



## **The Application of Silver Nanoparticles Synthesized Using Moringa Leaf extract for the Detection Mercury (II) Metal Ions**

### **Aplikasi Nanopartikel Perak yang Disintesis Menggunakan Ekstrak Daun Moringa untuk Deteksi Ion Logam Merkuri (II)**

Nonny Cristine Siregar<sup>1</sup>, Demi Dama Yanti<sup>1\*</sup>, Arif Ashari<sup>1</sup>, Abdul Aji<sup>1</sup>, Indarto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Department of Chemistry, Faculty of Science, Institut Teknologi Sumatera  
Jl. Terusan Ryacudu, Jati Agung, Lampung Selatan, Lampung, 35365

\* Corresponding author: [demi.damayanti@ki.itera.ac.id](mailto:demi.damayanti@ki.itera.ac.id)

Received: March 20, 2024, Accepted: May 23, 2025 Published: May 31, 2025

#### **ABSTRACT**

The increasing demand for clean water sources aligns with the continuous growth of the human population and environmental challenges. Water is a fundamental necessity for sustaining life, and its quality must be maintained to ensure safe utilization. However, contamination by heavy metals significantly degrades water quality, rendering it unsuitable for human consumption and daily use. Among various detection methods, silver nanoparticles (AgNPs) have emerged as promising nanomaterials for identifying the presence of heavy metal ions in water sources, including mercury (II) ions ( $Hg^{2+}$ ). The detection mechanism is based on colorimetric changes that can be further analyzed using UV-visible spectrophotometry. In this study, silver nanoparticles were successfully synthesized via a green synthesis approach using *Moringa oleifera* leaf extract as a bioreducing agent. The optimal synthesis conditions were established at a precursor concentration of 2.5 mM, a reaction temperature of 50°C, and a synthesis duration of 90 minutes. The resulting AgNPs exhibited an average particle size of 103.8 nm and demonstrated stability for up to three days. Furthermore, the synthesized AgNPs showed high sensitivity in detecting mercury (II) ions at concentrations as low as 20 ppm, highlighting their potential application in water quality monitoring and environmental remediation.

**Keywords:** Silver Nanoparticles, Bioreductor, *Moringa oleifera*, Mercury (II) Ion

#### **PENDAHULUAN**

Air merupakan kebutuhan vital bagi makhluk hidup untuk melangsungkan kehidupan dan tidak dapat disubstitusi dengan sumber daya lain. Pada kehidupan sehari-hari air dimanfaatkan untuk keperluan sanitasi, makan, minum, membersihkan diri, transportasi, industri, dan teknologi (Pratiwi, 2020). Di Indonesia, ketersediaan air sebagai sumber daya abiotik sangat melimpah, tetapi

kualitas air semakin turun dari tahun ke tahun. Penyebab utama menurunnya kualitas air adalah karena tercemar oleh limbah dari aktivitas manusia baik limbah rumah tangga maupun limbah industri. Berdasarkan studi sebelumnya, ditemukan bahwa lebih dari 80% limbah yang dihasilkan oleh kegiatan manusia langsung dibuang ke lingkungan perairan tanpa melalui tahapan pengolahan terlebih dahulu. Hal ini menyebabkan berbagai dampak buruk

bagi kehidupan, terutama bagi kesehatan anak-anak dan lansia (Fakhriyah et al., 2021; Lin et al., 2022)

Limbah yang mencemari sumber air mengandung berbagai macam zat kimia berbahaya, salah satunya ialah logam berat. Logam berat ini bersifat toksik, karsinogenik, dan dapat terakumulasi di dalam sistem biologis tubuh manusia maupun hewan. Keberadaan logam berat dalam tubuh dapat menyebabkan berbagai macam penyakit seperti kardiovaskular, gangguan sistem reproduksi, kerusakan ginjal, mengganggu sistem saraf, dan menyebabkan kanker (Jomova et al., 2025). Beberapa contoh logam berat yang mencemari sumber daya air yaitu timbal (Pb), besi (Fe), seng (Zn), kadmium (Cd), kromium (Cr), tembaga (Cu), dan merkuri (Hg) (Lin et al., 2022). Merkuri merupakan salah satu logam berat yang paling berbahaya karena dapat menyebabkan biomagnifikasi yang membahayakan dalam rantai makanan walaupun jumlahnya kecil. Merkuri dapat masuk ke dalam sumber daya air melalui cemaran limbah industri kertas, cat, dan pertambangan (Azhar, 2019; Hasibuan et al., 2021)

Telah banyak metode yang dikembangkan untuk mendeteksi keberadaan logam berat dalam sumber daya air sebagai usaha untuk mengurangi dampak cemaran logam berat bagi manusia. Salah satu metode deteksinya yaitu metode kolorimetri menggunakan nanopartikel perak. Pada penelitian sebelumnya nanopartikel perak telah digunakan untuk mendeteksi ion logam Pb(II), Cd(II), Zn(II), dan Mn(II) (Taufiq et al., 2021). Nanopartikel perak mampu mendeteksi ion logam berat karena adanya efek surface plasmon resonance (SPR), yang membuatnya memiliki sensitivitas dan selektivitas tinggi terhadap ion logam. Keberadaan logam berat dapat dideteksi melalui perubahan warna larutan yang dikonfirmasi melalui spektrofotometer Uv-visible (Azhar, 2019).

