

SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK TERMODIFIKASI KITOSAN SECARA REDUKSI KIMIA: REVIEW ARTIKEL

SYNTHESIS OF CHITOSAN MODIFIED SILVER NANOPARTICLES BY CHEMICAL REDUCTION: ARTICLE REVIEW

Aswin Caesar Saputra, Alimuddin, Syaiful Arif*

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Mulawarman
Samarinda 75123, Indonesia

*Corresponding Author: mohsyaiful@fmipa.unmul.ac.id

Diterbitkan: 23 April 2024

ABSTRACT

Nanoparticle is a compound particle that is synthesized in sizes ranging from 1-100 nanometers. Some things that need to be considered in the synthesis of silver nanoparticles are from their size, shape and morphology. In chemical methods, nanoparticles are made by reducing Ag^+ ions, so that reducing agents and stabilizers play an important role in synthesis. Different reducing agents will affect the size of the resulting nanoparticles. Based on the literature review, a popular method used to synthesize silver nanoparticles is to use sodium borohydride as a silver nitrate reductor which has the advantage of being able to reduce and stabilize silver nitrate well, if modified with chitosan, silver nanoparticles formed will be more stable and can last longer. Based on previous research, chitosan-modified silver nanoparticles were used for antibacterial activity tests conducted against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacteria and for colorimetric detection of Hg^{2+} metal in water, where there was a color change in silver nanoparticles from yellow to colorless which showed high selectivity of chemical sensors to detect target analytes.

Keywords : Silver Nanoparticles, Reducing Agents, Stabilizer, Chemical sensors.

PENDAHULUAN

Pencemaran oleh merkuri pada perairan ditemukan dalam konsentrasi yang tinggi dikarenakan adanya buangan limbah industri dan hasil sampingan penggunaan merkuri pada bidang pertanian[1]. Untuk menentukan adanya kandungan merkuri pada lingkungan maka perlu dilakukan deteksi dengan beberapa metode, salah satunya metode nanopartikel. Nanopartikel merupakan suatu partikel yang memiliki ukuran antara 1-100 nanometer, namun pada umumnya beberapa metode menyebutkan bahwa nanopartikel yang baik harus memiliki ukuran diameter antara 200-400 nm[2].

Nanopartikel perak (AgNPs) dapat disintesis melalui reaksi kimia yaitu reduksi ion Ag^+ menjadi nanopartikel perak (AgNPs). Metode yang populer digunakan untuk mensintesis nanopartikel perak yaitu dengan menggunakan natrium borohidrida sebagai pereduksi perak nitrat. Kelebihan dari metode ini yaitu natrium borohidrida memiliki kemampuan yang baik dalam mereduksi dan menstabilkan perak nitrat[3].

Agar dapat diperoleh nanopartikel perak (AgNPs) yang lebih stabil maka perlu mengoptimalkan kinerja aplikasi nanopartikel perak (AgNPs), seiring berjalannya waktu banyak dilakukan modifikasi pada nanopartikel perak (AgNPs) yang dilakukan oleh para peneliti. Hal ini dilakukan untuk memperoleh nanopartikel perak (AgNPs) yang lebih stabil[4].

Pada beberapa penelitian terdahulu mengenai modifikasi nanopartikel perak (AgNPs), Kitosan sering digunakan sebagai agen penstabil karena kitosan dengan gugus ($-\text{NH}_2$) dapat berkoordinasi dengan ion Ag^+ dari nanopartikel perak (AgNPs). Beberapa monomer dari kitosan akan berkoordinasi dengan ion Ag^+ lewat gugus NH_2 yang akan mengakibatkan terjadinya pembentukan kompleks kitosan-perak (Chi-Ag), kemudian ion perak akan mengalami pengurangan nilai potensi ($\text{Ag}^+/\text{Ag}^0 = 0,799 \text{ V}$) hingga mencapai batas tertentu karena terbentuknya kompleks dengan kitosan[5]. Oleh karena itu, untuk mereduksi ion Ag^+ yang telah terkoordinasi dengan kitosan maka digunakan reduktor yang kuat seperti natrium borohidrida (NaBH_4) [6]

Nanopartikel perak termodifikasi kitosan digunakan untuk uji aktivitas antibakteri yang dilakukan terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dan untuk deteksi logam Hg^{2+} pada air secara kolorimetri, dimana terjadi perubahan warna pada

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



nanopartikel perak dari warna kuning menjadi tidak berwarna yang menunjukkan selektivitas sensor kimia yang tinggi untuk mendeteksi analit target[7].

