

NANOPARTIKEL PERAK TERMODIFIKASI L-Cysteine SEBAGAI DETEKTOR ION MERKURI SECARA KOLORIMETRI: REVIEW JURNAL

SILVER NANOPARTICLES CAPPED L-Cysteine AS A MERCURY ION DETECTOR BY COLORIMETRY: A JOURNAL REVIEW

Rizky Arrasyid, Syaiful Arif*, Alimuddin

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

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

Diterbitkan: 30 Oktober 2023

ABSTRACT

Nanoparticles are a field of research on the atomic scale with a particle size of 1-100 nm. There are many applications of nanoparticles in various fields, such as heavy metal detectors. One type of nanoparticle that can be used as a detector is L-Cysteine modified silver nanoparticles (AgNPs-L-Cys). Thus, the purpose of this review is to determine the ability of L-Cysteine modified silver nanoparticles to detect heavy metals from literature data. Based on the results of the literature, one of the heavy metals that can be detected using AgNPs-L-Cys is Hg. The color of the solution synthesized by AgNPs-L-Cys is a yellow solution. From the results of some literature, there are differences in color changes in the addition of Hg solution to AgNPs-L-Cys solutions such as changes in color from yellow to white, dark yellow to clear, and brown to light yellow. The maximum wavelengths for detecting Hg²⁺ metal ions from several literatures were found to be 420 nm, 410 nm, 392 nm and 390 nm. The linearity results were obtained in the range of 1-2500 nM with a relation coefficient of 0.994 and 40-1040 nM with a relation coefficient of 0.998. When compared to gold nanoparticles modified L-Cysteine (GNPs-Cys), AgNPs-L-Cys has a wider range where GNPs-Cys has a range of 100-2000 nM with a correlation coefficient of 0.9747. The LOD results obtained from several literatures were 45.39 nM and 8 nM. The % recovery results obtained from several literatures are 98.38% ± 14.1% and 91.5%~109.1%. From these data, AgNPs-L-Cys can be used for the detection of Hg²⁺ metal ions with high selectivity, sensitivity, simplicity and detection speed.

Keywords: Silver Nanoparticles, L-Cysteine, Mercury, Colorimetry

ABSTRAK

Nanopartikel merupakan bidang penelitian dalam skala atom yaitu dengan ukuran partikel 1-100 nm. Banyak pengaplikasian nanopartikel ke berbagai bidang seperti, salah satunya sebagai detektor logam berat. Salah satu jenis nanopartikel yang dapat digunakan sebagai detektor yaitu nanopartikel perak termodifikasi L-cysteine (AgNPs-L-Cys). Sehingga, tujuan dari review ini untuk mengetahui kemampuan nanopartikel perak termodifikasi L-Cysteine untuk mendeteksi logam berat dari data-data literatur. Berdasarkan hasil literatur, salah satu logam berat yang dapat dideteksi menggunakan AgNPs-L-Cys yaitu Hg. Warna larutan hasil sintesis AgNPs-L-Cys berupa larutan berwarna kuning. Dari hasil beberapa literatur, terdapat perbedaan perubahan warna dalam penambahan larutan Hg ke larutan AgNPs-L-Cys seperti perubahan warna kuning menjadi putih, kuning gelap menjadi bening, dan coklat menjadi kuning terang. Panjang gelombang maksimum untuk mendeteksi ion logam Hg²⁺ dari beberapa literatur didapatkan sebesar 420 nm, 410 nm, 392 nm dan 390 nm. Diperoleh hasil linearitas yaitu dengan range 1-2500 nM dengan koefisien relasi sebesar 0,994 dan 40-1040 nM dan dengan koefisien relasi sebesar 0,998. Jika dibandingkan dengan nanopartikel emas termodifikasi L-Cysteine (GNPs-Cys), AgNPs-L-Cys memiliki rentang yang lebih luas dimana GNPs-Cys memiliki rentang sebesar 100-2000 nM dengan koefisien relasi 0,9747. Hasil LOD yang diperoleh dari beberapa literatur yaitu sebesar 45,39 nM dan 8 nM.

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



Hasil % *Recovery* yang diperoleh dari beberapa literatur yaitu sebesar $98,38\% \pm 14,1\%$ dan $91,5\% \sim 109,1\%$. Dari data tersebut maka AgNPs-L-Cys dapat digunakan untuk deteksi ion logam Hg^{2+} dengan selektivitas, kesederhanaan dan kecepatan deteksi yang tinggi.

