

## REVIEW ARTIKEL: NANOPARTIKEL PERAK TERMODIFIKASI *L-Cysteine* UNTUK ANALISIS ION LOGAM BESI(II)

### ARTICLE REVIEW: *L-Cysteine* MODIFIED SILVER NANOPARTICLES FOR ANALYSIS OF IRON(II) METAL ION

Alvina Nuril Wijayanti<sup>1,2</sup>, Alimuddin<sup>1,2,\*</sup>, Moh. Syaiful Arif<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Univeritas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

<sup>2</sup>Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

\*Corresponding author : [alimuddin.fmipaunmul@gmail.com](mailto:alimuddin.fmipaunmul@gmail.com)

Diterbitkan: 31 Oktober 2024

#### ABSTRACT

Silver nanoparticles are silver metal with nano size (<100 nm). Silver nanoparticles are widely researched because they have wide applications in everyday life. The method often used to synthesize silver nanoparticles is the bottom-up method. The principle of this method is the reduction reaction of  $\text{Ag}^+$  ions to  $\text{Ag}^0$ , which is in the form of silver nanoparticles. Based on the literature, the selection of an appropriate reducing agent greatly influences the size and stability of the resulting nanoparticles. Highly reactive reducing agents that are often used include: ascorbic acid, trisodium citrate and sodium borohydrate. Modification of silver nanoparticles using *L-Cysteine* functions as a capping agent/stabilizer which has been proven to be stable for up to 3 months. Silver nanoparticles modified with *L-Cysteine* function as a chloramphenicol sensor, which is characterized by a color change from yellow to brown. This color change occurs due to the aggregation of silver nanoparticles which is triggered by the interaction between silver nanoparticles and chloramphenicol.

**Keywords :** *Silver nanoparticles, L-Cysteine, capping agent.*

#### PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan zaman dan teknologi, nanopartikel berkembang pesat dan menjadi sangat populer. Nanopartikel merupakan partikel dalam ukuran nano (1-100 nm)[1]. Aplikasi nanopartikel telah meluas ke berbagai bidang seperti kesehatan, lingkungan, pertanian, tekstil, elektronika, dan energi. energi[2]. Hal ini karena nanopartikel memiliki karakteristik fisik dan kimia yang unik, seperti konduktivitas, stabilitas termal, dan aktivitas katalitik yang tinggi. Dengan demikian, hal ini mendorong pengembangan produk-produk baru dan penerapan ilmiah yang inovatif[3].

Nanopartikel perak tergolong dalam kelompok nanopartikel logam mulia dengan bilangan oksidasi nol. Dalam proses sintesisnya, diperlukan agen pereduksi untuk mengubah  $\text{Ag(I)}$  menjadi  $\text{Ag(0)}$ [4]. Selain agen pereduksi, keberadaan agen penstabil juga diperlukan untuk menjaga ukuran nanopartikel perak tetap stabil. Agen pereduksi yang biasa digunakan untuk mensintesis nanopartikel perak yaitu natrium borohidrida ( $\text{NaBH}_4$ ) dan hidrazina ( $\text{N}_2\text{H}_4$ )[5]. Trisodium sitrat juga digunakan sebagai agen penstabil dan agen reduktor[1].

Modifikasi nanopartikel perak dengan *L-Cysteine* banyak digunakan pada beberapa penelitian, dimana *L-Cysteine* memiliki kelompok sulfhidril (-SH) dalam struktur molekulnya. Kehadiran kelompok karboksilat (COOH) dan amino (-NH<sub>2</sub>) dalam *L-Cysteine* membantu menstabilkan nanopartikel. Kelompok fungsional ini bersifat hidrofilik selama interaksi antara analit dan permukaan nanopartikel[6].

Untuk meningkatkan selektivitas, dilakukan modifikasi permukaan nanopartikel perak (AgNPs) dengan berbagai macam ligan atau *capping agent*. Modifikasi permukaan ini bertujuan untuk mengontrol sifat fisikokimia dari AgNPs, seperti kestabilan disperse, reaktivitas, dan afinitas terhadap target tertentu.

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



## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan dan menganalisis berbagai jurnal ilmiah terkait nanopartikel perak yang dimodifikasi dengan *L-Cysteine* untuk analisis ion logam besi(II). Proses dimulai dengan pencarian literatur menggunakan database akademik dengan kata kunci "Nanopartikel Perak", "AgNPs dimodifikasi *L-Cysteine*", "kolorimetri", dan "*capping agent*". Artikel yang ditemukan kemudian diseleksi berdasarkan relevansi, kualitas penelitian, dan kemutakhiran informasi. Informasi yang diperoleh kemudian disusun dan dianalisis untuk mendapatkan pemahaman komprehensif tentang topik tersebut.

## PEMBAHASAN

### Ion Logam Besi (II)

Ion logam transisi memiliki sifat-sifat unik yang membedakannya dari ion logam lainnya, seperti memiliki lebih dari satu bilangan oksidasi, sifat katalitik, sifat magnetik, dan spektrum elektronik. Ion-ion ini berperan penting dalam pembentukan senyawa kompleks karena orbital *d* nya belum terisi penuh, sehingga mampu menerima pasangan elektron dari ligan untuk berikatan [7].