Sintesis nanopartikel perak telah banyak dikembangkan oleh para peneliti dikarenakan aplikasinya yang luas, salah satunya sebagai detektor ion logam. Prinsip green chemistry dapat diterapkan pada sintesis nanopartikel perak dengan mensubstitusi bahan kimia sintesis dengan bahan alam, menggunakan pelarut yang ramah lingkungan, dan metode sintesis pada suhu rendah sehingga menghemat energi. Pada beberapa penelitian sebelumnya, telah dikaji pemanfaatan ekstrak tumbuhan

sebagai bioreduktor, di antaranya ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) (Taba et al., 2019), ekstrak daun pucuk idat (*Cratoxylum glaucum*) (Fabiani et al., 2018), ekstrak daun kluwak (*Pangium edule reinw*) (Patabang et al., 2019), ekstrak daun sirih hijau (Yasser, 2021), ekstrak daun kemangi (*Ocimum sanctum* Linn) (Bere et al., 2019), ekstrak daun sambiloto (*Andrographis paniculata*) (Murti et al., 2021), ekstrak daun ilalang (*Imperata cylindrica* L) (Zulaicha et al., 2021), dan ekstrak daun kersen (*Muntingia calabura* L) (Ningtyas et al., 2024). Pemanfaatan ekstrak tumbuhan dalam sintesis nanopartikel diketahui dapat menghasilkan nanopartikel dengan ukuran skala nano yang seragam, stabil dalam jangka waktu yang lama, dan dapat dimodifikasi dengan cara dikompositkan. Nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak tumbuhan diketahui dapat diaplikasikan sebagai adsorben, fotokatalis, antioksidan, dan pendeteksi ion logam berat (Bere et al., 2019; Muhamad Allan Serunting et al., 2021; Ningtyas et al., 2024; Patabang et al., 2019)

Pada penelitian ini, digunakan ekstrak air daun kelor sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak. Daun kelor diketahui memiliki kandungan metabolit sekunder berupa flavonoid, saponin, tannin, fenol, dan steroid. Senyawa aktif inilah yang diperlukan sebagai bioreduktor yang mengubah ion  $Ag^+$  dalam prekursor menjadi  $Ag^0$  yang berskala nano. Pada penelitian sebelumnya, daun kelor telah dimanfaatkan dalam sintesis nanopartikel ZnO (Rhamdiyah & Maharani, 2022; Yulia et al., 2022). Berdasarkan kandungan metabolit sekunder yang ada di dalam daun kelor, dan juga pemanfaatan daun kelor sebelumnya dalam sintesis nanopartikel ZnO, diperkirakan ekstrak daun kelor dapat berperan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak. Nanopartikel perak yang dihasilkan akan diuji kemampuannya dalam mendeteksi keberadaan logam berat merkuri (II).

## **METODOLOGI**

### **Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun kelor, akuades,  $AgNO_3$  (Merck),  $HgCl_2$  (Merck).

### **Alat**

Peralatan sintesis yang dilibatkan pada penelitian ini meliputi peralatan gelas, neraca analitik, dan pengaduk magnetik. Instrumen karakterisasi yang digunakan yaitu

spektrofotometer UV-Vis merek Thermo Scientific Genesis, dan *Particle Size Analyzer* (PSA) merk Horiba SZ-100.

### Ekstraksi Daun Kelor

**Gambar 1** menunjukkan proses ekstraksi daun kelor yang telah diperoleh dari Kebun Raya ITERA. Daun kelor yang sudah dipetik kemudian dicuci menggunakan air bersih, selanjutnya dikeringkan dengan cara diangin-anginkan pada suhu ruang. Daun yang sudah kering dihaluskan menggunakan blender. Daun kelor yang sudah halus ditimbang sebanyak 2 gram untuk dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan 80 mL air. Kemudian dilakukan pemanasan di *hotplate* selama 10 menit dengan suhu 40°C. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring. Selanjutnya dilakukan uji fitokimia untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder.



**Gambar 1.** Daun kelor yang sudah dikeringkan, dihaluskan, dan diekstrak

### Identifikasi Fitokimia Sederhana

Metode uji fitokimia merupakan modifikasi dari penelitian terdahulu oleh Yulia et al., 2022.

#### *Uji Flavonoid (NaOH 10%)*

Filtrat daun kelor dipipet sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam botol vial. Kemudian ditambahkan 7 tetes NaOH 10% dan amati perubahan warnanya.

#### *Uji Fenolat*

Filtrat daun kelor dipipet sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam botol vial. Kemudian ditambahkan 10 tetes FeCl<sub>3</sub> 1% dan diamati perubahan warna yang terjadi.

