

GREEN SYNTHESIS DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN NANOPARTIKEL EMAS MENGGUNAKAN BIOREDUKTOR EKSTRAK DAUN SALAM (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.)

Suainun Nabilah¹, Titik Taufikurohmah^{1*}

¹Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya,
60231, Surabaya, Indonesia.

E-mail: suainun.22088@mhs.unesa.ac.id, titiktaufikurohmah@unesa.ac.id

Riwayat Article

Received: 22 September 2026; Received in Revision: 27 September 2026; Accepted: 29 September 2026

Abstract

*Gold nanoparticles (AuNPs) are a type of metallic nanoparticle with sizes ranging from 1 to 100 nm and have wide-ranging applications in various fields. Gold nanoparticles can be synthesized using several methods. This study aimed to synthesize and characterize gold nanoparticles through a green synthesis approach using *Syzygium polyanthum* (Wight) Walp. (Indonesian bay leaf) extract as a bioreducing agent and to evaluate the antioxidant activity of the synthesized gold nanoparticles using the ABTS assay at concentrations of 20, 10, 5, and 2.5 ppm. Characterization was performed using UV-Vis spectrophotometry to determine the maximum absorption wavelength and absorbance, while transmission electron microscopy (TEM) was used to determine the particle size of the synthesized AuNPs. The results demonstrated the successful formation of gold nanoparticles, indicated by a color change to purple. At a concentration of 20 ppm, the synthesized AuNPs exhibited a maximum absorption wavelength of 540 nm with an absorbance of 0.475. TEM analysis revealed particle sizes ranging from 10 to 16 nm, with an average particle size of 13.6 nm. Furthermore, the synthesized gold nanoparticles exhibited very strong antioxidant activity, with inhibition values of 73.9% (20 ppm), 58.5% (10 ppm), 38.8% (5 ppm), and 35.2% (2.5 ppm), and an IC₅₀ value of 2.4 µg/mL.*

Keywords: *Gold nanoparticles, Green synthesis, Indonesian Bay leaves.*

Abstrak

Nanopartikel emas (AuNPs) adalah salah satu jenis nanopartikel logam yang berukuran 1-100 nm yang dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang. Sintesis nanopartikel emas dapat dilakukan dengan beberapa metode. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk melakukan sintesis dan karakterisasi nanopartikel emas dengan metode *green synthesis* menggunakan bioreduktor ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.) serta untuk mengetahui aktivitas antioksidan nanopartikel emas hasil sintesis menggunakan metode ABTS dengan variasi konsentrasi 20; 10; 5; dan 2,5 ppm. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan instrument spektrofotometer UV-vis untuk mengetahui panjang gelombang maksimum dan absorbansi serta TEM untuk mengetahui ukuran partikel AuNPs hasil sintesis. Diperoleh hasil bahwa nanopartikel emas dapat terbentuk ditandai dengan perubahan warna menjadi ungu dengan konsentrasi 20 ppm berada panjang gelombang maksimum 540 nm dengan absorbansi 0,475 nm serta ukuran partikel dengan rentang 10-16 nm dan didapatkan rata-rata ukuran partikel sebesar 13,6. Nanopartikel emas hasil sintesis juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat dengan nilai inhibisi 73,9% (20 ppm); 58,5% (10 ppm); 38,8% (5 ppm); dan 35,2% (2,5 ppm) dengan nilai IC₅₀ sebesar 2,4 µg/mL.

Keywords: *Gold nanoparticles, Green synthesis, Indonesian Bay leaves.*

1. Introduction

Nanoteknologi merupakan salah satu cabang ilmu yang mempelajari sintesis, rekayasa, dan pemanfaatan material yang berukuran antara 1-100 nm (Joudeh & Linke, 2022). Nanoteknologi merupakan salah satu perkembangan yang paling menjanjikan di abad ke-21 (Bayda *et al.*, 2020). Material yang paling banyak digunakan untuk nanopartikel adalah material dari logam seperti Au (emas), Cu (copper), Ti (titanium), Zn (zinc), dan Ag (perak) (Indriyani & Taufikurohmah, 2024).