Ion logam transisi dengan konfigurasi elektron valensi  $d^6$  seperti besi(II), menunjukkan sifat magnetik yang menarik. Dalam senyawa kompleksnya, ion besi(II) dapat memiliki jumlah elektron tak berpasangan yang berbeda pada keadaan *spin* tinggi (4 elektron) dan *spin* rendah (0 elektron). Keadaan *spin* tinggi (paramagnetic,  $S=2$ ) dan *spin* rendah (diamagnetic,  $S=0$ ) dari ion logam  $d^6$  ini menunjukkan perbedaan momen magnet yang signifikan. Sifat magnetik ini dapat dimanfaatkan dalam sintesis senyawa yang memiliki kemampuan transisi *spin*. Transisi *spin* tersebut dapat terjadi secara reversible dan diinduksi oleh perubahan suhu, tekanan, atau iradiasi, serta terjadi dalam beberapa nanodetik [7].

Besi adalah logam transisi dengan nomor atom 26 dan konfigurasi elektron  $[Ar] 3d^6 4s^2$ . Ketika dua elektron pada orbital  $4s^2$  dilepaskan, terbentuklah ion besi(II) dengan konfigurasi  $3d^6$ . Keenam elektron dalam orbital  $3d$  ini mengisi lima orbital *d* yang berbeda:  $d_{xy}$ ,  $d_{xz}$ , dan  $d_{yz}$ ,  $d_{x^2-y^2}$  dan  $d_z^2$ . Saat ion besi(II) berikatan dengan ligan, orbital *d* akan terbelah menjadi dua set,  $t_{2g}$  dan  $e_g$ , membentuk kompleks oktahedral. Orbital  $e_g$ , yang terdiri dari  $d_{x^2-y^2}$  dan  $d_z^2$ , memiliki energi lebih tinggi dibandingkan orbital  $t_{2g}$ , yang terdiri dari:  $d_{xy}$ ,  $d_{xz}$ , dan  $d_{yz}$  [8].

### AgNPs Termodifikasi *L-Cysteine*

Modifikasi AgNPs menggunakan *L-Cysteine* dilakukan untuk deteksi vitamin B1 karena stabilitas kimia dan sifat optik dan elektroniknya sesuai. Pergeseran pita serapan LSPR dalam analisis kolorimetri terjadi karena rasio luas permukaan terhadap volume AgNPs yang tinggi dan baik untuk interaksi permukaan dengan molekul vitamin B1 [9]. Modifikasi AgNPs menggunakan *L-Cysteine* dapat berfungsi sebagai stabilizer yang terbukti mampu menjaga stabilitasnya hingga 3 bulan. Permukaan AgNPs yang terdapat *L-Cysteine* memiliki pita jelas kelompok tiol (-SH) yang menandakan adanya ikatan kovalen yang kuat [5].

Nanopartikel perak yang dimodifikasi dengan *L-Cysteine* memiliki fungsi sebagai sensor kloramfenikol, yang ditandai dengan perubahan warna dari kuning menjadi coklat. Perubahan warna ini terjadi karena adanya agregasi nanopartikel perak yang dipicu oleh interaksi antara nanopartikel perak dan kloramfenikol [1]. Nanopartikel perak yang dilapisi dengan ligan kiral *L-Cysteine* menunjukkan interaksi yang selektif dengan R-ketoprofen dan mengalami perubahan warna dari kuning menjadi hijau [10].

### Kolorimetri

Kolorimetri adalah teknik perbandingan yang memanfaatkan perbedaan warna. Metode ini mengukur warna suatu zat dengan membandingkannya dengan standar. Biasanya, cahaya putih digunakan sebagai sumber cahaya untuk menilai absorpsi relatif zat tersebut. Kolorimeter adalah alat yang umumnya digunakan untuk menilai perbedaan warna yang terlihat. Salah satu keunggulan utama metode kolorimetri adalah kemudahannya dalam menentukan konsentrasi zat yang sangat kecil [11].

Kesesuaian sensor kolorimetri untuk mendeteksi vitamin B1 diperiksa dengan menambahkan berbagai macam zat kimia yang beragam yang terdapat dalam sampel makanan dan air menggunakan AgNPs yang dilapisi oleh Cys [9]. Sensor kolorimetri juga dapat diimplementasikan berdasarkan reaksi

diazotisasi, pembentukan kompleks, reaksi redoks, enzimatik, dan nanopartikel logam. Sensor kolorimetri yang berbasis nanopartikel logam sering dipilih karena memiliki karakteristik unik, yaitu adanya Resonansi Plasmon Permukaan Lokalisasi (LSPR) di area cahaya tampak. Prinsip dasar dari kolorimetri adalah ketika nanopartikel teragregasi dengan analit, menyebabkan perubahan posisi LSPR menuju panjang gelombang yang lebih besar, sering disebut sebagai bathochromic atau *redshif*. AgNPs seringkali didesain untuk digunakan dalam sistem sensor kolorimetri[12].

