

Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Zn Menggunakan Kitosan sebagai Reduktor

Astuti Amin*, Sri Reski Ananda

Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Makassar, Makassar, 90241, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 3 Oktober 2020
 Disetujui 26 Oktober 2020

Key word:

Shrimp shell, chitosan, reduction, characterization, Zn nanoparticles

Kata kunci:

Kulit udang, kitosan, reduksi, karakterisasi, nanopartikel Zn

ABSTRACT

Zn nanoparticles is a material that is widely used in the pharmaceutical and cosmetic industry, as a sunscreen, skin whitening and anti-aging. The purpose of this study was to synthesize Zn nanoparticles using chitosan as a reducing agent by using chemical reduction methods and determining the ratio of the concentration of chitosan to the reducing power of Zn nanoparticles. In this study used shrimp shell waste which was synthesized in several stages, deproteination, demineralization, and deacetylation. The synthesis results obtained by 22.8% chitosan rendamen with a deacetylation degree of 85%. Chitosan is used as a reducing agent to synthesize zinc nanoparticles against Zn ions in a 1000 ppm ZnO solution. The measurement using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) show that concentrate of Zn in solution synthesis result of 13,88 mg/l, based on the UV-Vis spectrofotometry obtained maximum wavelength of 355,71 nm and absorbance of 0,062, the shapes of the nanoparticles obtained tend to aggregate. Based on measurements by Particle Size Analyzer (PSA) which has been synthesized Zn nanoparticles have an average size of the particles in the sample is 213,41 nm.

ABSTRAK

Nanopartikel Zn merupakan material yang banyak digunakan dalam industri farmasi dan kosmetik, sebagai tabir surya, pemutih kulit, dan antiaging. Tujuan dari penelitian ini untuk mensintesis nanopartikel Zn menggunakan kitosan sebagai reduktor dengan metode reduksi kimia dan menentukan perbandingan konsentrasi kitosan terhadap daya reduksi Zn nanopartikel. Pada penelitian ini digunakan limbah cangkang udang yang disintesis dengan beberapa tahap yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Hasil sintesis diperoleh Rendamen kitosan 22,8% dengan nilai derajat deasetilasi adalah 85%. Kitosan digunakan sebagai reduktor untuk mensintesis nanopartikel zink terhadap ion Zn dalam larutan ZnO 1000 ppm. Dari hasil pengukuran dengan spektroskopi serapan atom (SSA) diperoleh kadar Zn dalam larutan hasil sintesis sebesar 13,88 mg/l, berdasarkan spektrofotometri UV-Vis diperoleh panjang gelombang maksimum 355,71 nm dan absorbansi sebesar 0,062 dengan morfologi cenderung beragregasi. Berdasarkan pengukuran dengan Particle Size Analyzer (PSA) nanopartikel Zn yang telah disintesis memiliki ukuran rata-rata partikel dalam sampel yaitu 213,41 nm.

email: amin.astuti@gmail.com

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki hasil laut yang berlimpah seperti udang, bekicot, dan kepiting [1]. Sebagai salah satu pengekspor udang terbesar, Indonesia juga menghasilkan banyak limbah dari cangkang udang [2]. Seiring dengan semakin majunya ilmu pengetahuan limbah udang yang berasal dari kulit, kepala dan ekornya dapat dimanfaatkan dan diolah menjadi produk baru

yang bernilai ekonomis. Salah satu kandungan kulit udang yang bisa dimanfaatkan adalah kitin dan kitosan [3,4].

Kitosan adalah suatu polisakarida berbentuk linier yang terdiri dari monomer N-asetilglukosamin (GlcNAc) dan D-glukosamin (GlcN) [3]. Bentuk derivatif deasetilasi dari polimer ini adalah kitin. Kitosan memiliki manfaat yang banyak bagi pangan, agrikultur, dan medis. Karena sifat-sifat istimewa seperti

mukoadhesif, biokompatibel, biodegradabel nontoksik dan tingkat imonogenisitas yang rendah [5]. Nanopartikel merupakan suatu partikel dengan ukuran nanometer, yaitu sekitar 10–1000 nm. Beberapa material logam yang banyak disintesis menjadi nano partikel adalah AgNO₃, ZnO, dan TiO₂. Nanopartikel Oksida Seng (ZnO) merupakan material yang dapat digunakan pada industri kosmetik, misalnya sebagai tabir surya, pemutih kulit, dan antiaging. Berbagai merk dari produk pun semakin berlomba-lomba dalam upaya pengembangan teknologi nanopartikel ZnO [6,7]. Berdasarkan latar belakang diatas, maka dilakukan sintesis nanopartikel Zn dengan kitosan sebagai pereduksi dengan konsentrasi kitosan yang berbeda.