METODE SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK

Ukuran dari nanopartikel perak akan sangat menjadi pertimbangan yang harus diperhatikan karena dapat meningkatkan reaktivitas pada permukaan nano partikel perak[8]. Cara yang efektif serta umum digunakan karena relatif lebih sederhana dan murah yaitu secara reduksi kimia [9]. Proses penting dalam melakukan sintesis nanopartikel perak secara reduksi kimia yaitu saat reduksi ion Ag^+ menjadi Ag^0 dan proses penstabilan[10].

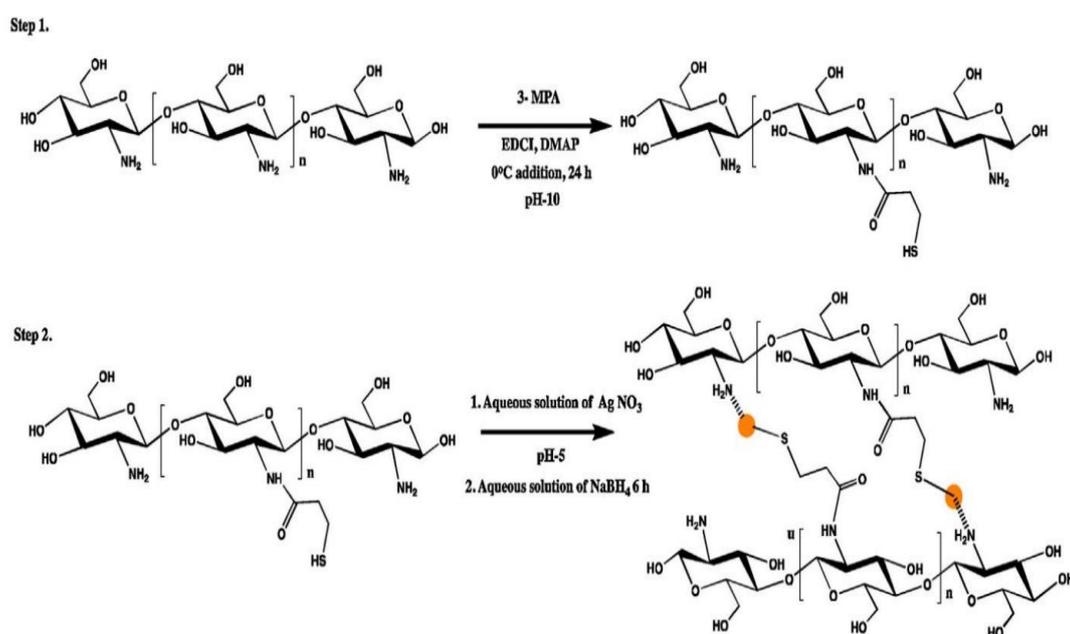
Menurut Mostafa[11] dalam melakukan sintesis nanopartikel perak dengan metode reduksi kimia, $AgNO_3$ sebagai bahan baku dapat direduksi dengan berbagai macam jenis agen pereduksi organik atau anorganik seperti natrium borohidrida ($NaBH_4$) dan hidrazina (N_2H_4).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam banyak penelitian, saat $AgNO_3$ direaksikan dengan kitosan menghasilkan larutan bening, namun setelah direaksikan dengan reduktor akan terjadi perubahan warna menjadi kuning. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi reaksi reduksi pada $AgNO_3$ yang terjadi akibat adanya agen pereduksi[7].

