



## Pemanfaatan Nanopartikel Logam Mulia untuk Mengukur Kadar Logam Berat dalam Berbagai Sampel Cair



Lena Rahmidar<sup>1\*</sup>, Hudzaifah Al Fatih<sup>1</sup>, Afianti Sulastr<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ARS University, Jl. Sekolah Internasional 1-6 Antapani, Bandung 40291

<sup>2</sup>Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi No.229, Bandung 40154

\*Email: lenarahmidar@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.4.3.70-74>

### ABSTRACT

*Precious metal, such as gold and silver, nanoparticles are currently a trending research topic due to their exceptional ability to detect various analytes such as heavy metals. This is due to the unique property of precious metal nanoparticles called surface plasmon resonance, one of which is caused by the small size and large surface area of the precious metal nanoparticles. In addition, precious metal nanoparticles also have other advantages, such as easy procedures, economical synthesis costs, a good selectivity and sensitivity. In this article, we describe the research results of several nanoparticles of precious metals, particularly silver and gold. The heavy metals studied were Pb, Cr, and Hg. The mechanism that occurs in detecting heavy metal concentration using precious metal nanoparticles by spectrometry visible is due to the color change of the nanoparticles when they combine with heavy metals. The method used is chemical reduction and detection using a UV-Visible spectrophotometer. The color change of the nanoparticle sensor is caused by a reduction-oxidation reaction or other chemical reactions such as the formation of hydrogen bonds and the Van der Waals attraction between the analyte and the nanoparticles. Apart from determining the concentrations of heavy metals in environmental samples, this method can also be developed further for other analytes and for food samples or for the biomedical field.*

**Keywords:** Gold nanoparticles, silver, heavy metal, spectrometry, colorimetry.

### ABSTRAK

Nanopartikel logam mulia, seperti emas dan perak, saat ini menjadi trend topik penelitian karena kemampuannya yang istimewa dalam mendeteksi berbagai analit seperti logam berat. Hal ini disebabkan oleh sifat unik nanopartikel logam mulia yang disebut dengan *surface plasmon resonance*, yang salah satunya disebabkan oleh kecilnya ukuran serta besarnya luas permukaan nanopartikel logam mulia. Selain itu, nanopartikel logam mulia juga memiliki kelebihan lain, seperti mudahnya prosedur kerja, biaya pembuatan yang ekonomis, cukup selektif dan sensitif. Dalam artikel ini, kami menuliskan hasil penelitian dari beberapa nanopartikel logam mulia, khususnya logam perak dan emas. Logam berat yang diteliti diantaranya adalah Pb, Cr, dan Hg. Mekanisme yang terjadi dalam mendeteksi kadar logam berat menggunakan nanopartikel logam mulia secara kolorimetri adalah karena adanya perubahan warna dari nanopartikel ketika bergabung dengan logam berat. Metode yang digunakan adalah reduksi secara kimia serta deteksi menggunakan spektrofotometer UV-Visible. Perubahan warna dari sensor nanopartikel disebabkan oleh reaksi reduksi – oksidasi atau pun reaksi kimia lainnya seperti terbentuknya ikatan hidrogen dan gaya tarik menarik Van der Waals antara analit dengan nanopartikel. Selain untuk menentukan kadar logam berat di dalam sampel lingkungan, metode ini juga bisa dikembangkan lebih lanjut untuk analit lainnya dan dari sampel makanan atau pun untuk bidang biomedis.

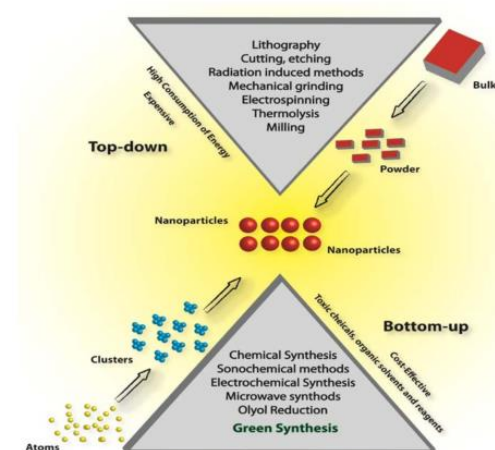
**Kata kunci:** Nanopartikel emas, perak, logam berat, spektrometri, kolorimetri.

## PENDAHULUAN

Kemajuan zaman saat ini yang ditandai dengan pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menyebabkan eksploitasi sumber daya mineral, termasuk logam berat, dari perut bumi semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena kebutuhan akan mineral yang semakin besar untuk bahan baku pembuatan berbagai kebutuhan manusia modern, seperti telepon pintar, laptop, bahan bangunan dari logam, mobil, dsb. Selain berdampak buruk terhadap lingkungan, logam berat yang sudah selesai masa pemakaiannya juga akan menjadi limbah dan mencemari lingkungan sekitarnya (Annadhasan, 2014).