Bahan dan Metode

Bahan dalam penelitian ini antara lain : ragi *Endomycopsis fibuligera*, natrium sitrat monohidrat (Na₃C₆H₅.H₂O), natrium dihidrogen fosfat (NaH₂PO₄), garam rochelle (C₄H₄KNaO₆.4H₂O), bovine serum albumin (BSA), dinitro salisilic acid (DNSA), glukosa anhidrat (C₆H₁₂O₆), tambaga sulfat (CuSO₄.5H₂O), natrium karbonat (Na₂CO₃), natrium hidroksida (NaOH), larutan buffer pH 5 dan pH 4,8, fenolfolin–ciocalteus 1 N, etanol (CH₂H₅OH), magnesium klorida heksahidrat (MgCl₂. 6H₂O), kalsium klorida dihidrat (CaCl₂.2H₂O), tepung jagung, ekstrak taug, aluminium foil, ekstrak ragi, akuades, agar bakto, kapas, tali dan kain kasa, kertas pH, natrium klorida (NaCl), kalium klorida (KCl), spiritus, aquabidest.

Pembuatan kitin

Proses Deproteinasi dilakukan pada suhu 60-70°C dengan menggunakan larutan NaOH 1 M dengan perbandingan serbuk kulit udang dengan NaOH 1:10 sambil diaduk selama 60 menit. Kemudian campuran dipisahkan dengan disaring untuk diambil endapannya.

Pencucian dan pengeringan

Pencucian endapan dilakukan dengan menggunakan aquadest sampai pH netral. Selanjutnya disaring untuk diambil endapannya dan dikeringkan.

Demineralisasi

Penghilangan mineral dilakukan pada suhu 25-30°C dengan menggunakan larutan HCl 1 M dengan perbandingan sampel dengan larutan HCl = 1:10 sambil diaduk selama 120 menit. Kemudian disaring untuk diambil endapannya.

Pencucian dan pengeringan

Pencucian endapan dilakukan dengan menggunakan aquadest sampai pH netral. Kemudian disaring dan endapan dikeringkan [8].

Deasetilasi Kitin menjadi Kitosan

Kitin yang telah dihasilkan pada proses demineralisasi, ditambahkan larutan NaOH dengan konsentrasi 50% pada suhu 90-100°C diaduk dengan kecepatan konstan selama 60 menit. Kemudian disaring, endapan dicuci dengan aquadest lalu ditambah larutan HCl encer sampai pH netral kemudian dikeringkan. Hasil pengeringan dianalisis dengan FTIR, Kemudian dihitung Derajat Deasetilasi (DD) [9].

Karakterisasi Kitin dan Kitosan

Rendamen Kitin dan Kitosan

Rendamen merupakan persentasi dari perbandingan serbuk kitin dan kitosan terhadap bobot cangkang udang sebelum mengalami perlakuan. Perhitungan persentase rendamen menggunakan [persamaan 1](#) dan [persamaan 2](#):

$$\text{Rendamen kitin} = \frac{\text{Serbuk kitin } g}{\text{Serbuk cangkang udang } g} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Rendamen kitosan} = \frac{\text{Serbuk Kitosan } g}{\text{Serbuk cangkang udang } g} \times 100\% \quad (2)$$

Derajat deasetilasi

Derajat deasetilasi adalah persentase gugus asetil yang berhasil dihilangkan selama proses deproteinasi kitin, dimana kitin diberi perlakuan dengan menambahkan NaOH 50% yang menyebabkan terhidrolisisnya gugus asetil dan gugus asetamida pada kitin. Derajat deasetilasi dapat ditentukan dari spektrum serapan spektroskopi IR dengan metode garis dasar. Puncak tertinggi dicatat dan diukur dari garis dasar yang dipilih. Perbandingan dari bilangan gelombang antara serapan pita amida (1655 cm⁻¹) dengan serapan pita hidroksi (3450 cm⁻¹).