Nanopartikel emas (AuNPs) adalah salah satu jenis nanopartikel logam yang paling banyak dipelajari karena sifatnya yang unik serta lebih mudah untuk disintesis dan diaplikasikan (Soto *et al.*, 2021). Sifatnya yang inert, membutuhkan persiapan yang sederhana, memiliki kestabilan kimia, dan mudah dimodifikasi (Eker *et al.*, 2024) menjadikan nanopartikel emas dapat diaplikasikan pada beberapa aspek seperti industri, kesehatan, dan lainnya (Joudeh & Linke, 2022).

Nanopartikel emas (AuNPs) dapat disintesis dengan menggunakan metode fisika (*top-down*) dan metode kimia (*bottom-up*) (Ratih *et al.*, 2024). Metode fisika (*top-down*) melibatkan pemecahan partikel berukuran besar menjadi nanopartikel. Sementara itu, metode kimia (*bottom-up*) berasal dari atom atau kluster yang kemudian disusun untuk membentuk partikel berukuran nanometer (Lestari *et al.*, 2020). Namun, kedua metode tersebut memiliki beberapa kelemahan yaitu memerlukan banyak waktu, energi, sumber daya, biaya, serta dapat menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan (Sufi & Nasution, 2025).

Seiring dengan perkembangan teknologi, nanopartikel kini dapat disintesis dengan menggunakan metode yang sejalan dengan prinsip-prinsip sintesis yang ramah lingkungan atau disebut juga *green synthesis* (Wulandari & Safaat, 2021). Metode *green synthesis* dapat menjadi alternatif karena memanfaatkan bahan yang berasal dari alam seperti tanaman sebagai sumber yang ramah lingkungan untuk disintesis (Xu *et al.*, 2020). Bagian tanaman seperti daun telah banyak diteliti mengenai kemampuannya untuk mereduksi ion logam yang dapat membantu pembentukan nanopartikel (Tavker *et al.*, 2021). Hasil sintesis AuNPs dapat dilihat melalui perubahan warna larutan emas menjadi warna merah-ungu (Rajeshwar *et al.*, 2022) yang sesuai dengan prinsip metode *green synthesis* yaitu tanaman berperan sebagai bioreduktor untuk mereduksi ion Au^{3+} menjadi Au^0 (Zanjabila *et al.*, 2024). Daun salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.) merupakan tanaman yang umum digunakan masyarakat untuk mengatasi kolesterol, diabetes melitus, diare, dan asam urat (Safriansyah & Lubis, 2023). Daun salam mengandung beberapa jenis metabolit sekunder seperti fenolik, flavonoid, tannin, alkaloid, steroid, dan saponin. Senyawa-senyawa metabolit sekunder ini memiliki sifat antioksidan, antibakteri, dan antidiabetik. (Agusmansyah, 2021).

Antioksidan merupakan senyawa yang bersifat mampu melawan pembentukan efek dari oksigen reaktif. Peran utama antioksidan sangat penting terutama dalam menangkal radikal bebas yang berkaitan dengan terjadinya berbagai penyakit degeneratif (Tanuwidjaja *et al.*, 2022). Antioksidan juga dapat diartikan sebagai molekul yang stabil yang mendonasikan elektron kepada radikal bebas yang tidak diinginkan sehingga dapat menetralkannya. Antioksidan berfungsi untuk menghambat atau menunda kerusakan jaringan karena sifatnya yang mampu menangkal radikal bebas (Kumar *et al.*, 2020). Nanopartikel emas yang merupakan salah satu jenis nanomaterial dapat berperan sebagai sumber antioksidan yang menjanjikan. Salah satunya yaitu nanopartikel emas yang dapat berperan sebagai sumber antioksidan karena kestabilan fisik dan kimianya yang tinggi (Chen *et al.*, 2021). Nanopartikel emas (AuNPs) memiliki sifat antioksidan yang sangat baik karena secara efektif mampu menetralkan radikal bebas. Sehingga AuNPs yang didapatkan melalui *green synthesis* merupakan sumber antioksidan yang potensial (Assad *et al.*, 2025).