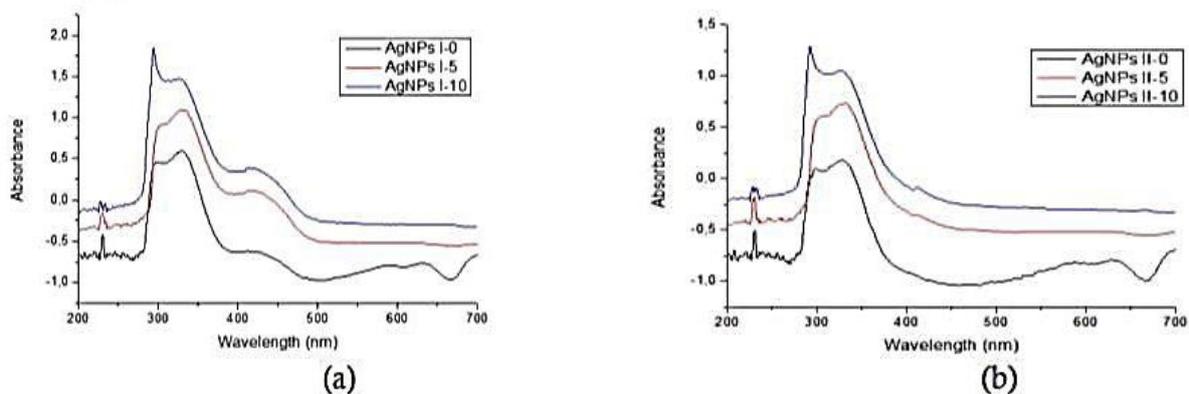
Menurut Orbaek[12] setelah dibandingkan kekuatan reduksi antara dua reduktor yaitu $NaBH_4$ dan natrium sitrat, $NaBH_4$ menunjukkan hasil yang cukup baik sebagai agen pereduksi kuat dimana mampu mereduksi $AgNPs$ tanpa pemanasan untuk menghasilkan nanopartikel sehingga membuktikan bahwa $NaBH_4$ jauh lebih kuat dibanding natrium sitrat.

Menurut Sharma[13] berdasarkan pada sintesis nanopartikel perak termodifikasi yang telah dilakukannya dimana ia memperoleh hasil sintesis berupa larutan berwarna kuning cerah. Adapun skema sintesis nanopartikel perak yang dilakukannya sebagai berikut :



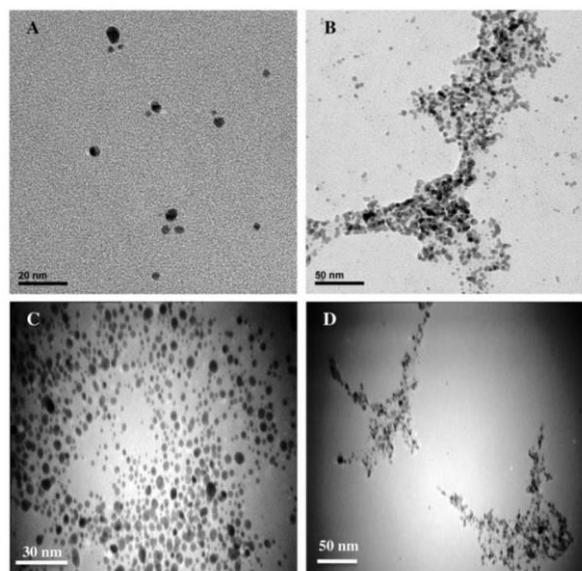
Gambar 1. Skema sintesis nanopartikel perak

Menurut Prasetyaningtyas[7] pada sintesis nanopartikel perak termodifikasi kitosan secara reduksi kimia untuk uji efektivitas antibakteri kemudian diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil pengukuran spektrofotometer UV-Vis pada Gambar.2 menunjukkan puncak serapan maksimum $AgNPs$ I-kit dan $AgNPs$ II-kit pada hari pertama sintesis berada pada λ_{maks} 300-400 nm. Hal ini mengindikasikan bahwa reduksi Ag^+ dalam larutan belum terjadi secara sempurna sehingga λ_{maks} koloid hasil sintesis terdeteksi sebagai ion Ag^+ . Handayani[14], menyatakan bahwa absorbansi maksimum pada λ_{maks} 400-450 nm merupakan nanopartikel perak, sedangkan pada λ_{maks} 300-400 nm adalah ion Ag^+ . Kestabilan larutan koloid $AgNPs$ berdasarkan fungsi waktu juga dapat dianalisis berdasarkan perubahan puncak serapannya[15].