Logam berat tergolong bahan berbahaya dan beracun (B3) karena sifatnya yang persisten atau tidak bisa terdegradasi secara alami ketika dibuang ke lingkungan (Al Qodri, 2020). Logam berat memiliki berat jenis lima kali lebih besar dibandingkan berat jenis air. Oleh karena sebab inilah, maka analisis atau deteksi keberadaan logam berat di dalam suatu sampel lingkungan sangatlah penting, untuk meminimalkan pencemaran yang akan diakibatkan oleh keberadaan logam berat tersebut. Selama ini, analisis logam berat dilakukan menggunakan instrument yang harganya sangat mahal dan pengoperasiannya memerlukan skill operator yang mahir, seperti AAS dan ICP-MS. Sehingga tidak praktis untuk negara Indonesia yang masih sedang berkembang. Oleh karena inilah, maka diperlukan suatu alternatif metode atau alat deteksi logam berat yang sederhana, ekonomis,

dan mudah pengoperasiannya. Salah satu alternatif metode analisis ini adalah penggunaan nanopartikel logam mulia, seperti emas dan perak, sebagai sensor keberadaan logam berat di lingkungan, dengan menggunakan instrument spektrofotometer sinar tampak yang harganya jauh lebih ekonomis dibandingkan AAS dan ICP-MS (Firdaus 2017, Zhao, 2020). Gambar 1 memperlihatkan ilustrasi sintesis nanopartikel emas dan perak secara kimia dan fisika. Pada penelitian ini, kami mencoba untuk mensintesis nanopartikel emas secara kimia, yaitu metode reduksi kimia atau *bottom up*.



**Gambar 1.** Ilustrasi metode sintesis nanopartikel logam mulia (Azharuddin, 2019), berdasarkan metode kimia (*bottom up*) dan fisika (*top down*).

**Tabel 1.** Pemanfaatan nanopartikel logam mulia dalam berbagai analisis kuantitatif untuk menentukan logam berat.

Nanopartikel	Metode Deteksi	Ukuran	LOD	Analit Logam	Referensi
AgNPs	Kolorimetri	32 nm	53 nM	Hg(II) Pb(II) Mn(II)	Annadhasan, 2014
	Kolorimetri	20-35 nm	4.6 nM	Hg(II)	Luo, 2015
	Kolorimetri	3.8 nm	300 nM	Hg(II)	Tirado, 2017
	Kolorimetri	5-10 nm	47.6 uM	Hg(II)	Alam, 2015
	Kolorimetri	25 nm	94 nM	Pb(II) Cu(II)	Cheon, 2016
AuNPs	Elektrokimia	15 nm	0.1 uM	Cd(II) Pb(II) Cu(II)	Zhang, 2016
	Voltametri	31-52 nm	85 ug/L	Pb(II) Cd(II) Cu(II)	Devnani, 2015
	Kolorimetri	35-50 nm	-	Hg(II)	Firdaus, 2017
	Kolorimetri	10-25	-	Hg(II)	Ravi, 2013
	Kolorimetri	36 nm	16 nM	Hg(II), Pb(II)	Annadhasan, 2014

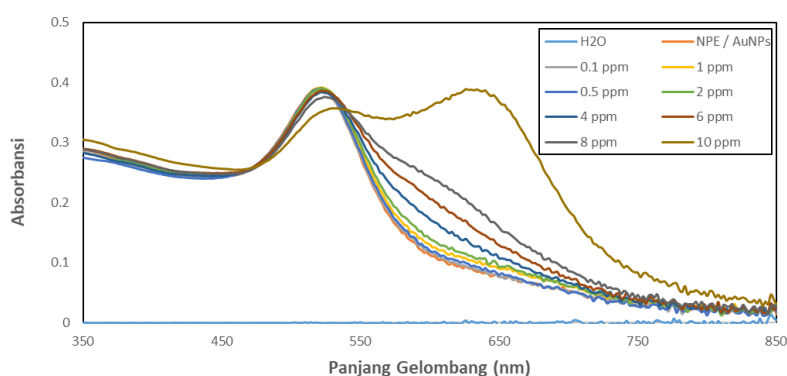
## METODE PENELITIAN

Pembuatan nanopartikel emas menggunakan precursor  $\text{HAuCl}_4$ , sedangkan untuk nanopartikel perak menggunakan  $\text{AgNO}_3$ . Reduktor kimia yang digunakan adalah natrium sitrat. Logam berat yang dianalisis dibuat dari garamnya, yaitu  $\text{Cr(III)}$ ,  $\text{Cr(VI)}$ ,  $\text{Pb(II)}$ ,  $\text{Hg(II)}$ , dst. Semua zat kimia ini dibeli dari perusahaan Merck Ltd. (Darmstadt, Germany). Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini adalah air murni hasil destilasi. Alat yang digunakan untuk analisis kuantitatif adalah Spektrofotometer UV-visibel (Genesys, Germany). Nanopartikel dibuat dengan reduktor natrium sitrat (Turkevich, 1963).