#### *Uji Saponin*

Filtrat daun kelor dipipet sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam botol vial. Filtrat kemudian dipanaskan hingga mendidih dan dikocok kuat-kuat selama 10 detik. Kemudian tambahkan HCl 2 N sebanyak 3 tetes untuk melihat kestabilan buih.

#### *Uji Tanin*

Filtrat daun kelor dipipet sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam botol vial. Filtrat kemudian dididihkan dan ditambahkan 10 tetes FeCl<sub>3</sub> 1%. Kemudian amati perubahan warna yang terjadi.

#### *Uji Alkaloid*

Filtrat daun kelor dipipet sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam botol vial. Filtrat kemudian dididihkan dan ditambahkan 5 tetes reagen dragendorff. Kemudian amati perubahan warna yang terjadi.

#### *Uji Steroid*

Filtrat daun kelor sebanyak 5 mL dimasukkan ke dalam botol vial. Filtrat kemudian ditambahkan larutan pereaksi Liebermann-Burchard sebanyak 10 tetes. Amati perubahan warna yang terjadi.

### Sintesis Nanopartikel Perak dengan Variasi Konsentrasi

Disiapkan larutan AgNO<sub>3</sub> dengan berbagai konsentrasi yaitu 1 mM; 1,5 mM; 2mM; 2,5 mM; dan 3 mM sebanyak 8 mL untuk setiap konsentrasi. Ke dalam masing-masing larutan tersebut kemudian ditambahkan 2 mL ekstrak daun kelor. Koloid kemudian dipanaskan pada suhu 50°C selama 1 jam sambil diaduk menggunakan pengaduk magnet. Semua sampel diuji menggunakan spektrofotometer Uv-Vis pada rentang panjang gelombang 200-700 nm. Sampel dengan serapan tertinggi setelah 3 kali pengulangan dilanjutkan dengan variasi waktu.

### Sintesis Nanopartikel Perak dengan Variasi Waktu

Nanopartikel perak yang disintesis dengan variasi konsentrasi kemudian dipilih yang konsentrasinya menghasilkan nanopartikel perak paling optimum (konsentrasi X). Sebanyak 8 mL AgNO<sub>3</sub> dengan konsentrasi X mM dicampurkan dengan 2 mL ekstrak daun kelor. Koloid yang terbentuk kemudian dipanaskan dengan variasi waktu pemanasan 30, 60, dan 90 menit sambil diaduk dengan suhu pemanasan 50°C. Nanopartikel perak yang terbentuk kemudian dikarakterisasi dengan spektrofotometer Uv-Vis. Nanopartikel perak yang terbentuk dengan kondisi waktu pemanasan yang optimum kemudian dipilih untuk diuji kestabilannya selama 3 hari pada suhu ruang dan dilanjutkan uji aplikasi untuk deteksi ion logam merkuri (II)

### Uji Kestabilan Nanopartikel Perak

Pengujian kestabilan partikel nano perak hasil sintesis pada kondisi optimum dilakukan dengan penyimpanan larutan selama 3 hari pada suhu ruang, kemudian dilakukan pengamatan setiap hari dari hari pertama hingga hari ketiga. Selanjutnya dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pada absorbansi yang paling optimum dilakukan karakterisasi menggunakan PSA.

### Deteksi Ion Logam Merkuri (II)

Larutan ion Hg (II) dengan berbagai konsentrasi dibuat dari larutan stok sebanyak 50 ppm, kemudian divariasikan melalui pengenceran menjadi 10, 20, 30, dan 40 ppm. Sebanyak 2 mL koloid AgNO<sub>3</sub> dicampurkan dengan 2 mL masing-masing konsentrasi larutan Hg(II). Campuran kemudian diaduk, diamati perubahan warna yang terjadi, dan diuji menggunakan spektrofotometer Uv-Vis pada panjang gelombang Hg(II).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Fitokimia terhadap Ekstrak Daun Kelor

Uji fitokimia dilakukan untuk memastikan kembali keberadaan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak daun kelor. Berdasarkan skrining fitokimia sederhana yang dilakukan, diketahui ekstrak daun kelor mengandung senyawa metabolit sekunder berupa flavonoid, fenolat, tanin, dan saponin. Kandungan senyawa-senyawa tersebut teramati ketika terjadinya perubahan warna ekstrak beberapa waktu setelah ditambahkan reagen uji seperti yang terlihat pada Gambar 2. Hasil skrining fitokimia sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Yulia et al., 2022.



