



## Pengaruh pH Agen Pereduksi Serin Terhadap Sintesis Nanopartikel Emas

*Effect of Serine-Reducing Agent pH on Gold Nanoparticle Synthesis*

**Meiyanti Ratna Kumalasari, Zimon Pereiz, Chuchita**

Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah, Indonesia

\*Email: meiyantiratna@mipa.upr.ac.id

\*Correspondence: Meiyanti Ratna Kumalasari

DOI:

10.59141/comserva.v2i12.727

### ABSTRAK

Histori Artikel

Diajukan : 02-04-2023

Diterima : 10-04-2023

Diterbitkan : 25-04-2023

Sintesis nanopartikel emas (AuNPs) menggunakan agen pereduksi dan penunjang serin telah dilakukan. Pengaruh pH telah diteliti untuk mengetahui kondisi optimum pembentukan AuNPs. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV/Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serin dapat berperan sebagai pereduksi dan penunjang dalam sintesis AuNPs yang ditandai dengan perubahan warna dari tidak berwarna menjadi merah anggur. Intensitas absorbansi tertinggi pada spektra UV/Vis menunjukkan nilai pH optimum dalam pembentukan AuNPs. Pada penelitian ini, panjang gelombang maksimum berada pada daerah 550 nm dan intensitas absorbansi tertinggi diperoleh pada pH 6.

**Kata Kunci:** Nanopartikel Emas; Serin; AuNPs

### ABSTRACT

*Synthesis of gold nanoparticles (AuNPs) using reducing agents and serine reservoirs has been carried out. The effect of pH has been studied to determine the optimum conditions for the formation of AuNPs. Characterization was performed using a UV/Vis spectrophotometer. The results showed that serine can act as a reducer and reservoir in the synthesis of AuNPs characterized by a change in color from colorless to burgundy. The highest absorbance intensity in the UV/Vis spectra indicates the optimum pH value in the formation of AuNPs. In this study, the maximum wavelength was in the 550 nm region and the highest absorbance intensity was obtained at pH 6.*

**Keywords:** Gold Nanoparticles; Serine; AuNPs

## PENDAHULUAN

Sebagian besar masyarakat Indonesia menggunakan air alam baik air sungai maupun tanah dalam kegiatan sehari-hari. Pemanfaatan air sungai untuk warga sekitar sebagai sumber pengairan pertanian dan perikanan. Penggunaan air tanah bagi sebagian besar warga yaitu sebagai sumber air minum. Konsumsi air alam yang terkontaminasi  $Al^{3+}$  secara terus-menerus secara tidak langsung mampu merusak sistem syaraf. Protein yang mengandung besi akan membawa  $Al^{3+}$  ke dalam plasma darah yang kemudian mengantarkan  $Al^{3+}$  menuju otak, plasenta, dan fetus. Kontaminasi tersebut dapat meningkatkan resiko penyakit neuro degeneratif seperti Parkinson dan Alzheimer (Joshi et al., 2017). Metode yang biasa digunakan dalam mendeteksi  $Al^{3+}$  adalah atomic absorption spectrometry (AAS), inductively coupled plasma-atomic spectrometry (ICP-AES), dan metode elektrokimia (Sener et al., 2014). Metode tersebut memerlukan waktu analisis yang relatif lama, investasi peralatan yang mahal, membutuhkan perlakuan khusus saat preparasi, dan memiliki sinyal latar yang besar (Nurhadianty et

al., 2018). Salah satu pendekatan identifikasi  $Al^{3+}$  yang sederhana dan efisien yaitu menggunakan nanopartikel.

Nanopartikel efisien digunakan untuk pendeteksian kimia karena memiliki nilai koefisien ekstensi yang lebih tinggi daripada zat warna organik pada daerah tampak yaitu dari  $1 \times 10^8$  hingga  $1 \times 10^{10} \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  (Putra et al., 2021). Analisis nanopartikel logam pada daerah tampak menggunakan spektrofotometer UV/Vis akan memberikan absorpsi sinar karakteristik yang disebut resonansi plasmon permukaan (SPR) (Ansarif, 2022). Absorpsi SPR disebabkan oleh interaksi antara sinar dengan elektron konduksi nanopartikel logam. Interaksi ini menyebabkan polarisasi muatan pada nanopartikel dan menghasilkan dwikutub. Energi yang diperlukan untuk menghasilkan SPR ditentukan oleh jenis logam, ukuran, bentuk, dan medium dari nanopartikel (Saha et al., 2012).