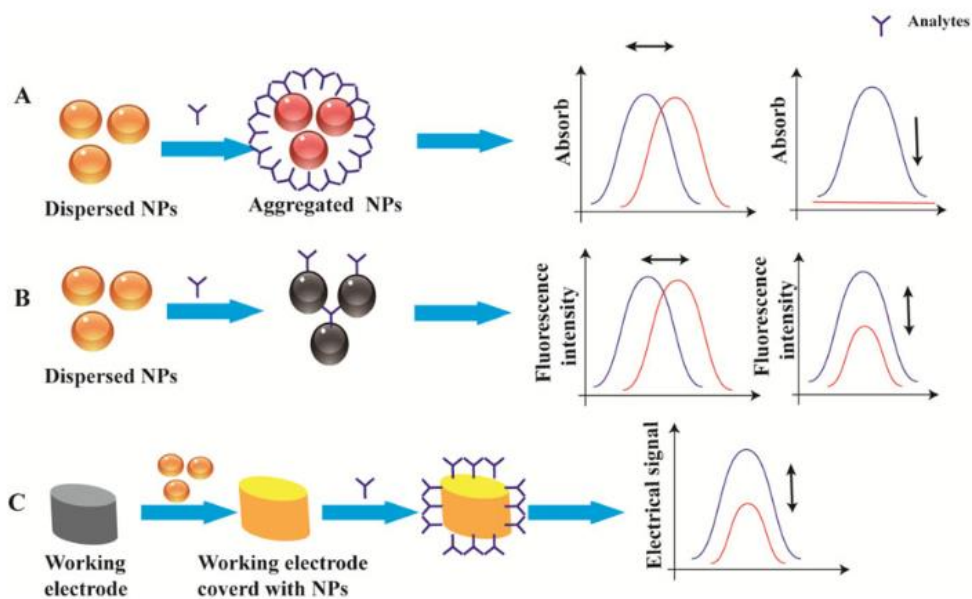
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti telah berhasil membuat nanopartikel logam mulia, salah satunya ditampilkan dalam Gambar 2, yaitu pola ita serapan nanopartikel emas yang memiliki panjang gelombang maksimum 520 nm. Hasil ini sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya yang memberikan warna merah anggur pada nanopartikel emas yang terbentuk (Zhang, 2016).

Perbandingan berbagai data literatur yang telah berhasil membuat nanopartikel emas dan perak dirangkum dalam Tabel 1, beserta dengan metode deteksi dan logam yang dianalisisnya.

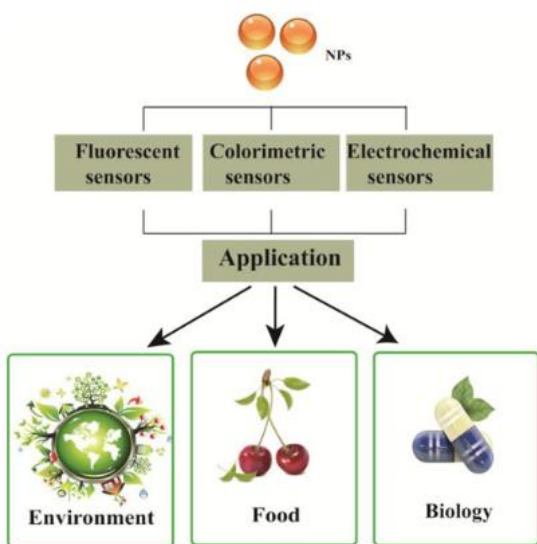


**Gambar 2.** Hasil penelitian yang menunjukkan Panjang gelombang maksimum nanopartikel emas pada 520 nm, serta tipe pergeseran pita serapan (absorbansi) setelah penambahan logam berat dalam konsentrasi ppm.



**Gambar 3.** Mekanisme deteksi menggunakan instrument spektrometer sinar tampak, fluoresensi dan elektrokimia. Analit yang dianalisis adalah logam berat, dengan sensor probe nya berupa nanopartikel logam mulia (Zhao, 2020).