**Gambar 2.** Hasil skrining fitokimia sederhana terhadap ekstrak daun kelor

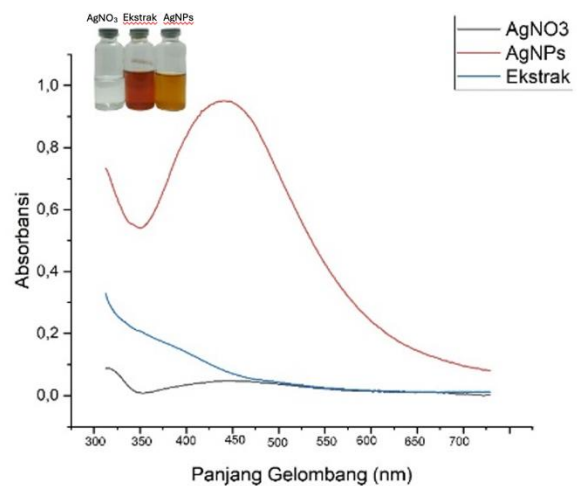
Hasil uji fitokimia secara terperinci ditampilkan pada **Tabel 1**. Diketahui bahwa ekstrak daun kelor tidak mengandung alkaloid dan steroid berdasarkan skrining fitokimia. Hal ini dapat dilihat tidak terbentuknya endapan pada uji alkaloid dan tidak juga terjadi perubahan warna ekstrak menjadi hijau pada uji steroid.

**Tabel 1.** Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Kelor

Metabolit Sekunder	Perubahan	Ket
Flavonoid (NaOH 10%)	Coklat menjadi kekuningan, atau merah jingga	+
Flavonoid (MgCl <sub>2</sub> )	Coklat menjadi kekuningan atau jingga	+
Fenolat	Coklat menjadi kehitaman	+
Tanin	Coklat menjadi hijau kehitaman	+
Saponin	Terbentuk busa stabil selama 10 menit	+
Alkaloid	Terbentuk endapan warna	-
Steroid	Terbentuk hijau	-

### Sintesis Nanopartikel Perak

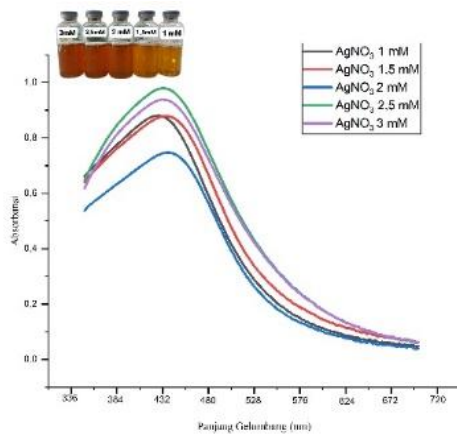
Penambahan 2 mL ekstrak daun kelor ke dalam prekursor AgNO<sub>3</sub> menyebabkan terjadinya perubahan warna prekursor dari tidak berwarna menjadi coklat muda. Setelah dilakukan pengamatan, tidak terbentuk endapan selama reaksi berlangsung yang menandakan bahwa nanopartikel terbentuk dalam fase koloid. Pada penelitian ini pembentukan partikel nano perak ditandai dengan adanya perubahan warna dari warna kuning menjadi warna coklat. Perubahan warna tersebut dipengaruhi oleh eksitasi dari permukaan plasmon partikel nano yang menunjukkan terjadinya pembentukan kluster yang lebih besar (Junejo et al., 2024).



**Gambar 3.** Spektrum Uv-Vis untuk AgNO<sub>3</sub>, nanopartikel perak, dan ekstrak daun kelor.

Larutan prekursor  $\text{AgNO}_3$ , ekstrak daun kelor, dan nanopartikel perak yang terbentuk diuji menggunakan spektrofotometer Uv-Vis pada daerah panjang gelombang 400-550 nm. Prekursor  $\text{AgNO}_3$  dan ekstrak daun kelor tidak memiliki puncak serapan pada daerah panjang gelombang 400-550 nm, sedangkan campuran keduanya (nanopartikel perak) memiliki serapan pada panjang gelombang 422 nm seperti yang tertampil pada **Gambar 3**. Pembentukan nanopartikel perak telah dikonfirmasi melalui spektrofotometer Uv-Vis. Hasil ini serupa dengan penelitian terdahulu yang melakukan sintesis nanopartikel perak menggunakan daun ilalang yang memiliki serapan pada panjang gelombang 420 nm (Zulaicha et al., 2021).

