

BIOSINTESIS NANOPARTIKEL ZnO MENGGUNAKAN RAGI *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* GALUR A12 DAN KARAKTERISASINYA

A. Fatimah, E. Risky, S. Ishmayana dan D. Rakhmawati Eddy*

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran

*Email: diana.rahmawati@unpad.ac.id

ABSTRAK

ZnO merupakan material semikonduktor yang memiliki energi celah pita 3,3 eV. Karakteristik ini menyebabkan ZnO memiliki berbagai macam aplikasi. Nanopartikel ZnO diketahui memiliki sifat katalitik, fotonik, optoelektronik, penyaring UV, sifat antimikroba, konduktivitas yang baik, juga memiliki stabilitas kimia yang baik. Nanopartikel ZnO dapat disintesis melalui proses sintesis fisika dan kimia tetapi memiliki beberapa kelemahan seperti membutuhkan suhu dan tekanan tinggi juga penggunaan pelarut yang berbahaya. Biosintesis merupakan cara alternatif untuk menyintesis nanopartikel ZnO karena prosesnya yang sederhana tidak menggunakan suhu dan tekanan tinggi juga pelarut yang berbahaya. Pada penelitian ini digunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* galur A12 dan seng asetat dihidrat sebagai prekursor. Hasil sintesis kemudian dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Visibel menunjukkan puncak pada daerah 380 nm sesuai dengan standar ZnO, puncak pada 430 cm^{-1} yang menunjukkan adanya *stretching* Zn-O berdasarkan hasil karakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR), dan ukuran kristal rata-rata sebesar 37,4 nm berdasarkan karakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD).

Kata kunci: biosintesis, nanopartikel, *Sacharomyces cerevisiae*, ZnO

ABSTRACT

ZnO is a semiconductor material that has 3.3 eV energy band gap. This characteristic allows ZnO to have a variety of applications. Nano size ZnO is known to have catalytic, photonic, optoelectronic, antimicrobial, and UV filtering properties. It also has good conductivity and chemical stability. ZnO nanoparticles can be synthesized through physical and chemical synthesis method, which require extreme condition such as high temperature, high pressure and toxic solvents. Biosynthesis becomes an alternative for ZnO nanoparticles synthesis because it can be synthesized simply without extreme condition. . In the present study, ZnO nanoparticles biosynthesis was carried out using *Sacharomyces cerevisiae* yeast A12 strain and zinc acetate dihydrate as precursors. The product were then characterized using UV-Visible spectrophotometer and a peak at 380 nm was observed, indicating a characteristic peak for ZnO, while *Fourier Transform Infrared* (FTIR) indicated a peak at 430 cm^{-1} correspond to Zn-O stretching. Based on X-ray diffraction (XRD) method, the average crystal size was 37.4 nm.

Keywords: biosynthesis, nanoparticles, *Sacharomyces cerevisiae*, ZnO

PENDAHULUAN

Seng oksida dikenal sebagai semikonduktor II-VI karena Zn dan O merupakan golongan II dan VI dalam sistem periodik unsur. ZnO memiliki *band gap* yang luas, yakni sebesar 3,3 eV dan energi ikat eksiton sebesar 60 meV pada suhu ruangan. Hal tersebut menyebabkan ZnO memiliki beberapa karakteristik seperti sifat optis yang unik, kemampuan sensor kimia, juga memiliki sifat piezoelektrik (Sirelkhatim *et al.*, 2015).

Karakteristik tersebut memungkinkan ZnO untuk menjadi bahan baku utama dalam bidang elektronik (Hofstetter, 2010), optoelektronik (Djurisic *et al.*, 2010), fotokatalis (Shinde *et al.*, 2016), hingga biomedis (Zhu *et al.*, 2016).

Material nano dengan berbagai bentuk dan ukuran telah menarik banyak perhatian karena sifat fisikokimianya yang lebih unik dibandingkan dengan material dengan ukuran yang lebih besar, misalnya nanopartikel ZnO yang memiliki aktivitas antibakteri, antijamur, menyaring sinar UV,

dan aktivitas fotokimia juga katalitik yang tinggi (Jayaseelan *et al.*, 2012).

Sintesis nanopartikel dapat dilakukan dengan proses kimia, fisika, dan biologis. Biosintesis dapat menjadi alternatif sintesis nanopartikel, termasuk nanopartikel ZnO, yang ramah lingkungan karena proses biosintesis tidak menggunakan pelarut toksik, suhu dan tekanan yang tinggi ataupun proses refluks yang lama (Chauhan *et al.*, 2015). Mikroorganisme yang dapat digunakan untuk melakukan biosintesis diantaranya jamur, ragi, tanaman, dan alga (Moghaddam *et al.*, 2017).