Gambar 2. Spektra UV-Vis pengamatan kestabilan (a)AgNPs I-kit dan (b)AgNPs II-kit selama 2 minggu.

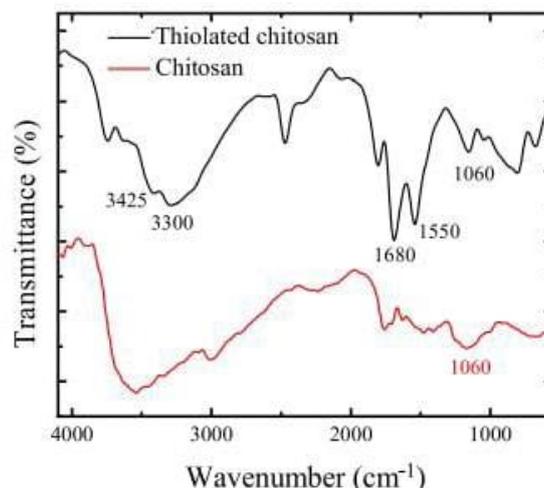
Menurut Mohammadi[16] pada aplikasi nanopartikel perak termodifikasi kitosan untuk deteksi biotiol dengan AgNPs disintesis secara reduksi kimia kemudian diuji untuk deteksi biotiol dan dianalisa dengan TEM. Gambar TEM memberikan bukti untuk agregasi yang distimulasi biotiol dari NP kitosan-Ag.



Gambar 3. menunjukkan gambar TEM dari Chi-AgNPs dengan tidak adanya dan adanya 10×10^{-6} M biotiol.

Seperti dapat dilihat pada Gambar. 3 (A), Chi-AgNPs terdispersi dengan baik dalam larutan berair tanpa adanya biotiol. Agregasi terjadi ketika biotiol ditambahkan ke dalam larutan (Gbr. 3(B), (C) dan (D)). Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan biotiol dapat dengan mudah mengarah pada agregasi Chi-AgNPs. Distribusi ukuran partikel AgNPs diperoleh dari gambar TEM dan ukuran rata-rata Chi-AgNPs yang terdispersi adalah sekitar $3,5 \pm 1,15$ nm seperti yang ditunjukkan pada Gambar.

Menurut Sharma[13] pada pembentukan kitosan yang di terminasi tiol dikonfirmasi oleh pengukuran spektroskopi FT-IR. Ditunjukkan pada Gambar 4. Pembentukan ikatan amida (C-NH) ditandai adanya puncak pada 1680 cm^{-1} dimana keberadaan gugus Amida (CN) ditegaskan oleh adanya (CO stretching amida) dan deformasi sinyal pada 3300 cm^{-1} (-NH stretching amida). Gugus COC eter (puncak serapan kuat pada 1060 cm^{-1}) dari moitas chitosan. Ini jelas menunjukkan pembentukan ikatan amida antara kitosan dan 3-MPA. Karakteristik stretching OH kitosan dan vibrasi stretching NH gugus amina bebas sekitar 3425 cm^{-1} dengan puncak serapan sedang pada 1550 cm^{-1} sesuai dengan getaran tekuk NH.