Sintesis Nanopartikel Zn kitosan

Sebanyak 25 mg, 75 mg, 125 mg, 175 mg, dan 225 mg kitosan masing-masing dilarutkan dengan 100 ml asam asetat 1%. Kemudian ditambahkan larutan ZnO dengan konsentrasi 1000 ppm, kemudian diaduk menggunakan magnetik stirrer selama 1 jam pada suhu 80°C. Kemudian dianalisis dengan spektrofotometri UV-VIS.

Karakterisasi Nanopartikel Zn

Analisis Spektrofotometer Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) Sebanyak 5 ml sampel dimasukkan dalam kuvet lalu diukur panjang gelombangnya menggunakan alat spektrofotometer serapan atom [7].

Analisis Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT IR)

Sampel yang telah di freeze drying ditimbang 2 mg dicampur dengan 100 mg KBr untuk dibuat pelet dengan pencetak vakum. Pelet yang terbentuk dikenai sinar infra merah dengan range bilangan gelombang 4.000-400 cm⁻¹. Latar belakang absorpsi dihilangkan dengan cara pelet KBr dijadikan satu pada setiap pengukuran.

Analisis Particle Size Analyzer (PSA)

Sebelum pengukuran sampel, aquadest dimasukkan ke dalam fluid tank sebagai baseline. Sampel dimasukkan ke dalam fluid tank tetes demi tetes hingga konsentrasi mencukupi. Hasil muncul ditandai dengan grafik yang dihasilkan.

Analisis Scanning Electron Microscope (SEM)

Sampel hasil freeze drying diamati morfologinya menggunakan SEM dengan cara sampel diletakkan pada plat aluminium yang memiliki dua sisi, kemudian dilapisi dengan lapisan emas setebal 100 nm dengan waktu coating ± 30 detik. Sampel yang telah dilapisi lalu diamati dengan menggunakan alat Scanning Electron Microscope (SEM).

Hasil dan Pembahasan

Uji Karakteristik Kitosan

Pada penelitian ini dilakukan Pembuatan kitosan dengan cara menghilangkan gugus asetil (deasetilasi) dari kitin menggunakan larutan basa NaOH pada konsentrasi 50% (b/v). Proses deasetilasi dalam basa kuat panas menyebabkan hilangnya gugus asetil pada kitin melalui pemutusan ikatan antara karbon pada

gugus asetil dengan nitrogen pada gugus amin. Reaksi pembentukan kitosan dari kitin merupakan reaksi hidrolisa suatu amida oleh suatu basa. Kitin bertindak sebagai amida dan NaOH sebagai basa. Mula-mula terjadi reaksi adisi, dimana gugus OH⁻ masuk ke dalam gugus NHCOCH₃, kemudian terjadi eliminasi gugus CH₃COO- sehingga dihasilkan suatu amina yaitu kitosan [5]. Karakterisasi kitosan yang dilakukan meliputi uji kelarutan dalam asam asetat 1%, tekstur, warna, serta DD (Derajat Deasetilasi) [10]. Hasil karakterisasi kitosan dan yang diperoleh dari penelitian dibandingkan dengan standar mutu internasional kitosan yang dapat dilihat pada [tabel 1](#). Sedangkan rendamen kitosan yang didapatkan sebesar 22,8%.

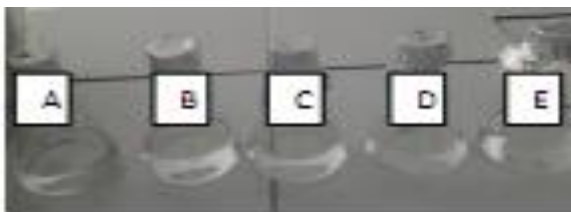
Tabel 1. Hasil uji karakteristik kitosan

Parameter	Standar (SI)	Hasil
Rendamen		
-Kitin	-	42,3 %
-Kitosan	-	22,8 %
Kelarutan dalam asam asetat 1 %		
dalam Larut	Larut	Larut
Morfologi partikel	Serbuk Atau serpihan	Serpihan
Warna	Putih sampai kuning pucat	Putih kekuningan
DD (Derajat deasetilasi)	>70%	85 %