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis nanopartikel emas dengan menggunakan metode *green synthesis* yang ramah lingkungan dengan menggunakan larutan HAuCl_4 dan ekstrak daun salam yang berperan sebagai bioreduktor. Kemudian dilakukan karakterisasi dari hasil sintesis dengan spektrofotometri UV-Vis untuk mengetahui panjang gelombang dan absorbansi optimum untuk memastikan nanopartikel emas telah terbentuk serta karakterisasi menggunakan TEM untuk mengetahui ukuran nanopartikel emas. Kemudian dilakukan pengujian aktivitas antioksidan nanopartikel emas menggunakan metode ABTS dengan variasi konsentrasi AuNPs (20; 10; 5; dan 2,5 ppm) yang akan menunjukkan persen peredamannya terhadap radikal bebas.

2. Methodology

2.1 Materials and Instruments

Pada penelitian ini, digunakan daun salam yang berasal dari Waru, Sidoarjo, Jawa Timur. Bahan lain yang digunakan yaitu larutan HAuCl_4 dengan konsentrasi 100 ppm, aquades, dan serbuk ABTS serta kalium persulfat. Alat yang digunakan yaitu gelas kimia 100 mL, gelas ukur 100 mL, kaca pengaduk, pipet, Erlenmeyer 250 mL, *hot plate*, kertas saringneraca analitik, chopper. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu Spektrofotometer UV-Vis dan TEM.

2.2 Extraction of Indonesian Bay Leaf (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.)

Ekstrak daun salam dapat diperoleh dengan menggunakan metode infusa. Daun salam yang telah dipreparasi ditimbang sebanyak 20 gram lalu dihaluskan menggunakan chopper hingga halus untuk memudahkan proses ekstraksi. Kemudian ditambahkan 100 mL air dan dipanaskan dengan suhu 90° selama 15 menit. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtrat dan residunya sehingga diperoleh ekstrak daun salam.

2.3 Synthesis Process of AuNPs

2.3.1. H_{AuCl₄} Solution Preparation

Proses pembuatan larutan H_{AuCl₄} yaitu dimulai dengan menyiapkan logam emas sebanyak 1 gram dan aqua regia sebanyak 8 mL. aqua regia diperoleh dari campuran antara HNO₃ dan HCl dengan perbandingan 1:3. Logam emas kemudian diletakkan di dalam gelas kimia lalu ditambahkan larutan aqua regia sambil dipanaskan hingga logam emas melebur dan menjadi larutan H_{AuCl₄}. Setelah pembuatan larutan H_{AuCl₄}, tahap selanjutnya yaitu dilakukan pengenceran hingga konsentrasinya menjadi 100 ppm.

2.3.2. Synthesis of AuNPs with Indonesian Bay Leaf Extract

Sintesis nanopartikel emas dimulai dengan pembuatan larutan H_{AuCl₄} menjadi 20 ppm. Larutan induk 100 ppm sebanyak 4 mL diencerkan dalam labu ukur 20 mL dengan aquades hingga mencapai tanda batas. Larutan yang telah diencerkan kemudian dipindahkan ke dalam gelas kimia 250 mL lalu ditambahkan 2 mL ekstrak daun salam sebagai bioreduktor. Kemudian ditunggu hingga terbentuk nanopartikel emas yang ditandai dengan perubahan warna menjadi ungu.

2.4 Characterization of AuNPs Using UV-Vis Spectrophotometer

Proses karakterisasi nanopartikel emas dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilakukan untuk larutan H_{AuCl₄} 20 ppm dan larutan nanopartikel emas hasil sintesis 20 ppm. Karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis ini dilakukan dengan tujuan untuk mengamati adanya pergeseran panjang gelombang maksimum larutan H_{AuCl₄}. Hal ini menunjukkan terjadinya pembentukan nanopartikel emas. AuNPs 20 ppm hasil sintesis diukur serapannya pada panjang gelombang 400-600 nm.