Nanopartikel emas (AuNPs) memiliki SPR yang kuat pada daerah tampak yang menyebabkan peningkatan sensitivitas terhadap konstanta dielektrikum dari medium (Hu et al., 2018; Huang et al., 2013). Rasio permukaan dan volume serta luas permukaan dari AuNPs juga cukup besar sehingga mempunyai kemampuan pendeteksian kimia lebih baik (Fang et al., 2017; Zohora et al., 2017). Pembentukan AuNPs dapat dibantu oleh asam amino. AuNPs yang terkonjugasi dengan asam amino aman digunakan untuk mendeteksi keberadaan  $Al^{3+}$  pada air alam. Sifat emas yang inert dapat memberikan jaminan pada saat diaplikasikan sebagai pendeteksi  $Al^{3+}$  tidak akan mencemari lingkungan dan melukai makhluk hidup akuatik serta manusia. Peranan asam amino pada pembentukan AuNPs adalah sebagai agen pereduksi dan penudung (penstabil) emas. Konjugasi asam amino dengan nanopartikel tidak hanya menstabilkan sistem tetapi juga “green” sehingga diharapkan tidak memberikan dampak negatif pada lingkungan (Maruyama et al., 2015).

Pada penelitian ini asam amino yang digunakan adalah serin. Serin memiliki gugus hidroksi dan karboksilat diharapkan mampu mereduksi  $Au^{3+}$  menjadi  $Au^0$  dan menstabilkan AuNPs yang dihasilkan. Sintesis AuNPs tertudung serin ini akan dilakukan dengan variasi waktu kontak. Hal tersebut dilakukan agar diperoleh hasil sintesis serin pada pH yang optimum.

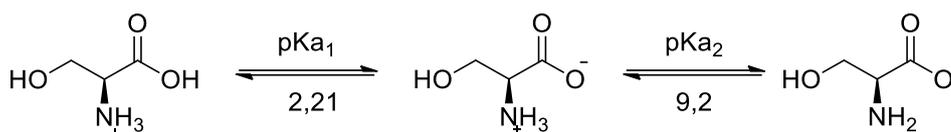
### **Nanopartikel Emas (AuNPs)**

AuNPs dapat disintesis dengan pendekatan top-down (manipulasi fisik) dan bottom-up (transformasi kimia) (Saha et al., 2012). Emas dihancurkan untuk menghasilkan AuNPs dengan dimensi yang diinginkan pada metode top-down. Perakitan dan pembentukan partikel dikontrol oleh pola atau matriks. Pada metode bottom-up pembentukan AuNPs berasal dari molekul individu yang melibatkan proses reduksi secara kimia.

Menurut (Zhao et al., 2013) pembuatan AuNPs dengan reduksi kimia terdiri atas dua metode utama yaitu reduksi menggunakan agen pereduksi dan agen penudung. Agen pereduksi yang dapat digunakan yaitu borohidrat, aminoboran, hidrazin, formaldehid, hidroksilamin, alkohol jenuh dan tak jenuh, asam sitrat, asam oksalat, poliol, hidrogen peroksida, sulfit, karbon monoksida, hidrogen, dan asetilen. Contoh agen penudung yaitu trisodium sitrat dihidrat, tiolat, fosfor, nitrogen, oksigen, dendrimer, polimer, dan surfaktan seperti setil trimetil amonium bromida (CTAB) (Fontana et al., 2017; Sengani et al., 2017).

### **Asam Amino Serin**

Serin merupakan asam amino non esensial (Hayati et al., 2011). Asam amino ini mudah larut dalam air. Serin memiliki  $pK_{a1}$  senilai 2,21 dan  $pK_{a2}$  sebesar 9,2 (Gambar 1). Pada pH di atas 2 (diatas nilai  $pK_{a1}$ )  $H^+$  dari gugus karboksilat serin terlepas, sehingga terbentuk asam amino bermuatan negatif. Kenaikan pH hingga mencapai nilai  $pK_{a2}$  menyebabkan terjadinya deprotonasi pada ion ammonium (Mandiri, 2018).