Gambar 3 memperlihatkan mekanisme yang terjadi saat nanopartikel emas digunakan untuk mendeteksi logam berat, dengan 3 metode analisis kuantitatif yang berbeda yaitu spektrofotometri, fluoresensi dan elektrokimia. Pada saat menggunakan alat spektrofotometer atau kolorimeter, maka perubahan warna pada panjang gelombang sinar tampak (400 – 750 nm) lah yang menjadi dasar analisis kuantitatif ini. Ukuran nanopartikel awal yang berkisar pada 10 sampai 100 nm akan saling bergabung dan membentuk agregat dengan ukuran yang lebih besar dengan adanya logam berat atau analit lainnya. Ukuran akhir agregat tersebut lebih besar dari 100 nm, sehingga warnanya pun akan berubah dari merah anggur menjadi biru.



**Gambar 4.** Berbagai kemungkinan pemanfaatan nanopartikel emas dan perak (Zhao, 2020) di bidang lingkungan, makanan, biologi (biomedis).

Berkat adanya sifat unik dari nanopartikel logam mulia ini, pemanfaatannya dalam berbagai bidang saat ini sedang banyak diteliti oleh analis dari seluruh penjuru dunia. Gambar 4 memperlihatkan 3 kelompok utama yang telah berhasil dikembangkan oleh para peneliti, yaitu di bidang lingkungan, makanan dan biologi atau biomedis. Selain logam berat, nanopartikel ini juga bisa dimanfaatkan untuk mengidentifikasi

senyawa lain seperti senyawa organik dan biomolekul.

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini kami telah berhasil membuat nanopartikel logam berat yang terdiri dari nanopartikel perak dan emas serta aplikasinya dalam penentuan konsentrasi berbagai logam berat di dalam sampel cair. Nanopartikel emas yang terbentuk memiliki warna merah anggur dengan Panjang gelombang maksimum 520 nm. Pada saat bereaksi dengan logam berat, maka akan terjadi perubahan warna yang mengakibatkan pergeseran pita Panjang gelombang maksimum tersebut, sehingga metode ini bisa digunakan untuk mendeteksi berbagai logam berat seperti kromium (Cr), timbal (Pb) dan merkuri (Hg).

## DAFTAR PUSTAKA

- Alam MN, Chatterjee A et al (2015) Burmese grape fruit juice can trigger the “logic gate”-like colorimetric sensing behavior of Ag nanoparticles towards toxic metal ions. *RSC Adv* 5(30):23419–23430.
- Al Qodri, I., Sipriyadi, S., & Ruyani, A. (2020). Isolation of Mercury Reducing Bacteria from Gold Mining waste that has the Potential as a Chromium Bioremediation Agent. *Bencoolen Journal of Science Education and Technology*, 1(1), 19-24.
- Annadhasan M, Muthukumarasamyvel T et al (2014) Green synthesized silver and gold nanoparticles for colorimetric detection of  $Hg^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ , and  $Mn^{2+}$  in aqueous medium. *ACS Sustain Chem Eng* 2(4):887–896.
- Azharuddin, M., Zhu, G. H., Das, D., Ozgur, E., Uzun, L., Turner, A. P. F., Patra, H. K., (2019), A repertoire of biomedical applications of noble metal nanoparticles, *Chemical Communications*, 55(49), 6964-6996.
- Cheon J, Park W (2016) Green synthesis of silver nanoparticles stabilized with mussel-inspired

- protein and colorimetric sensing of lead (II) and copper (II) ions. *Int J Mol Sci* 17(12):2006.
- Devnani H, Satsangee S (2015) Green gold nanoparticle modified anthocyanin-based carbon paste electrode for voltammetric determination of heavy metals. *Int J Environ Sci Technol* 12(4):1269–1282.
- Firdaus M, Andriana S et al (2017) Green synthesis of silver nanoparticles using Carica papaya fruit extract under sunlight irradiation and their colorimetric detection of mercury ions. *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing.
- Luo Y, Shen S et al (2015) Green synthesis of silver nanoparticles in xylan solution via Tollens reaction and their detection for Hg<sup>2+</sup>. *Nanoscale* 7(2):690–700.
- Ravi SS, Christena LR et al (2013) Green synthesized silver nanoparticles for selective colorimetric sensing of Hg<sup>2+</sup> in aqueous solution at wide pH range. *Analyst* 138(15):4370–4377.
- Tirado-Guizar A, Rodriguez-Gattorno G et al (2017) Eco-friendly synthesis of egg-white capped silver nanoparticles for rapid, selective, and sensitive detection of Hg (II). *MRS Commun* 7(3): 695-700.
- B. V. Enustun and J. Turkevich, “Coagulation of colloidal gold,” *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 85, pp. 3317–3328, 1963.
- Zhang B, Chen J et al (2016) Facile and green fabrication of size-controlled AuNPs/CNFs hybrids for the highly sensitive simultaneous detection of heavy metal ions. *ElectrochimActa* 196:422–430.
- Zhao, X., Zhao, H., Yan, L., Li, N., Shi, J., & Jiang, C. (2020). Recent developments in detection using noble metal nanoparticles. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 50(2), 97-110.