### Sintesis nanopartikel perak dengan Variasi Konsentrasi

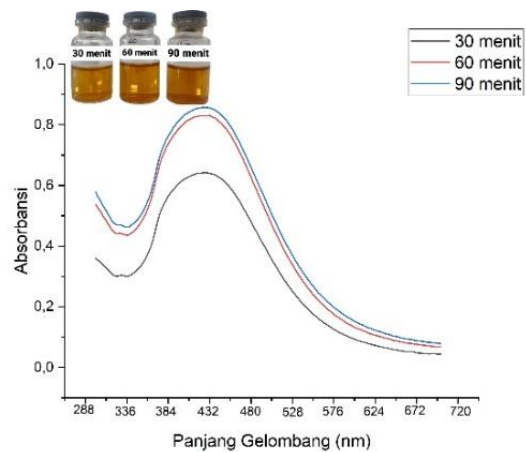


**Gambar 4.** Spektrum serapan nanopartikel perak yang disintesis dengan variasi konsentrasi

Konsentrasi prekursor  $\text{AgNO}_3$  yang digunakan pada variasi ini yaitu 1 mM; 1,5 mM; 2 mM; 2,5 mM, dan 3 mM. Berdasarkan perubahan warna, semakin tinggi konsentrasi  $\text{AgNO}_3$  yang digunakan, maka perubahan warna semakin pekat, hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak nanopartikel perak yang terbentuk dan reaksi semakin cepat karena konsentrasi reaktan yang semakin tinggi (Yasser, 2021). Berdasarkan spektrum Uv Vis pada **Gambar 4**, konsentrasi larutan  $\text{AgNO}_3$  dengan penambahan ekstrak yang paling optimum adalah 2,5 mM, yang ditandai dengan meningkatnya puncak *Surface Plasmon Resonance* (SPR) yang terbentuk pada panjang gelombang 428 dengan absorbansi 0,976. Pada konsentrasi 1 mM hingga 2,5 mM; absorbansi

pada spektrofotometer Uv Vis semakin meningkat, hal ini menunjukkan semakin banyak  $\text{Ag}^+$  yang direduksi menjadi  $\text{Ag}^0$  oleh ekstrak daun kelor. Namun, pada konsentrasi lebih dari 2,5 mM; puncak serapan menjadi turun disebabkan karena bioreduktor telah habis dan masih terdapat  $\text{Ag}^+$  yang tidak tereduksi di dalam larutan. Perubahan serapan tidak disertai dengan pergeseran panjang gelombang ke arah yang lebih besar, hal ini menunjukkan tidak terjadi aglomerasi atau pembentukan nanopartikel dengan ukuran yang semakin membesar (Bamsaoud et al., 2021)

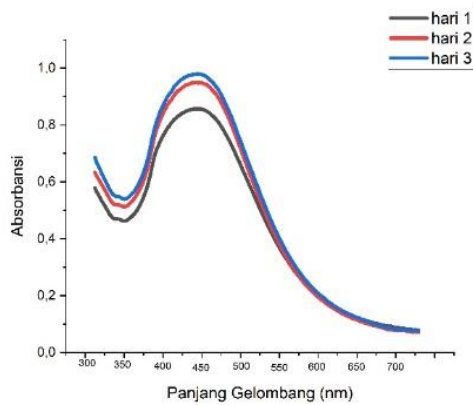
### Sintesis Nanopartikel Perak dengan Variasi Waktu Sintesis



**Gambar 5.** Spektrum serapan nanopartikel perak yang disintesis dengan variasi waktu

Pada menit ke 30, 60, dan 90, perubahan warna yang terjadi tidak terlalu signifikan. Perubahan warna yang dihasilkan menjadi kuning kecoklatan yang menandakan sudah terbentuknya nanopartikel perak. Berdasarkan spektrum Uv-Vis pada **Gambar 5**, terjadi peningkatan absorbansi seiring dengan pertambahan waktu pemanasan. Waktu pemanasan selama 90 menit memiliki puncak gelombang yang tertinggi diantara lainnya yang berada pada panjang gelombang 420 nm dengan absorbansi sebesar 0,854. Semakin lama waktu sintesis, akan semakin banyak  $\text{Ag}^+$  yang direduksi menjadi  $\text{Ag}^0$ , hal ini menyebabkan semakin banyak nanopartikel perak yang terbentuk yang ditandai dengan warna yang semakin pekat, dan puncak serapan pada spektrofotometer Uv Vis yang semakin tinggi.

### Uji Kestabilan Nanopartikel Perak



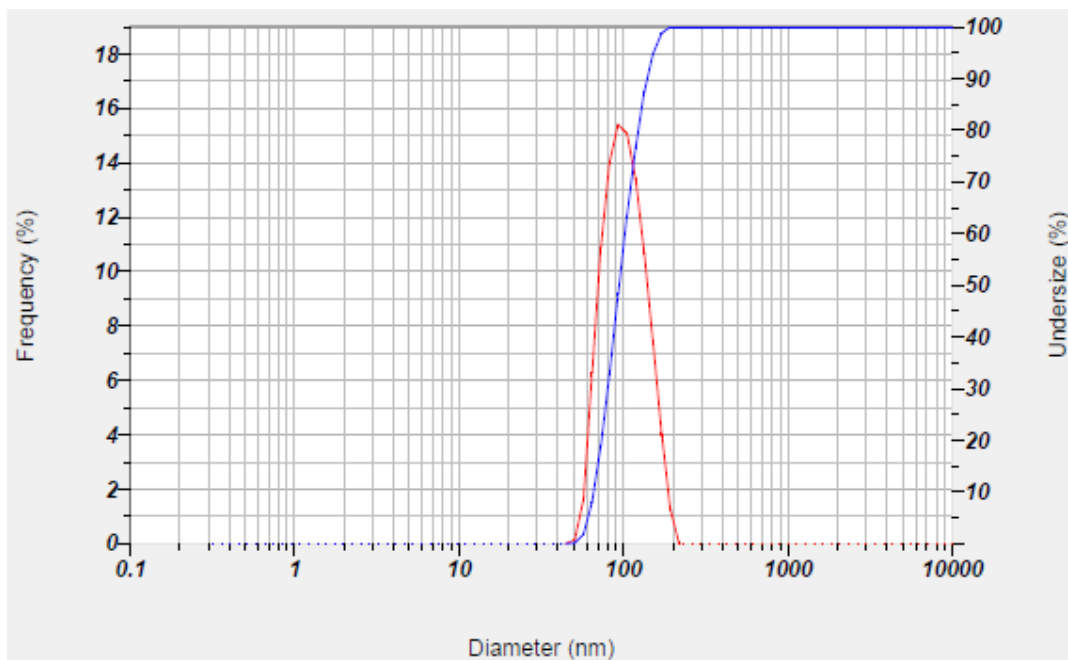
**Gambar 7.** Spektrum Serapan nanopartikel perak hari ke-1 hingga ke-3