Kelarutan kitosan dalam asam asetat merupakan salah satu parameter yang dapat dijadikan sebagai standar penilaian mutu kitosan. Semakin tinggi kelarutan kitosan dalam asam asetat 1% berarti mutu kitosan yang dihasilkan semakin baik [11-13]. Kitosan yang dihasilkan memiliki kelarutan yang sempurna dalam asam asetat 1%. Kitosan selanjutnya diuji derajat deasetilasinya untuk memastikan kitosan yang dihasilkan telah memenuhi spesifikasi (derajat deasetilasi

>70%). Pengujian kitosan dilakukan dengan menggunakan metode FTIR. Berdasarkan perhitungan, maka diperoleh derajat deasetilasi kitosan adalah 85%. Kitosan yang dihasilkan dari penelitian ini telah memenuhi spesifikasi derajat deasetilasi minimum karena lebih besar dari 70%. Derajat deasetilasi yang tinggi menyebabkan gugus asetil pada kitin yang berubah menjadi gugus amina yang lebih reaktif. Dimana gugus amina lebih reaktif dibandingkan dengan gugus asetil karena adanya pasangan elektron bebas pada atom nitrogen dalam struktur kitosan [5].

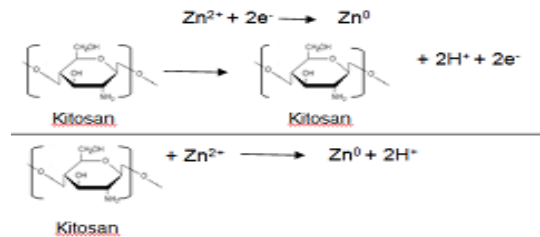
Sintesis nanopartikel zink dilakukan dengan mencampur larutan ZnO dengan kitosan (gambar 1). Kemudian dilakukan penentuan jumlah optimum kitosan dalam pembentukan nanopartikel Zn dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis yang dioperasikan dengan range 200-500 nm.



Gambar 1. Larutan ZnO 1000 ppm yang direduksi oleh kitosan. (A) 25 mg, (B) 75 mg, (C) 125 mg, (D) 175 mg, (E) 225 mg.

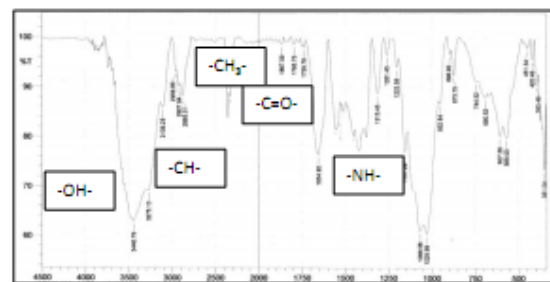
Dari hasil pengukuran dengan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan kitosan mampu mereduksi ZnO yang ditandai dengan terbentuknya serapan pada panjang gelombang yang berbeda-beda sesuai dengan kadar kitosan yang digunakan pada proses sintesis Zn nanopartikel, semakin besar absorbansi menunjukkan kondisi optimum dan perbandingan yang tepat kitosan dalam mereduksi ZnO. Besar absorbansi berhubungan dengan jumlah nanopartikel yang terbentuk. Secara kualitatif, semakin tinggi nilai absorbansi dapat diasumsikan nano partikel yang terbentuk semakin banyak atau konsentrasi nano partikel dalam larutan semakin tinggi [14]. Sedangkan berdasarkan hasil analisis dengan spektrofotometri serapan atom (SSA), diperoleh kadar zink dalam larutan hasil sintesis adalah 13,88 mg/L yang menunjukkan bahwa kitosan telah mereduksi

ion Zn yang ditandai dengan telah berkurangnya kadar zink dalam larutan hasil sintesis. Mekanisme reaksi yang terjadi antara kitosan dengan ZnO untuk menghasilkan nano partikel Zn ditunjukkan pada gambar 2.



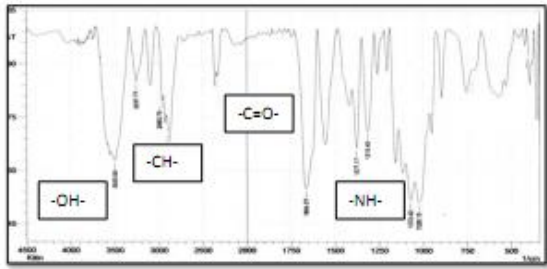
Gambar 2. Mekanisme reaksi reduksi dari ion Zn menjadi nanopartikel Zn oleh kitosan

Secara umum spektra IR kitin dan kitosan memiliki serapan yang hampir sama, hanya terdapat perbedaan intensitas dan pergeseran serapan diantara spektra kitin dan kitosan. Yang perlu diperhatikan adalah perbandingan nilai absorbansi pita serapan dari spektrum inframerah pada bilangan gelombang 1655 cm⁻¹ dan 3450 cm⁻¹. Pita serapan 1655 cm⁻¹ merupakan pita serapan karbonil gugus N-asetil sedangkan pita serapan 3450 cm⁻¹ merupakan pita serapan gugus NH₂.