Gambar 4. Spektra FT-IR pengamatan AgNPs dengan kitosan dan thiol kitosan

KESIMPULAN

Agen pereduksi yang baik dalam sintesis nanopartikel perak termodifikasi kitosan adalah NaBH_4 karena memiliki kemampuan reduksi yang kuat mereduksi ion Ag^+ menjadi nanopartikel serta dengan modifikasi dari kitosan yang merupakan agen pemstabil membuat nanopartikel perak dapat lebih stabil. Nanopartikel perak juga efektif untuk uji antibakteri dimana efektivitas terhadap bakteri *E.coli* lebih besar daripada *S.aureus* dengan puncak maksimum 400-450 nm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen-dosen Kimia FMIPA Unmul, keluarga, teman-teman dan seluruh pihak terkait yang sudah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putranto, T. T. (2011). Pencemaran Logam Berat Merkuri (Hg) pada Airtanah. *Teknik*, 32(1), 62-71.
- [2] Abdassah, M. (2017). Nanopartikel dengan gelasi ionik. *Farmaka*, 15(1), 45-52.
- [3] Mavani, K., & Shah, M. (2013). Synthesis of silver nanoparticles by using sodium borohydride as a reducing agent. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 2(3), 1-5.
- [4] Zhang, W., Qiao X., & Chen, J. (2007). Synthesis Of Silver Nanoparticles-Effects Of Concerned Parameters In Water/Oil Microemulsion. *Materials Science and Engineering*. 142(1), 1-15.
- [5] Goia, D. V., & Matijević, E. (1998). Preparation of monodispersed metal particles. *New Journal of Chemistry*, 22(11), 1203-1215.
- [6] Khan, Z., & AL-Thabaiti, S. A. (2022). Chitosan capped silver nanoparticles: Adsorption and photochemical activities. *Arabian Journal of Chemistry*, 15(11), 104154.
- [7] Prasetyaningtyas, T., Prasetya, A. T., & Widiarti, N. (2020). Sintesis Nanopartikel Perak Termodifikasi Kitosan dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan Uji Aktivasnya sebagai Antibakteri. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 9(1), 37-43.
- [8] Raffi, M., F. Hussain, T. M. Bhatti, J. I. Akhter, A. Hameed, & M. M. Hasan. 2008. Antibacterial Characterization of Silver Nanoparticles against *E. Coli* ATCC-15224. *J. Mater. Sci. Technol.* 24: 192-196.
- [9] Ahmad, M., M.Y. Tay, K. Shameli, M.Z. Hussein, & J.J. Lim. 2011. Green Synthesis and Characterization of Silver/Chitosan/Polyethylene Glycol Nanocomposites without any Reducing Agent. *Int. J. Mol. Sci.*, 12 (2): 4872-4884
- [10] Korbekandi, H. & S. Irvani. 2012. Silver Nanoparticles, The Delivery of Nanoparticles. Editor A.A. Hashim. InTech. <http://www.intechopen.com/books/the-delivery-of-nanoparticles/silver-nanoparticles>
- [11] Mostafa, A., H. Oudadesse, Y. Legal, E. Foad, & G. Cathelineau. 2011. Characteristics of Silver-Hydroxyapatite/PVP Nanocomposite. *Bioceramics Development and Applications*. 1: 1-3.

- [12] Orbaek, A. W., McHale, M. M., & Barron, A. R. (2015). Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles for an Undergraduate Laboratory. *Journal of Chemical Education*. doi.org/10.1021/ed500036b.
- [13] Sharma, P., Mourya, M., Choudhary, D., Goswami, M., Kundu, I., Dobhal, M. P., Tripathi, C. S. P., & Guin, D. (2018). Thiol terminated chitosan capped silver nanoparticles for sensitive and selective detection of mercury (II) ions in water. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 268, 310–318.
- [14] Handayani, A., Laksmono J. A., & Haryono A. (2011). Preparasi koloid nanosilver menggunakan stabilizer polivinil alkohol dan aplikasinya sebagai antibakteri pada bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. *Jurnal Kimia Indonesia*.
- [15] Wahyudi, T., Doni, S. & Qomarudin, H. 2011. Sintesis Nanopartikel Perak dan Uji Aktivitasnya terhadap Bakteri *E. coli* dan *S. Aureus*. *Arena Tekstil*, 26 (1): 1-60.
- [16] Mohammadi, S., & Khayatian, G. (2017). Colorimetric detection of biothiols based on aggregation of chitosan-stabilized silver nanoparticles. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 185, 27-34.