Saccharomyces cerevisiae merupakan ragi yang sangat baik digunakan untuk produksi bahkan pada skala komersial dari molekul biologis karena kapasitas fermentasi yang tinggi dan berstatus sebagai organisme yang aman ditambahkan pada makanan (Apel *et al.*, 2017). Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan biosintesis nanopartikel ZnO menggunakan ragi *S. cerevisiae* galur A1.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan yang menjadi objek penelitian ini adalah seng asetat dihidrat, *Saccharomyces cerevisiae* galur A12, *bacteriological peptone*, D-glukosa, kalium dihidrogen fosfat, amonium sulfat, *yeast extract*, dan air suling. Semua bahan yang digunakan memiliki kualitas proanalisis.

Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas, *autoclave* (Prestige Medical Series 2100), sentrifugator (Beckman Model TJ-6), *shaker* (Wisd), spektrofotometer UV-Vis (Genesys 10S), FTIR, dan XRD (PANalytical X'Pert PRO seri PW3040/X0).

CARA KERJA

Kultur inokulum dibuat dengan menumbuhkan *S. cerevisiae* A12 pada media *yeast extract-peptone* (YEP) yang mengandung 2% glukosa sebanyak 10 mL. Kultur ditumbuhkan selama 18 jam. Kemudian sebanyak 5 mL kultur inokulum dipindahkan pada media pertumbuhan sel dengan volume 100 mL. Kultur ditumbuhkan dengan kecepatan pengocokan 180 rpm selama 24

jam. Kemudian kultur disentrifugasi dengan kecepatan 1500 rpm selama 30 menit untuk memisahkan sel dan media. Media yang diperoleh digunakan untuk biosintesis nanopartikel ZnO.

Sebanyak 1,1 g seng asetat dihidrat ditambahkan ke dalam 50 mL supernatan hasil sentrifugasi dan dilakukan inkubasi selama 48 jam. Nanopartikel yang terbentuk dipisahkan dengan sentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm dan dikeringkan pada suhu 150°C selama 6 jam. Nanopartikel yang sudah kering dikarakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis, FTIR dan XRD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

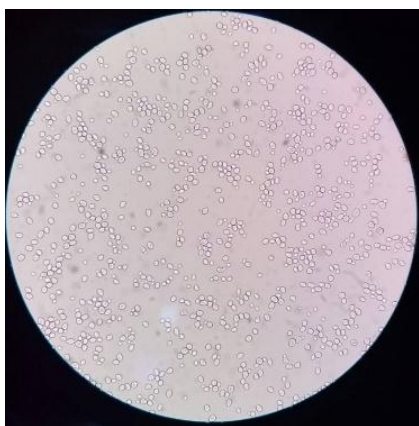
Peremajaan kultur ragi *Saccharomyces cerevisiae* galur A12

Kultur ragi *S. cerevisiae* galur A12 ditumbuhkan dalam media cair *yeast extract peptone* (YEP). Media YEP ini mengandung ekstrak ragi, *bacto peptone*, D-glukosa, amonium sulfat, dan kalium dihidrogen fosfat, yang menjadi sumber karbohidrat, nitrogen, vitamin, dan mineral yang berperan pada pertumbuhan ragi. Sel ragi dibiakkan pada media YEP dan diinkubasi selama 24 jam sambil diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 180 rpm. Setelah waktu inkubasi selesai diketahui bahwa ragi telah berhasil ditumbuhkan pada media melalui pengamatan menggunakan mikroskop seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Biosintesis nanopartikel ZnO

Sel ragi *S. cerevisiae* galur A12 yang telah berhasil ditumbuhkan kemudian disentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 2.000 rpm untuk dapat memisahkan sel dengan metabolit yang diekskresikan oleh sel tersebut dan digunakan untuk melakukan biosintesis ekstraseluler. Pada biosintesis ekstraseluler ini proses pemisahan nanopartikel yang disintesis dengan sel yang digunakan akan lebih mudah sehingga nanopartikel hasil sintesis lebih murni karena tidak adanya interaksi dengan komponen sel. Supernatan hasil sentrifugasi kemudian ditambahkan dengan 1,1 gram seng asetat dihidrat dan diinkubasi selama 48 jam sambil diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 200 rpm. Terentuknya partikel halus berwarna putih menandakan nanopartikel ZnO telah