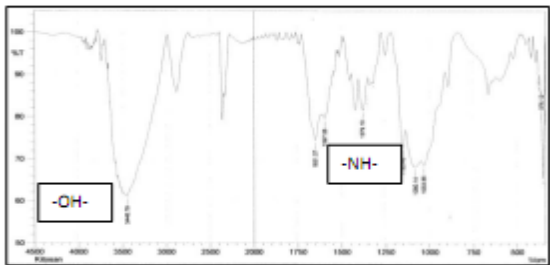
Gambar 3. Spektrum FTIR serbuk kulit udang

Pada analisis FTIR pada kulit udang standar (gambar 3) menandakan munculnya puncak absorbansi, yang terletak pada bilangan gelombang 3446,79 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus -OH, bilangan gelombang 3275,13 cm⁻¹, 3109,25 cm⁻¹, 2958,60 cm⁻¹, 2927,94 cm⁻¹, dan 2885 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus CH. 1795,73 cm⁻¹, menunjukkan gugus C=O. Pada bilangan gelombang 1654,92 cm⁻¹ adanya gugus -NH atau -NHCOCH₃. Sedangkan Gugus -CN ditunjukkan dengan munculnya puncak pada bilangan gelombang 1315,45 cm⁻¹, 1261,45 cm⁻¹, 1203,58 cm⁻¹, 1068 cm⁻¹, dan 1029 cm⁻¹.



Gambar 4. Spektrum FTIR Kitin

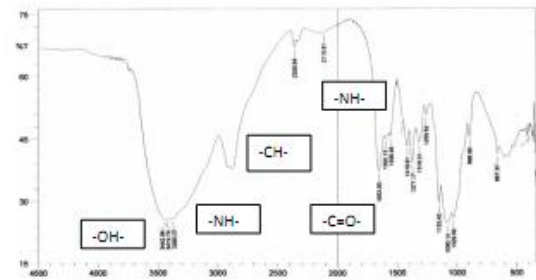
Adapun analisis kitin dengan menggunakan FTIR ([gambar 4](#)) menunjukkan beberapa puncak, pada bilangan gelombang 3500,80 cm^{-1} menandakan adanya gugus -OH . Kemudian Terdapat puncak gugus karbonil dan gugus amida yang merupakan salah satu gugus fungsi yang dominan yang terdapat pada kitin muncul pada bilangan gelombang 3257,77 cm^{-1} , 1664,57 cm^{-1} , dan pada 1315,45 cm^{-1} . Sedangkan bilangan gelombang 2960,73 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus -CH_3 .



Gambar 5. Spektrum FTIR kitosan

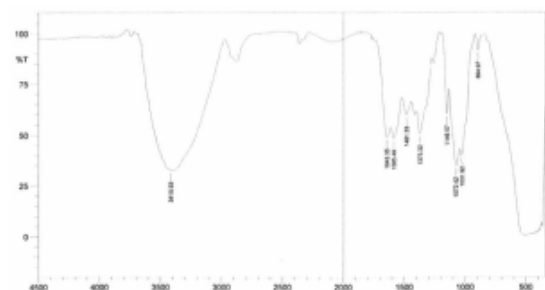
Berdasarkan Hasil analisis FTIR Kitosan ([gambar 5](#)) diperoleh beberapa puncak, pertama pada bilangan gelombang 3446,79 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus -OH dengan intensitas yang kuat. Pada bilangan gelombang 1651,07 cm^{-1} dan 1597,06 cm^{-1} , menunjukkan adanya gugus -NH_2 . Adapun beberapa gugus fungsi lain seperti C-H muncul pada bilangan gelombang 2879,72 cm^{-1} , gugus CH_2 pada bilangan gelombang 1340,53 cm^{-1} , gugus C-O pada bilangan gelombang 1153,43 cm^{-1} dan 1080,14 cm^{-1} . Kemudian pada bilangan gelombang 1033,85 cm^{-1} menunjukkan gugus fungsi C-N. Terbentuknya kitosan ditandai dengan menurunnya Intensitas gugus karbonil amida (-NHCOCH_3) pada bilangan gelombang 1651,07 cm^{-1} . Intensitasnya gugus karbonil menurun dibandingkan dengan dengan kitin karena telah

terhidrolisis dengan bantuan basa kuat NaOH menjadi gugus amina.