Gambar 1. Struktur serin terionisasi dan terdeprotonasi (Belachew dkk., 2017)

Sintesis AuNPs dengan agen pereduksi dan penudung serin telah dilaporkan oleh (Mukherjee & Sil, 2015). Penelitian dilakukan dengan melakukan perbandingan hasil sintesis AuNPs menggunakan L-serin dan D-serin. Sintesis dilakukan dengan cara reduksi asam tetrakloroaurat (HAuCl<sub>4</sub>) menggunakan L-serin dan D-serin melalui proses refluks. Sintesis AuNPs menggunakan serin dengan konsentrasi 25 mM memberikan warna ungu pada koloid AuNPs. Penggunaan agen pereduksi dengan konsentrasi tinggi (100 mM) menghasilkan koloid AuNPs berwarna merah yang didukung dengan adanya pergeseran bathokromik absorbansi maksimum SPR AuNPs. Intensitas absorbansi maksimum AuNPs tertudung L-serin atau D-serin diperoleh pada panjang gelombang 540 nm. Diameter hidrodinamik dianalisis menggunakan *Dynamic Light Scattering* (DLS) menghasilkan ukuran rata-rata AuNPs tertudung D-serin dengan konsentrasi 25 mM, 50 mM, dan 100 mM masing-masing sebesar 98,3; 85,4; dan 57,9 nm sedangkan untuk L-serin berturut-turut senilai 80,29; 79,24; dan 42,12 nm. Hasil analisis TEM menunjukkan bahwa AuNPs mempunyai bentuk heksagonal.

## METODE

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah emas dengan konsentrasi 99,9% dari ANTAM dan bahan dari E-Merck yaitu serin, natrium hidroksida (NaOH), asam nitrat (HNO<sub>3</sub>), asam klorida (HCl). Akuades dan akuabides didapatkan dari LPPT UGM.

Peralatan yang digunakan pada penelitian adalah peralatan gelas (meliputi gelas beaker, pipet ukur, pipet volume, tabung reaksi, kaca arloji, pengaduk gelas, dll) plat pengaduk magnet, pengaduk magnet, neraca analitik (Mettler Toledo), pH meter (Mettler Toledo), mikropipet 10-100  $\mu$ L (Socorex 25051199), mikropipet 100-1000  $\mu$ L (Socorex 25041576) penangas air dan stopwatch. Peralatan analisis yang digunakan meliputi spektrofotometer UV/Vis (Shimadzu UV-1700).

### Prosedur Kerja

#### 1. Pembuatan larutan HAuCl<sub>4</sub> 1000 ppm

Sebanyak 1 g emas dilarutkan dalam HCl 32% dan HNO<sub>3</sub> 65% dengan perbandingan 3:1 (larutan akuaregia). Pemanasan dilakukan pada suhu 50°C kurang lebih 1,5 jam hingga tidak ada logam tersisa. Larutan diencerkan dengan akuabides hingga volume 1000 mL.

#### 2. Optimasi pH serin

Serin dengan konsentrasi 10 mM diatur pada pH 2-8 dengan interval pH 1 menggunakan larutan HCl atau NaOH. Sebanyak 5 mL larutan serin pada masing-masing pH dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 5 mL larutan HAuCl<sub>4</sub> 40 ppm. Sintesis dilakukan selama 30 menit menggunakan penangas air. Larutan hasil reaksi dianalisis dengan spektrofotometer UV/Vis yang dioperasikan dengan mode pengukuran absorbansi, interval pengukuran 0,5 nm dan kecepatan pengukuran cepat pada panjang gelombang 350-750 nm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan AuNPs adalah pH dari agen pereduksi. Pengaruh pH agen pereduksi ini dikaji untuk membuktikan hipotesis 1 dan 2 mengenai penggunaan gugus OH sebagai penudung dan pereduksi AuNPs serta pH optimum agen pereduksi yang