Uji kestabilan yang telah dilakukan dengan penyimpanan dalam rentang 3 hari menunjukkan ada peningkatan nilai absorbansi dari hari pertama hingga hari ketiga. Berdasarkan hasil uji spektrofotometer UV-Vis, pada hari-1 panjang gelombang berada pada panjang 420 nm dengan nilai absorbansi 0,854. Pada hari-2 panjang gelombang berada pada 428 nm dengan nilai absorbansi 0,947, sedangkan pada hari-3 panjang gelombang berada pada panjang 434 nm dengan nilai absorbansi 0,975. Nanopartikel perak yang disimpan dalam kondisi dan suhu ruang mengalami kenaikan nilai absorbansi. Kenaikan nilai absorbansi terjadi karena larutan partikel nano perak yang disimpan mengalami agregasi

seiring berjalannya waktu sehingga ukurannya semakin membesar. Selama 3 hari penyimpanan, panjang gelombang yang terukur masih dalam rentang 400-450 nm, yang menunjukkan bahwa kandungan di dalam koloid masih  $Ag^0$ . Hal ini mengindikasikan nanopartikel perak yang terbentuk stabil hingga beberapa hari (Luthfia et al., 2024).

### Karakterisasi Nanopartikel Perak Menggunakan Particle Size Analyzer (PSA)

Menurut Marathe et al (2023), nanopartikel didefinisikan sebagai partikel terdispersi ataupun padatan yang ukurannya antara 1-1000 nm. Berdasarkan hasil uji PSA, nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak daun kelor, memiliki ukuran partikel 103,8 nm (**Gambar 8**). Ukuran ini masih masuk ke dalam kategori nanopartikel. Hasil ini sejalan dengan karakterisasi spaktrofotometri Uv-Vis yang menunjukkan serapan pada panjang gelombang 422 nm. Panjang gelombang ini merupakan daerah serapan untuk nanopartikel perak. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mensintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak daun ekor naga *Rhaphidophora pinnata* (L.f) Schott dengan ukuran nanopartikel perak 234,49 nm. Ukuran nanopartikel perak yang dihasilkan bervariasi, namun tidak ada yang melebihi 1000 nm (Ayumi et al., 2018)



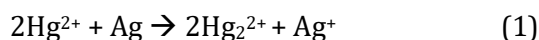
**Gambar 8.** Hasil Uji PSA nanopartikel perak

### Uji Deteksi Ion Logam Merkuri (II)

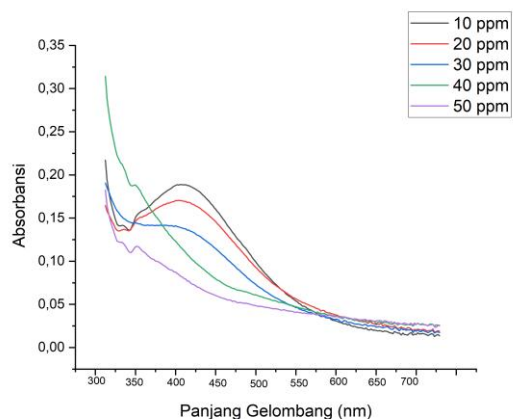
Kemampuan nanopartikel perak dalam mendeteksi ion logam merkuri (II) dapat dideteksi melalui perubahan warna larutan sebelum dan sesudah direaksikan. Berdasarkan **Gambar 9**, larutan nanopartikel perak memiliki warna kecoklatan, setelah dicampurkan dengan merkuri menghasilkan larutan yang tidak berwarna. Perubahan warna ini disebabkan karena terjadinya penurunan konsentrasi  $\text{Ag}^0$  dalam larutan yang berubah menjadi  $\text{Ag}^+$  akibat reaksi dengan  $\text{Hg}^{2+}$  (Asri et al., 2024). Reaksi yang terjadi antara nanopartikel perak dengan ion merkuri (II) dapat dilihat pada persamaan reaksi 1. Selain pengamatan secara visual, kemampuan deteksi nanopartikel perak terhadap ion logam merkuri (II) dikonfirmasi lebih lanjut menggunakan spektrofotometer Uv-Vis.