Gambar 6. Spektrum FTIR kitosan sebelum mereduksi

Pada spektrum FTIR kitosan hasil sintesis ([gambar 6](#)) muncul puncak serapan pada bilangan gelombang 3442,94 cm^{-1} menunjukkan serapan vibrasi ulur -OH yang tumpang tindih dengan vibrasi ulur -NH . Pita serapan pada bilangan gelombang 3419,79 cm^{-1} merupakan vibrasi NH amina primer yang diperkuat pada pita serapan 1595,13 cm^{-1} . Pita-pita serapan tajam pada bilangan gelombang 2920,23 cm^{-1} dan 2879,72 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H alkana, sedangkan munculnya gugus C-H_2 pada bilangan gelombang 1377 cm^{-1} . C-O pada bilangan gelombang 1080,14 cm^{-1} . Puncak absorpsi pada bilangan gelombang 1029,99 cm^{-1} menunjukkan gugus fungsi C-N. Serapan pada bilangan gelombang 1653 cm^{-1} adalah untuk rentang C=O yang berasal dari gugus amida (-NHCO-) yang menunjukkan bahwa pada kitosan hasil isolasi masih adanya gugus amida yang belum terdeasetilasi menjadi gugus amina [15].

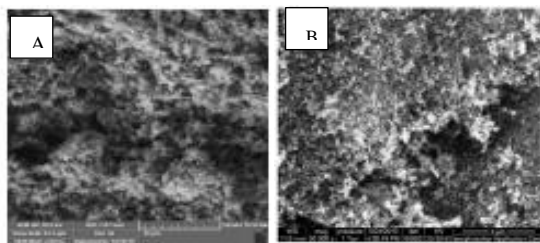


Gambar 7. Spektrum FTIR kitosan setelah reduksi

[Gambar 7](#) merupakan spektrum FTIR dari kitosan setelah mereduksi ion Zn. Terlihat adanya pergeseran bilangan gelombang spektrum dari kitosan sebelum dan sesudah

mereduksi. Pada serapan 3415,93 cm^{-1} menunjukkan gugus OH dimana terjadi pergeseran bilangan gelombang dari 3442,94 cm^{-1} . Pada serapan 1585,49 cm^{-1} menunjukkan gugus NH_2 , terjadi pergeseran bilangan gelombang dari 1595,13 cm^{-1} . Pergeseran bilangan gelombang menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara gugus OH dengan nanopartikel Zn, dikarenakan terjadinya proses oksidasi akibat proses reduksi nanopartikel Zn. Hal ini membuktikan bahwa kitosan mampu mereduksi Zn^{2+} menjadi Zn^0 .

Dari hasil pengukuran dengan PSA (Particle Size Analyzer) berdasarkan intensitas, angka, dan volume diperoleh ukuran rata-rata sebesar 213,41 nm. Dapat dikatakan bahwa nanopartikel zink berhasil disintesis karena sesuai dengan pengertian yang dijelaskan oleh [6] yaitu partikel yang berbentuk padat dengan ukuran 10-1000 nm.



Gambar 8. Hasil SEM (A) Nanopartikel Zn (B) Nanopartikel ZnO

Morfologi sampel hasil sintesis dapat diamati dengan menggunakan instrumen SEM. **Gambar 8B** merupakan hasil SEM untuk nanopartikel ZnO yang berbentuk spheris dan bergranul [16]. Sedangkan **gambar 8A** merupakan hasil SEM nanopartikel Zn hasil sintesis yang menunjukkan bahwa nanopartikel yang dihasilkan berbentuk granular, berdempetan dengan partikel lainnya. Ukuran yang tidak seragam disebabkan oleh adanya agregasi partikel-partikel zink.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa Kitosan mampu mereduksi ZnO menjadi nanopartikel Zn yang didasarkan pada hasil SSA diperoleh kadar Zn dalam larutan hasil sintesis sebesar 13,88 mg/L. Analisis dengan spektrofotometri UV-Vis diperoleh panjang gelombang maksimum

355,71 nm dan absorbansi sebesar 0,062. Karakterisasi Zn dengan menggunakan Particle Size Analyzer (PSA) diperoleh ukuran rata-rata partikel sebesar 213,41 nm. Morfologi sampel yang dikeringkan dengan metode freeze drying yaitu berupa serpihan sebagai akibat adanya kitosan yang membentuk lapisan atau coating karena reaksinya dengan asam asetat.