dimungkinkan berada pada pH netral. Agen pereduksi yang digunakan adalah serin dengan variasi pH 2 hingga 8. Mula-mula larutan campuran H<sub>AuCl</sub><sub>4</sub> dan serin tidak berwarna, kemudian saat dilakukan pemanasan larutan tersebut berubah warna menjadi ungu. Perubahan warna menunjukkan pembentukan AuNPs dalam larutan. Suhu pemanasan yang digunakan sebesar 93°C. Pemanasan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan penangas air. Serin dengan konsentrasi 10 mM diatur pada pH 2 – 8 dengan menggunakan larutan HCl atau NaOH. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui pH optimum serin untuk mensintesis AuNPs dengan konsentrasi larutan H<sub>AuCl</sub><sub>4</sub> 40 ppm.

Pembentukan AuNPs ditandai dengan perubahan warna hasil reaksi antara H<sub>AuCl</sub><sub>4</sub> dengan serin. Intensitas SPR yang didapatkan dari uji spektrofotometer UV/Vis menunjukkan jumlah nanopartikel yang terbentuk. Penambahan serin dengan pH asam tidak memberikan perubahan warna. Pada pH 6 menunjukkan perubahan warna tertinggi dari bening menjadi ungu seperti yang ditampilkan pada Gambar IV.1. Warna ungu juga terbentuk pada larutan pH 7 dan 8 namun intensitasnya lebih rendah dibandingkan pH 6.

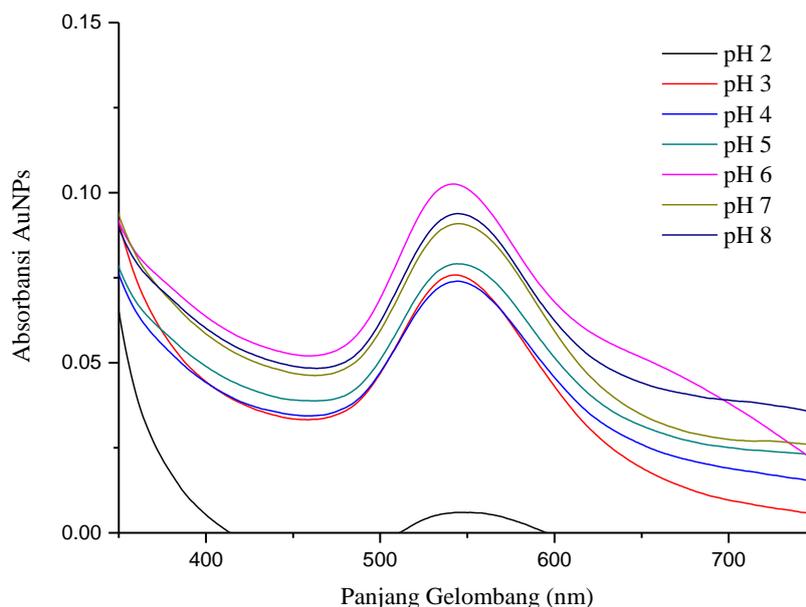
Perubahan warna menjadi ungu menandakan terbentuknya AuNPs dalam sampel yang memiliki SPR tertentu sehingga dapat dilakukan pengamatan menggunakan spektrofotometer UV/Vis. Pembentukan pita SPR ini disebabkan karena adanya peristiwa osilasi dari elektron konduksi (Yeh et al., 2012). Pita SPR terbentuk akibat gabungan osilasi gas elektron (elektron 6s pada pita konduksi) dari permukaan AuNPs yang berkorelasi dengan medan elektromagnetik dari sinar datang (Osonga et al., 2016). Perbedaan warna yang terjadi ini akan dibandingkan dengan data spektra UV/Vis.



Gambar 2. Warna Koloid AuNPs Hasil Sintesis Antara Prekursor H<sub>AuCl</sub><sub>4</sub> 40 ppm dan Reduktor Serin 10 mM pada pH 2 Hingga 8

Pada pH 6, proton dari gugus karboksilat serin telah terdeprotonasi membentuk muatan negatif. Deprotonasi mengakibatkan muatan negatif pada serin lebih banyak daripada muatan positifnya sehingga AuNPs terstabilkan dan agregasi dapat dicegah. Muatan negatif akan membentuk lapisan elektrostatik dan menjaga nanopartikel yang tersisa antara satu dengan yang lain.