**Gambar 9.** Hasil Uji Deteksi Merkuri (II) dengan berbagai konsentrasi



**Gambar 10** merupakan spektrum Uv-Vis dari campuran nanopartikel perak dan ion merkuri (II). Semakin tinggi konsentrasi ion merkuri (II), puncak serapan nanopartikel perak semakin menurun. Penurunan puncak serapan tersebut dikarenakan semakin banyaknya proses oksidasi pada partikel nano perak seiring bertambahnya konsentrasi dari ion Hg (II) yang dicampurkan. Reaksi yang terjadi antara nanopartikel perak dan ion Hg(II) adalah reaksi redoks (Adriansyah et al., 2017). Berdasarkan spektrum UV-Vis menunjukkan bahwa keberadaan Hg mulai terdeteksi di konsentrasi 20 ppm, hal ini terlihat dari puncak absorbansinya yang mengalami penurunan hingga konsentrasi 50 ppm. Keberadaan Hg dengan konsentrasi 10 ppm belum mampu terdeteksi oleh partikel nano perak.



**Gambar 10.** Spektrum serapan Uv-Vis nanopartikel perak setelah direaksikan dengan merkuri (II)

### KESIMPULAN

Nanopartikel perak berhasil disintesis menggunakan ekstrak kasar daun kelor sebagai bioreduktor yang dibuktikan dengan terjadinya perubahan warna pada larutan prekursor dari tidak berwarna menjadi kuning. Selain itu, pembentukan nanopartikel perak juga dikonfirmasi melalui spektrofotometer Uv-Vis yang memberikan serapan pada panjang gelombang 422 nm. Nanopartikel perak yang disintesis menggunakan ekstrak daun kelor memiliki parameter sintesis optimum pada suhu 50°C dengan konsentrasi 2,5 mM dan waktu pemanasan 90 menit. Berdasarkan hasil uji PSA, diketahui nanopartikel perak memiliki ukuran rata-rata 103,8 nm. Setelah 3 hari dibiarkan pada suhu ruang, nanopartikel perak mengalami pergeseran panjang gelombang yang mengindikasikan terjadinya perubahan ukuran nanopartikel perak. Peristiwa ini terjadi karena semakin lama, nanopartikel perak yang terbentuk mengalami aglomerasi. Nanopartikel perak yang dihasilkan dapat mendeteksi keberadaan ion merkuri (II) mulai dari konsentrasi 20 ppm.

### REFERENSI

Adriansyah, R., Firdaus, M. L., & Elvinawati (2021). Analisis  $\text{Hg}^{2+}$  Dengan Menggunakan Nanopartikel Perak (Npp) Sebagai Indikator Kolorimetri Dengan Metode Spektrofotometri. *Alotrop*. 1(2):136-142.

- Asri, A. F., Aritonang, H. F., & Koleangan, H. S. J. (2024). Sintesis Nanopartikel Perak Termodifikasi PEG-4000 Menggunakan Ekstrak Daun Afrika Sebagai Pendeteksi Hg<sup>2+</sup>. *CHEMISTRY PROGRESS*, 17(1), 9–19. <https://doi.org/10.35799/cp.17.1.2024.47103>
- Ayumi, D., Sumaiyah, S., & Masfria, M. (2018). Pembuatan Dan Karakterisasi Nanopartikel Ekstrak Etanol Daun Ekor Naga (*Rhaphidophora pinnata* (L.f.) Schott) Menggunakan Metode Gelasi Ionik. *Talenta Conference Series: Tropical Medicine (TM)*, 1(3), 029–033. <https://doi.org/10.32734/tm.v1i3.257>
- Azhar, F. F. (2019). Pemanfaatan Nanopartikel Perak Ekstrak Belimbing Wuluh Sebagai Indikator Kolorimetri Logam Merkuri. *Jurnal Ipteks Terapan*, 13(1), 34. <https://doi.org/10.22216/jit.2019.v13i1.3614>
- Bamsaoud, S. F., Basuliman, M. M., Bin-Hameed, E. A., Balakhm, S. M., & Alkalali, A. S. (2021). The effect of volume and concentration of AgNO<sub>3</sub> aqueous solutions on silver nanoparticles synthesized using Ziziphus Spina-Christi leaf extract and their antibacterial activity. *Journal of Physics: Conference Series*, 1900(1), 012005. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1900/1/012005>
- Bere, M. L., Sibarani, J., & Manurung, M. (2019). Sintesis Nanopartikel Perak (NpAg) Menggunakan Ekstrak Air Daun Kemangi (*Ocimum sanctum* Linn.) dan Aplikasinya Dalam Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru. *Journal of Applied Chemistry*, 7.
- Cut Dian Mala Luthfia, Dikki Miswanda, Haris Munandar Nasution, & Minda Sari Lubis. (2024). Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Bidara Ziziphus Spina-Christi Dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap Bakteri Staphylococcus Aureus. *OBAT: Jurnal Riset Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, 2(1), 139–149. <https://doi.org/10.61132/obat.v2i1.168>
- Fabiani, V. A., Sutanti, F., Silvia, D., & Putri, M. A. (2018). Green Synthesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Pucuk Idat (*Cratoxylum glaucum*) Sebagai Bioreduktor. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 1(2), 68. <https://doi.org/10.26418/indonesian.v1i2.30533>
- Fakhriyah, F., Yeyendra, & Marianti A. (2021). Integrasi Smart Water Management Berbasis Kearifan Lokal Sebagai Upaya Konservasi Sumber Daya Air di Indonesia. *Indonesian Journal of Conservation*, 10(1). <https://doi.org/DOI10.15294/ijc.v10i1.31036>
- Hasibuan, D. K. A., Riani, E., & Anwar, S. (2021). Kontaminasi Merkuri (Hg) Pada Air Sungai, Air Sumur, Sedimen Dan Ikan Di Sungai Kuantan, Riau. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(4), 679–687. <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.4.679-687>
- Jomova, K., Alomar, S. Y., Nepovimova, E., Kuca, K., & Valko, M. (2025). Heavy metals: Toxicity and human health effects. *Archives of Toxicology*, 99(1), 153–209. <https://doi.org/10.1007/s00204-024-03903-2>
- Junejo, Y., Safdar, M., & Ozaslan, M. (2024). Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Applications: Review. *The Eurasia Proceedings of Health, Environment and Life Sciences*, 14, 22–48. <https://doi.org/10.55549/ephels.126>
- Lin, L., Yang, H., & Xu, X. (2022). Effects of Water Pollution on Human Health and Disease Heterogeneity: A Review. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 880246. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.880246>
- Muhamad Allan Serunting, Okky Fajar Tri Maryana, Erga Syafitri, Solina Balqis, & Elsa Windiastuti. (2021). Green