Kata kunci: Nanopartikel Perak, L-Cysteine, Merkuri, Kolorimetri

PENDAHULUAN

Merkuri merupakan salah satu logam berat yang berbahaya baik bagi lingkungan atau kesehatan manusia. Merkuri dapat mencemari air, tanah atau udara melalui limbah industri, batu bara serta pupuk atau pestisida yang mengandung merkuri. Untuk mengatasi masalah lingkungan akibat merkuri, maka diperlukan metode analisis merkuri yang akurat dan sensitif. Banyak metode yang dapat dilakukan untuk mendeteksi ion logam berat seperti metode kolorimetri [5], spektrofotometri serapan atom (SSA) [12], spektrofotometer fluoresensi [13] dan masih banyak lagi.

Nanopartikel merupakan penelitian dan pengembangan pada skala atom, molekuler, atau makromolekul. Nanopartikel dianggap sebagai tiang pondasi bagi nanoteknologi dan dikenal sebagai partikel dengan rentang ukuran 1 - 100 nm [3]. Terdapat banyak jenis nanopartikel, beberapa jenis tersebut yaitu nanopartikel berbasis karbon, nanopartikel semikonduktor, nanopartikel logam, dan masih banyak lagi [8]. Metode sintesis nanopartikel dapat dilakukan secara fisika, kimia dan biologi. Salah satu metode kimia dalam sintesis nanopartikel yaitu reduksi kimia dengan menggunakan reduktor.

Nanopartikel perak memiliki tingkat kestabilan yang rendah yang berdampak terhadap sifat dan performanya sehingga perlu penggunaan *capping-agent* atau stabilizer sebagai penstabil [9]. Salah satu jenis *capping-agent* yang dapat digunakan yaitu L-Cysteine [13]. L-cysteine (Cys) memiliki gugus -SH yang dapat mengikat ke permukaan nanopartikel logam membentuk ikatan contohnya pada nanopartikel perak membentuk ikatan Ag-S [10]. Gugus karboksilat (COOH) dan gugus amino (-NH₂) yang ada di struktur L-cysteine juga menstabilkan nanopartikel [8].

Banyak pengaplikasian nanopartikel, salah satunya dalam bidang lingkungan dapat digunakan untuk mendeteksi ion logam dengan metode optikal (kolorimetri dan fluorimetri) yang sederhana [2]. Metode kolorimetri sering digunakan untuk mendeteksi suatu ion logam dalam sampel baik secara kualitatif (secara visual melalui perubahan warna) atau

kuantitatif (melibatkan pengukuran dengan alat spektrofotometer atau kolorimeter) [1].

METODE DETEKSI MERKURI MENGGUNAKAN AGNPS-L-CYS

Sintesis nanopartikel perak termodifikasi L-cysteine dapat dilakukan dengan metode *bottom-up* yaitu secara reduksi kimia menggunakan reduktor seperti NaBH₄ [6] [10] [11] [15]. Secara reduksi kimia, ion Ag⁺ akan mengalami reduksi menjadi Ag⁰. Selanjutnya menggunakan L-cysteine sebagai *capping-agent* yang dimana memiliki gugus -SH yang akan mengikat ke permukaan AgNPs.

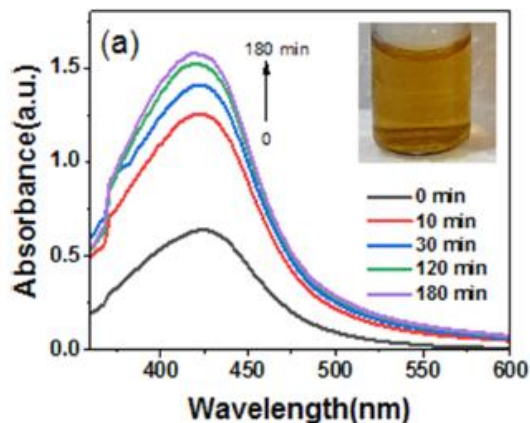
Selanjutnya dilakukan pengukuran panjang gelombang maksimum dan setelah ditemukan panjang gelombang maksimum AgNP-L-Cys, dapat diaplikasikan ke sampel yang mengandung merkuri serta dilakukan pengujian parameter validasi.