(Mukherjee & Sil, 2015) dan (Rastogi et al., 2017) telah melaporkan bahwa pembentukan AuNPs ditandai dengan resonansi plasmon permukaan (SPR) pada rentang panjang gelombang 500-600 nm. SPR AuNPs dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran dari nanopartikel. Partikel dengan ukuran dan bentuk yang berbeda memberikan posisi puncak SPR yang berbeda pula. Semakin kecil nilai panjang gelombang maksimum maka semakin kecil pula ukuran nanopartikel yang terbentuk (Marfina et al., 2019). Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh penggunaan senyawa pereduksi dan agen penudung yang berbeda (Krajczewski dkk., 2017).



Gambar 3. Spektra UV/Vis AuNPs Hasil Sintesis Antara Prekursor  $\text{HAuCl}_4$  40 ppm dan Reduktor Serin 10 mM pada pH 2 Hingga 8

Intensitas absorbansi tertinggi pada spektra UV/Vis menunjukkan nilai pH optimum dalam pembentukan AuNPs. Pada penelitian ini, panjang gelombang maksimum berada pada daerah 500 nm dan intensitas absorbansi tertinggi diperoleh pada pH 6 (Gambar 3). Saat pH serin dinaikkan menjadi 7 dan 8 terjadi penurunan intensitas absorbansi AuNPs. Nilai FWHM (*full-width at half maximum*) pada variasi pH ini juga tidak berbeda jauh antara satu dengan yang lain. Hal ini menandakan bahwa tingkat homogenasi distribusi ukuran nanopartikel pada pH 2 – 8 relatif sama.

Berdasarkan perubahan warna larutan dan intensitas absorbansi maksimum diketahui bahwa AuNPs optimum terbentuk pada pH 6 dengan panjang gelombang maksimum di antara 500 – 600 nm sesuai dengan hipotesis 1 dan 2. Pada pH 6 proton dari gugus karboksilat pada serin terdeprotonasi. Deprotonasi ini menyebabkan pembentukan muatan negatif sehingga reaktivitas serin dalam mengikat kation logam meningkat. Kation logam Au memiliki jari-jari yang besar sehingga ketika muatan negatif molekul serin mendekat menyebabkan tolakan elektron pada permukaan logam. Hal ini menyebabkan elektron serin menjauh dan menyusut sehingga Au seolah-olah bermuatan positif yang kemudian terstabilkan oleh muatan negatif dari serin. Efek induksi akibat reaksi dipol-dipol antara Au dengan serin mampu mencegah agregasi antara AuNP satu dengan yang lain sehingga kestabilan dalam larutan meningkat.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan Penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pembentukan AuNPs dengan melibatkan gugus OH pada serin sebagai pereduksi yang ditandai terbentuknya koloid berwarna merah keunguan dengan panjang gelombang maksimum 536 nm. Hasil pengukuran menggunakan Spektrofotometer UV-Vis menunjukkan sintesis AuNPs menggunakan agen penunjang dan pereduksi serin optimum dilaksanakan pada pH 6.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ansyarif, A. R. (2022). *Sintesis Nanopartikel Emas (AuNP) dengan Penudung Asam Glutamat Sebagai Sensor Kolorimetri Terhadap Bakteri Salmonella sp= Synthesis of Gold Nanoparticles (AuNPs) With Glutamic Acid Supporting Agent As A Colorimetry Sensor To Salmonella sp Bacteria*. Universitas Hasanuddin.
- Fang, C., Dharmarajan, R., Megharaj, M., & Naidu, R. (2017). Gold nanoparticle-based optical sensors for selected anionic contaminants. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 86, 143–154.
- Fontana, L., Bassetti, M., Battocchio, C., Venditti, I., & Fratoddi, I. (2017). Synthesis of gold and silver nanoparticles functionalized with organic dithiols. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 532, 282–289.
- Hayati, S. N., Herdian, H., Damayanti, E., Istiqomah, L., & Julendra, H. (2011). Profil asam amino ekstrak cacing tanah (LUMBRICUS RUBELLUS) Terenkapsulasi dengan metode spray drying. *Jurnal Teknologi Indonesia*, 34, 1–7.
- Hu, F., Wu, P., Wang, R., Liu, W., & He, H. (2018). Colorimetric sensor for cimetidine detection in human urine based on D-xylose protected gold nanoparticles. *Analyst*, 143(10), 2369–2376.
- Huang, H., Chen, S., Liu, F., Zhao, Q., Liao, B., Yi, S., & Zeng, Y. (2013). Multiplex plasmonic sensor for detection of different metal ions based on a single type of gold nanorod. *Analytical Chemistry*, 85(4), 2312–2319.
- Joshi, P., Painuli, R., & Kumar, D. (2017). Label-free colorimetric nanosensor for the selective on-site detection of aqueous Al<sup>3+</sup>. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 5(6), 4552–4562.
- Krajczewski, J., Kołataj, K., & Kudelski, A. (2017). Plasmonic nanoparticles in chemical analysis. *RSC Advances*, 7(28), 17559–17576. <https://doi.org/10.1039/c7ra01034f>
- Mandiri, H. T. (2018). *Pengaruh Jumlah Parasetamol sebagai Bahan Aktif dalam Membran PVA Terhadap Kinerja Sensor Potensiometri Parasetamol*. Universitas Brawijaya.
- Marfina, A., Cahyono, E., Mursiti, S., & Harjono, H. (2019). Sintesis Nanopartikel Emas dengan Bioreduktor Minyak Atsiri Kayu Manis (Cinnamomum Burmannii). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 8(2), 126–132.
- Maruyama, T., Fujimoto, Y., & Maekawa, T. (2015). Synthesis of gold nanoparticles using various amino acids. *Journal of Colloid and Interface Science*, 447, 254–257.
- Mukherjee, K., & Sil, A. K. (2015). Synthesis of chiral gold nanoparticle by direct reduction with L and D-serine and enhanced anti-mycobacterial activity by D-serine protected gold nanoparticle. *Modern Chemistry & Applications*.