- Synthesis Silver Nanoparticles (AgNPs) Using Lamtoro Pods Extract (*Leucaena leucocephala*) and Their Potential for Mercury Ion Detection. *Evergreen*, 8(1), 63–68.  
<https://doi.org/10.5109/4372261>
- Murti, R. S., Kasmudjiastuti, E., Priatni, A., & Rohaeti, E. (2021). The Application Of Silver Nanoparticles With Sambiloto (*Andrographis peniculata*) Leaf And Kepok Banana Peel (*Musa paradisiaca* L) Bioreducer As Anti-Bacterial On Sheep Leather. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 15(2).
- Ningtyas, R. D., Yanti, D. D., Amin, A. K., & Aji, A. (2024). Fabrication of a Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/CS/AgNPs Composite from Indigenous Iron Sand for Enhanced Methylene Blue Adsorption. *Journal of Cluster Science*, 35(5), 1463–1480.  
<https://doi.org/10.1007/s10876-024-02594-0>
- Patabang, I., Kasim, S., & Taba, P. (2019). Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Kluwak Pangium edule Reinw Sebagai Bioreduktor dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 10(1).  
<https://doi.org/10.20956/jal.v10i1.6557>
- Pratiwi, D. Y. (2020). Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) Terhadap Organisme Perairan Dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Akuatek*, 1(1), 59–65.
- Rhamdiyah, F. K., & Maharani, D. K. (2022). Biosynthesis of ZnO Nanoparticles from Aqueous Extract of Moringa Oleifera L.: Its Application as Antibacterial and Photocatalyst. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 11(2), 91–102.  
<https://doi.org/10.15294/ijcs.v11i2.52498>
- Taba, P., Parmitha, N. Y., & Kasim, S. (2019). Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Sebagai Bioreduktor Dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan. *Indo. J. Chem. Res.* 7(1), 51-60
- Taufiq, M., Eden, W. T., Sumarni, W., & Alauhdin, M. (2021). Colorimetric detection of metal ions using green-synthesized silver nanoparticles. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(3), 032002.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/3/032002>
- Yasser, M. (2021). Karakterisasi Uji Kestabilan Nanopartikel Perak-Ekstrak Daun Sirih Hijau Menggunakan Spektroskopi Uv-Vis. *Prosiding 5<sup>th</sup> Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*
- Yulia, Y., Idris, M., & Rahmadina, R. (2022). Skrining Fitokimia dan Penentuan Kadar Flavonoid Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Desa Dolok Sinumbuh dan Raja Maligas Kecamatan Hutabayu Raja. *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*, 6(1), 49.  
<https://doi.org/10.30821/kfl:jibt.v6i1.11678>
- Zulaicha, A. S., Saputra, I. S., Sari, I. P., Ghifari, M. A., Yulizar, Y., Permana, Y. N., & Sudirman, S. (2021). Green Synthesis Nanopartikel Perak (AgNPs) Menggunakan Bioreduktor Alami Ekstrak Daun Ilalang (*Imperata cylindrica* L). *Rafflesia Journal Of Natural And Applied Sciences*, 1(1), 11–19.  
<https://doi.org/10.33369/rjna.v1i1.15588>