PEMBAHASAN

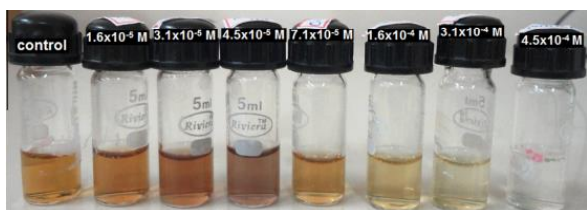
Pada berbagai penelitian mengenai nanopartikel perak termodifikasi L-cysteine, diperoleh hasil berupa larutan berwarna kuning dan diperoleh panjang gelombang maksimum dengan kisaran antara 380-450 nm, maka dapat dikatakan bahwa keberhasilan dalam sintesis AgNPs-L-Cys dapat dikatakan berhasil jika berada dalam rentang tersebut [10]. Pada penelitian Samuel [15] diperoleh panjang gelombang maksimum AgNPs-L-Cys sebesar 420 nm, serta pada penelitian Nidya [10], Panhwar [11] dan Fan [6] memiliki panjang gelombang secara berurutan sebesar 410 nm, 392 nm dan 390 nm. Maka dari data tersebut, pernyataan diatas dapat dikatakan benar.

Pada penelitian Samuel [15], Fan [6] dan Nidya [10] dilakukan pengaplikasian nanopartikel perak termodifikasi L-cysteine sebagai detektor ion merkuri. Dari semua penelitian diperoleh warna larutan AgNP-L-Cys berupa warna kuning dan setelah diaplikasikan ke ion logam merkuri terjadi perubahan warna. Pada penelitian Samuel [15] membentuk warna putih, pada penelitian Nidya [10] warna larutan semakin memudar hingga membentuk larutan bening. Pada penelitian Fan [6], larutan AgNPs-L-Cys ditambahkan dengan NaCl dan *adenosine triphosphate* (ATP) yang menyebabkan gugus

fosfat dari ATP dan gugus amino dari L-cysteine bereaksi sehingga terjadi perubahan warna dari kuning menjadi coklat. Pada penambahan ion Hg^{2+} yang menyebabkan pengambatan antara ATP dengan L-cysteine, menghasilkan warna larutan menjadi kuning terang.



Gambar 1. Hasil spektrofotometri AgNP-L-Cys [15]

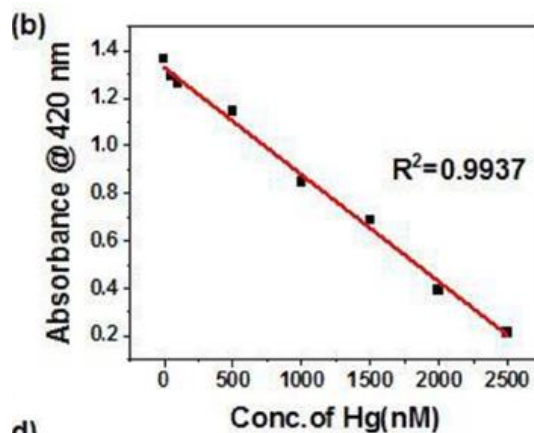


Gambar 2. Hasil penambahan ion logam Hg^{2+} ke AgNPs-L-Cys [10]

Dilakukan uji parameter validasi seperti linearitas, limit deteksi (LOD) dan % recovery untuk mengetahui apakah metode deteksi ion merkuri dengan menggunakan nanopartikel perak termodifikasi L-cysteine memiliki tingkat selektivitas dan sensitifitas yang tinggi. Pada penelitian Samuel [15] dan Fan [6] dilakukan uji parameter linearitas dan diperoleh masing-masing sebesar 1-2500 nM dan 40-1040 nM. Dibandingkan dengan menggunakan nanopartikel emas termodifikasi L-cysteine diperoleh sebesar 100-2000 nM [4], AgNPs-L-Cys memiliki rentang yang lebih luas serta lebih runtu dibandingkan GNPs-Cys.

Diperoleh nilai limit deteksi (LOD) pada penelitian Samuel [15] sebesar 45,39 nM dan Fan [6] sebesar 8 nM. Hal ini menunjukkan bahwa nanopartikel perak termodifikasi L-cysteine memiliki sensitifitas yang tinggi dimana dapat mendeteksi perubahan kecil dalam konsentrasi ion logam merkuri yang relatif rendah. Serta diperoleh % recovery pada penelitian Samuel [15] sebesar $98,38\% \pm 14,1\%$ dan Fan [6] sebesar

91,5%~109,1%. Maka dari data tersebut metode deteksi ion merkuri dengan nanopartikel perak termodifikasi L-cysteine memiliki tingkat akurasi yang tinggi.