terbentuk. Nanopartikel ZnO terbentuk karena adanya interaksi antara gugus hidroksil yang Zn^{2+} setelah garam seng asetat dihidrat mengalami reaksi hidrolisis membentuk Zn^{2+} dan $2CH_3COO^-$ (Moghaddam *et al.*, 2017). Asam amino berperan sebagai *capping agent* dan akan mencegah agregasi sehingga nanopartikel ZnO menjadi stabil dengan cara membungkus nanopartikel ZnO (Tarafdar, J.C and Raliya, R., 2013). Nanopartikel ZnO yang dihasilkan kemudian dipisahkan dengan cara



Gambar 1 Sel ragi *Sacharomyces cerevisiae* galur A12 hasil pengamatan menggunakan mikroskop

Karakterisasi

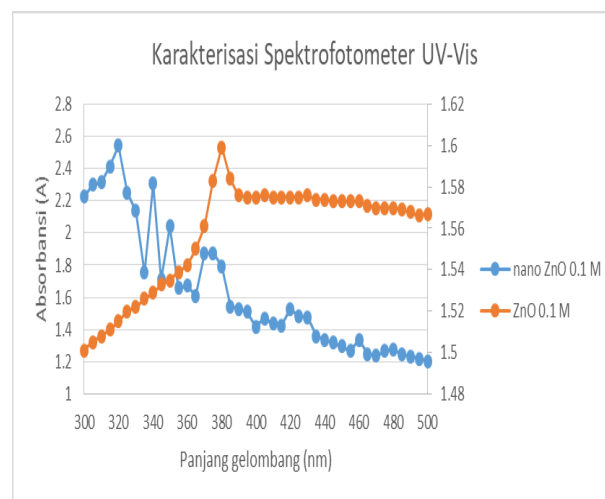
1. Spektrofotometer UV-Visibel

Nanopartikel ZnO hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Visibel, dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil karakterisasi menunjukkan adanya puncak pada 380 nm menandakan nanopartikel ZnO telah terbentuk (Jayaseelan *et al.*, 2012).

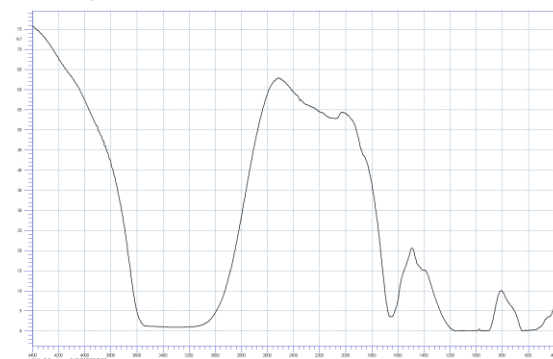
2. Fourier Transform Infrared (FTIR)

Hasil karakterisasi menggunakan FTIR (Gambar 3) menunjukkan puncak yang lebar pada $3.000-3.600\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus $-OH$, $N-H$, dan aromatik, 1.650 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus $C=O$. Gugus-gugus tersebut berasal dari media pertumbuhan ragi atau enzim ragi yang masih menempel, dan $400-600\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya *stretching* Zn-O (Sangeetha *et al.*, 2011).

bermuatan negatif dari asam amino dengan ion disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm lalu dibilas dengan akuades untuk menghilangkan asetat dan media pertumbuhan ragi yang masih menempel. Kemudian endapan dikeringkan dalam oven selama 6 jam pada suhu 150°C untuk menghilangkan pelarut sehingga didapatkan serbuk nanopartikel ZnO.



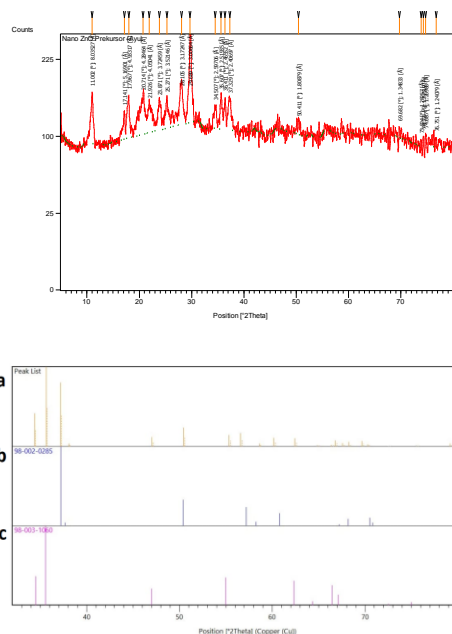
Gambar 2 Hasil karakterisasi larutan ZnO dan nanopartikel ZnO hasil biosintesis spektrofotometer UV-Visibel