Daftar Pustaka

1. Jayanti, R.; Leoangraini, U.; Fermentasi Kitin dari Limbah Cangkang Kepiting Menggunakan Jamur *Rhizopus Oryzae* pada Berbagai Kadar Air. *Fullerene Journal Of Chemistry*, 2020, 5(1), 10-15. doi:10.37033/fjc.v5i1.144
2. Amin, A.; Khairi, N.; Allo, E.; Sintesis dan karakterisasi kitosan dari limbah cangkang udang sebagai stabilizer terhadap Ag nanopartikel. *Fullerene Journal Of Chemistry*, 2019, 4(2), 86-91. doi:10.37033/fjc.v4i2.100
3. Purwanti, Ani, Evaluasi Proses Pengolahan Limbah Kulit Udang Untuk Meningkatkan Mutu Kitosan yang Dihasilkan, *Jurnal Teknologi*, 2014, Volume 7 Nomor 1, 83-90.
4. Amri, K., *Budidaya Udang Windu Secara Intensif*, Agro Media, Jakarta. 2011
5. Agustina; Made, D. I; Nyoman, S. I.; *Isolasi Kitin, Karakterisasi, dan Sintesis Kitosan dari Kulit Udang*, ISSN 1907-9850. 2015
6. Mohanraj, U.J; Chen, Y; Nanoparticles - A Review. *Tropical Journal of Pharma-ceutical Research*, 2006, 5(1): 561-573.
7. Ramahdita, G; *Karakterisasi Nanopartikel ZnO Hasil Sintesis Dengan Metode Presipitasi dan Perlakuan Pra-Hidrotermal*, Fakultas Teknik Program Studi Teknik Metalurgi Dan Material, Depok, 2011
8. Hargono, A; Sumantri, I; Pembuatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Udang Serta Aplikasinya Dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing. *Reaktor*, 2008 12: 53-57
9. Wiyarsi, A.; Priyambodo, E; Pengaruh Konsentrasi Kitosan Dari Cangkang Udang Terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Berat, Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta 2009

10. Sugita, P.; *Kitosan: Sumber Biomaterial Masa Depan*. IPB Press, Bogor. 2009
11. Swastawati, F; Wijayanti, I; Susanto E.; Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Menjadi Edible Coating Untuk mengurangi Pencemaran Lingkungan, *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, **2008** Volume 4, No 4.
12. Arifin, Z.; Irawan, D.; Rahim, M; Sakti, L.D.; Produksi Kitosan Berbasis Limbah Udang Delta Mahakam: Tinjauan Proses Deasetilasi. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, **2016**. 6(11), pp.21-30.
13. Arifin, Z; Pemanfaatan Teknologi Sonikasi Tak Langsung Dalam Rangka Produksi Kitosan, *Konversi*, **2012**, Volume 1, No 1 ,
14. Bakir, Pengembangan Biosintesis Nanopartikel perak Menggunakan Air Rebusan Daun Bisbul (*Diospyros blancoi*) untuk Deteksi Ion Tembaga (II) dengan Metode Kolorimetri, Skripsi, Program Studi S1 Fisika, Depok, 2011
15. Silverstein, R.M., Webster Fx., Kiemle DJ., , *Spectrometric Identification of Organic Compounds*, New York, 75, 2005
16. Singh, R.P.; Shukla, V.K.; Yadav, R.S.; Sharma, P.K.; Singh, P.K; Pandey, A.C.; Biological approach of zinc oxide nanoparticles formation and its characterization. *Adv. Mater. Lett*, **2011**, 2(4), pp.313-317.



© 2020 by the authors. Licensee Fullerene Journal Of Chem.
This article is an open access article distributed under the
terms and conditions of the Creative Commons Attribution
(CC BY) license
(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).