- Nurhadianty, V., Cahyani, C., Nirwana, W. O. C., & Dewi, L. K. (2018). *Pengantar Teknologi Fermentasi Skala Industri*. Universitas Brawijaya Press.
- Osonga, F. J., Yazgan, I., Kariuki, V., Luther, D., Jimenez, A., Le, P., & Sadik, O. A. (2016). Greener synthesis and characterization, antimicrobial and cytotoxicity studies of gold nanoparticles of novel shapes and sizes. *RSC Advances*, 6(3), 2302–2313.
- Putra, R. A., Fadlly, T. A., Yakob, M., Jalil, Z., & Rahwanto, I. A. (2021). *Biosensor Berbasis Surface Plasmon Resonance (SPR)*. Deepublish.
- Rastogi, L., Dash, K., & Ballal, A. (2017). Selective colorimetric/visual detection of Al<sup>3+</sup> in ground water using ascorbic acid capped gold nanoparticles. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 248, 124–132.
- Saha, K., Agasti, S. S., Kim, C., Li, X., & Rotello, V. M. (2012). Gold nanoparticles in chemical and biological sensing. *Chemical Reviews*, 112(5), 2739–2779.
- Sener, G., Uzun, L., & Denizli, A. (2014). Colorimetric sensor array based on gold nanoparticles and amino acids for identification of toxic metal ions in water. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 6(21), 18395–18400.
- Sengani, M., Grumezescu, A. M., & Rajeswari, V. D. (2017). Recent trends and methodologies in gold nanoparticle synthesis—A prospective review on drug delivery aspect. *OpenNano*, 2, 37–46.
- Yeh, Y.-C., Czeran, B., & Rotello, V. M. (2012). Gold nanoparticles: preparation, properties, and applications in bionanotechnology. *Nanoscale*, 4(6), 1871–1880.
- Zhao, P., Li, N., & Astruc, D. (2013). State of the art in gold nanoparticle synthesis. *Coordination Chemistry Reviews*, 257(3–4), 638–665.
- Zohora, N., Kumar, D., Yazdani, M., Rotello, V. M., Ramanathan, R., & Bansal, V. (2017). Rapid colorimetric detection of mercury using biosynthesized gold nanoparticles. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 532, 451–457.



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).