Gambar 3 Hasil karakterisasi nanopartikel ZnO hasil biosintesis menggunakan FTIR

3. X-Ray Diffraction (XRD)

Hasil karakterisasi XRD (Gambar 4) menunjukkan nanopartikel ZnO telah berhasil disintesis namun dengan kristalinitas yang rendah, hal ini dapat disebabkan karena masih adanya pengotor. Dari hasil XRD ini juga dapat diketahui ukuran kristal dengan menggunakan persamaan Scherer yaitu sebesar 37,4 nm. Puncak karakteristik nanopartikel ZnO sesuai dengan puncak standard ICSD 98-003-1060.



Gambar 4 Hasil karakterisasi nanopartikel ZnO hasil biosintesis menggunakan XRD, puncak sampel nanopartikel ZnO hasil sintesis (a), standard ICSD Zn(OH)₂ (b), standard ICSD ZnO (c)

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Nanopartikel ZnO berhasil disintesis menggunakan ragi *S. cerevisiae* galur A12 dan diketahui memiliki ukuran kristal rata-rata 37,4 nm

Saran

Untuk mendapatkan nanopartikel ZnO dengan kristalinitas tinggi biosintesis seharusnya dilakukan pada suhu optimum yaitu 37°C atau dengan menambah waktu inkubasi menjadi lebih lama.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian ini, juga Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Apel, A. R., d'Espaux, L., Wehrs, M., Sachs, D., Li, R. A., Tong, G. J., Garber, M., Nnadi, O., Zhuang, W., Hillson, N. J., Keasling, J. D., and Mukhopadhyay, A., 2017, A Cas9-based toolkit to program gene expression in *Saccharomyces cerevisiae*, *Nucleic Acids Research*, 45(1): 496–508.
- Chauhan, R., Reddy, A. and Abraham, J., 2015, Biosynthesis of silver and zinc oxide nanoparticles using *Pichia fermentans* JA2 and their antimicrobial property, *Applied Nanoscience*, 5(1): 63–71.
- Djurisic, A. B., Ng, A. M. C., Chen, X. Y., 2010, ZnO nanostructures for optoelectronics: Material properties and device applications, *Progress in Quantum Electronics*, 34: 191–259.
- Hofstetter, D., 2010, ZnO Devices and Applications: A Review of Current Status and Future Prospects, *Proceedings of the IEEE*, 98(7): 1255-1263
- Jayaseelan C, Rahuman AA, Kirthi AV, Marimuthu S, Santhoshkumar T, Bagavan A, Gaurav K, Karthik L, Rao KVB., 2012, Novel microbial route to synthesize ZnO nanoparticles using *Aeromonas hydrophila* and their activity against pathogenic bacteria and fungi., *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 90: 78-84
- Moghaddam, A. B., Moniri, M., Azizi, S., Rahim, R. A., Ariff, A. B., Saad, W. Z., Namvar, F., Navaderi, M., Mohamad, R., 2017, Biosynthesis of ZnO nanoparticles by a new *Pichia kudriavzevii* yeast strain and

- evaluation of their antimicrobial and antioxidant activities, *Molecules*. 22: 6
- Sangeetha, G., Rajeshwari, S., Venckatesh, R., 2011, Green synthesis of zinc oxide nanoparticles by *aloe barbadensis miller* leaf extract: Structure and optical properties, *Materials Research Bulletin.*, 46: 2560-2566.
- Sirelkhatim, A., Mahmud, S., Seeni, A., Kaus, N. H. M., Ann, L. C., Bakhori, S. J. M., Hasan, H., Mohamad, D., 2015, Review on zinc oxide nanoparticles: Antibacterial activity and toxicity mechanism, *Nano-Micro Letters*, 7(3): 219–242.
- Suhea, M. and Tudose, 2016, ZnO for Photocatalytic air purification applications ZnO for photocatalytic air purification applications, International Conference on Innovative Research, 133: 0-7
- Zhu, P., Weng, Z., Li, X., Liu, X., Wu, S., Yeung, K,W,K., Wang, X., Cui, Z., Yang, X., Chu, P, K., 2016, Biomedical Applications of Functionalized ZnO Nanomaterials: from Biosensors to Bioimaging, *Advanced Material* 3: 1-30