Namun, kekurangan dari sensor kolorimetri yang berbasis AgNPs adalah sensitivitas yang kurang baik karena dapat teroksidasi pada permukaannya. Oleh karena itu, fungsionalisasi permukaan sangat penting dalam meningkatkan stabilitas dan aplikasi analitis AgNPs[13].

## REFERENSI

- [1] Fitria Nisaul Khasanah, C., Alimuddin, and Syaiful Arif, M. 2023. Optimasi Konsentrasi L-Cysteine Pada Modifikasi Sintesis Nanopartikel Perak (AgNPs) dengan L-Cysteine. *Jurnal Atomik*. 08(1): 1–3. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-3127->.
- [2] Dian, C., Luthfia, M., Miswanda, D., Nasution, H.M., Muslim, U., Al, N., Garu, J., No, I.I.A., Harjosari, I., Amplas, K.M., Medan, K., and Utara, S. 2024. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Bidara ( *Ziziphus Spina-Christi* ) Dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Jurnal Riset Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*. 2(1)
- [3] Oktavia, I.N., and Sutoyo, S. 2021. Review Artikel: Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Tumbuhan Sebagai Bahan Antioksidan. *Unesa Journal of Chemistry*. 10(1): 37–54. <https://doi.org/10.26740/ujc.v10n1.p37-54>.
- [4] Alfanaar, R., and Afthoni, M.H. 2021. Reduksi Katalitik 4-Nitrofenol Dengan Katalis Nanopartikel Perak Terkonjugasi L-Lisine. *Rafflesia Journal of Natural and Applied Sciences*. 1(2): 83–89. <https://doi.org/10.33369/rjna.v1i2.18572>.
- [5] Panhwar, S., Hassan, S.S., Mahar, R.B., Canlier, A., Sirajuddin, and Arain, M. 2018. Synthesis of L-Cysteine Capped Silver Nanoparticles in Acidic Media at Room Temperature and Detailed Characterization. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*. 28(3): 863–870. <https://doi.org/10.1007/s10904-017-0748-9>.
- [6] Asfaram, A., Ghaedi, M., Agarwal, S., Tyagi, I., and Gupta, V.K. 2015. Removal of Basic Dye Auramine-O by ZnS:Cu Nanoparticles Loaded on Activated Carbon: Optimization of Parameters Using Response Surface Methodology with Central Composite Design. *RSC Advances*. 5[Citation(24): 18438–18450. <https://doi.org/10.1039/c4ra15637d>.
- [7] Zakiah Fathiana, D., and Djulia Onggo, dan 2005. Sintesis Dan Karakterisasi Senyawa Kompleks (II) Dengan Ligan,6-Di-2-Piridil-1,2,4,5-Tetrazin (DPTZ). *Jurnal Sains Materi Indonesia Indonesian Journal of Materials Science*. 7(1): 16–20.
- [8] Fitriani, F. 2021. Kompleks Besi(II) Dengan Ligan 3-Bpp: Review. *Jurnal Kartika Kimia*. 4(1): 21–27. <https://doi.org/10.26874/jkk.v4i1.74>.
- [9] Khalkho, B.R., Kurrey, R., Deb, M.K., Shrivastava, K., Thakur, S.S., Pervez, S., and Jain, V.K. 2020. L-Cysteine Modified Silver Nanoparticles for Selective and Sensitive Colorimetric Detection of Vitamin B1 in Food and Water Samples. *Heliyon*. 6(2): e03423. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03423>.
- [10] Obaid, A., Mohd Jamil, A.K., Saharin, S.M., and Mohamad, S. 2021. L-Cysteine Capped Silver Nanoparticles as Chiral Recognition Sensor for Ketoprofen Enantiomers. *Chirality*. 33(11): 810–823. <https://doi.org/10.1002/chir.23354>.
- [11] Ardiatma, D., and Surito 2019. Analisis Pengujian Sisa Klor Di Jaringan Distribusi Kiji WTPI PT. Jababeka Infrastruktur Cikarang Menggunakan Metode Kolorimetri. *Jurnal Teknologi Dan Pengelolaan Lingkungan*. 6(1): 1–7.
- [12] Badi'ah, H.I., Ummah, D.K., Puspaningsih, N.N.T., and Supriyanto, G. 2022. Strategies in Improving Sensitivity of Colorimetry Sensor Based on Silver Nanoparticles in Chemical and Biological Samples. *Indonesian Journal of Chemistry*. 22(6): 1705–1721. <https://doi.org/10.22146/ijc.73194>.
- [13] Hu, R., Long, G., Chen, J., Yin, Y., Liu, Y., Zhu, F., Feng, J., Mei, Y., Wang, R., Xue, H., Tian, D., and Li, H. 2015. Highly Sensitive Colorimetric Sensor for the Detection of H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>- Based on Self-Assembly of p-Sulfonatocalix[6]Arene Modified Silver Nanoparticles. *Sensors and Actuators, B: Chemical*.

218: 191–195. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2015.04.064>.