Gambar 3. Hasil linearitas AgNPs-L-Cys-Hg [15]

KESIMPULAN

Sintesis nanopartikel perak termodifikasi L-cysteine dapat dikatakan berhasil jika diperoleh panjang gelombang maksimum antara 380-450 nm. Dengan data-data hasil uji parameter validasi yaitu uji linearitas, limit deteksi (LOD) dan % recovery yang tinggi, maka dapat disimpulkan bahwa nanopartikel perak termodifikasi L-cysteine dapat digunakan untuk mendeteksi ion logam merkuri (Hg^{2+}) dengan tingkat selektivitas dan sensitifitas tinggi serta kesederhanaan dalam sintesis AgNPs-L-Cys.

UCAPAN TERIMA KASIH

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bai, L., Tou, L. J., Gao, Q., Bose, P., & Zhao, Y. (2013). Remarkably Colorimetric Sensing of Heavy Metal. *Chemical Communications*, 52(94), 13691-13694.
- [2] Berlina, A. N., Zherdev, A. V., & Dzantiev, B. B. (2019). Progress in rapid optical assays for heavy metal ions based on the use. *Microchimica Acta*, 186, 1-39.
- [3] Biswas, P., & Wu, C.-Y. (2005). Nanoparticles and The Environment. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 55(6), 708-746.

- [4] Chai, F., Wang, C., Wang, T., Ma, Z., & Su, Z. (2009). L-cysteine functionalized gold nanoparticles for the colorimetric detection of Hg^{2+} induced by ultraviolet light. *Nanotechnology*, 21(2), 025501.
- [5] Chen, Z., Zhang, Z., Qi, J., You, J., Ma, J., & Chen, L. (2023). Colorimetric detection of heavy metal ions with various chromogenic materials: Strategies and applications. *Journal of Hazardous Materials*, 441, 129889
- [6] Fan, P., He, S., Cheng, J., Hu, C., Liu, C., Yang, S., & Liu, J. (2020). L-cysteine modified silver nanoparticles-based colorimetric sensing for the sensitive determination of Hg^{2+} in aqueous solutions. *Luminescence*, 36(3), 698-704. doi: 10.1002/bio.3990.
- [7] Khalkho, B. R., Kurey, R., Deb, M. K., Shrivastava, K., Thakur, S. S., Pervez, S., & 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.
- [8] Khan, I., Saeed, K., & Khan, I. (2019). Nanoparticles: Properties, applications and. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(7), 908-931.
- [9] Krutyakov, Y. A., Kudrinskiy, A. A., Olenin, A. Y., & Lisichkin, G. V. (2008). Synthesis and properties of silver nanoparticles: advances and. *Russian Chemical Reviews*, 77(3), 233-257.
- [10] Nidya, M., Umadevi, M., & Rajkumar, B. J. (2014). Structural, morphological and optical studies of L-cysteine modified silver nanoparticles and its application as a probe for the selective colorimetric detection of Hg^{2+} . *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 133, 265-271.
- [11] Panhwar, S., Hassan, S. S., Mahar, R. B., Canlier, A., Sirajuddin, & 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, 863-870.
- [12] Prabhas, L., Agrawal, M., & Mishra, K. N. (2018). Heavy Metal Detection Using AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) In Leafy Vegetables: Part 1. *International Journal of Advance Research in Science and Engineering*, 7(2), 742-749.
- [13] Prestel, H., Gahr, A., & Niessner, R. (2000). Detection of heavy metals in water by fluorescence spectroscopy: On the way to a suitable sensor system. *Fresenius Journal Analytical Chemistry*, 368, 182-191.
- [14] Restrepo, C. V., & Villa, C. G. (2021). Synthesis of silver nanoparticles, influence of capping agents, and. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 15, 100428.
- [15] Samuel, V. R., & Rao, K. J. (2023). A rapid colorimetric dual sensor for the detection of mercury and lead ions in water using cysteine capped silver nanoparticles. *Chemical Physics Impact*, 6, 100161.