2.5 Characterization of AuNPs Using TEM

Karakterisasi nanopartikel emas menggunakan TEM dilakukan dengan menyiapkan grid TEM yang telah dibersihkan menggunakan etanol. Selanjutnya ekstrak daun salam hasil sintesis nanopartikel emas menggunakan bioreduktor ekstrak daun salam diteteskan ke atas grid TEM lalu dibiarkan hingga kering. Selanjutnya dilakukan pengamatan menggunakan TEM untuk mengidentifikasi morfologi serta ukuran nanopartikel emas yang dapat menghasilkan ukuran dan bentuk partikel yang telah diketahui.

2.6 Antioxidant Activity Test for AuNPs

Pengujian aktivitas antioksidan dengan metode ABTS diawali dengan pembuatan nanopartikel emas dengan beberapa variasi konsentrasi yaitu 10, 5, dan 2,5 ppm. Selanjutnya larutan pada masing-masing konsentrasi nanopartikel emas diambil 1 mL dan direaksikan dengan 1 mL larutan ABTS di dalam tabung reaksi yang telah dilapisi aluminium foil lalu ditambahkan dengan aquades 3 mL. Larutan tersebut kemudian diinkubasi dalam kondisi gelap selama kurang lebih 6 menit. Kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum ABTS dengan instrumen spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 735 nm yang diawali dengan pengukuran larutan blanko ABTS dengan cara 1 mL larutan ABTS ditambahkan aquades hingga volumenya menjadi 5 mL. Selanjutnya nilai absorbansi yang telah terbaca digunakan untuk perhitungan aktivitas antioksidan yang berupa presentase peredaman radikal bebas. Selanjutnya dapat dihitung nilai IC₅₀ untuk mengetahui aktivitas antioksidan nanopartikel emas.

3. Results and Discussion

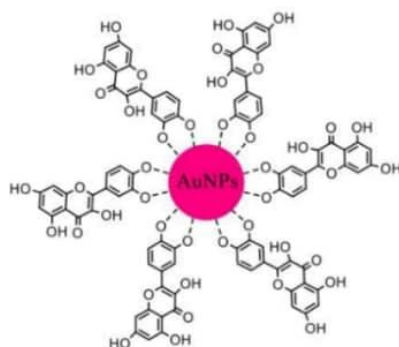
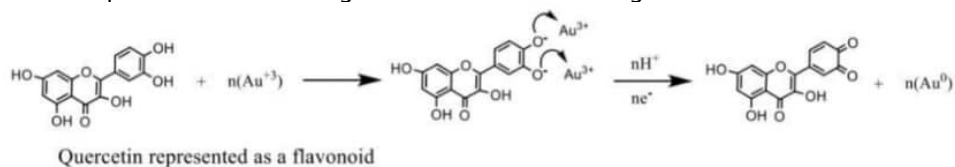
3.1 Synthesis Process of AuNPs

Sintesis nanopartikel emas dilakukan menggunakan larutan HAuCl_4 dengan konsentrasi 20 ppm. Dipilih nanopartikel emas dengan konsentrasi 20 ppm karena cenderung bersifat stabil yang tingkat agregasinya rendah (Aprilia & Taufikurohmah, 2024). Proses sintesis nanopartikel emas menggunakan bioreduktor daun salam dapat dilihat melalui gambar 1.



Gambar 1. Proses Sintesis AuNPs

Setelah penambahan ekstrak, dibutuhkan waktu 10 menit hingga terjadi perubahan warna dari kuning keemasan menjadi larutan berwarna ungu. Nanopartikel emas yang disintesis dengan menggunakan metode green synthesis dapat terjadi dalam suhu ruang sehingga tidak memerlukan perlakuan khusus atau energi tambahan sehingga prosesnya lebih ramah lingkungan dan efisien (Webster *et al.*, 2020). Pada penelitian ini, dapat diketahui bahwa nanopartikel emas direpresentasikan sebagai larutan berwarna ungu.

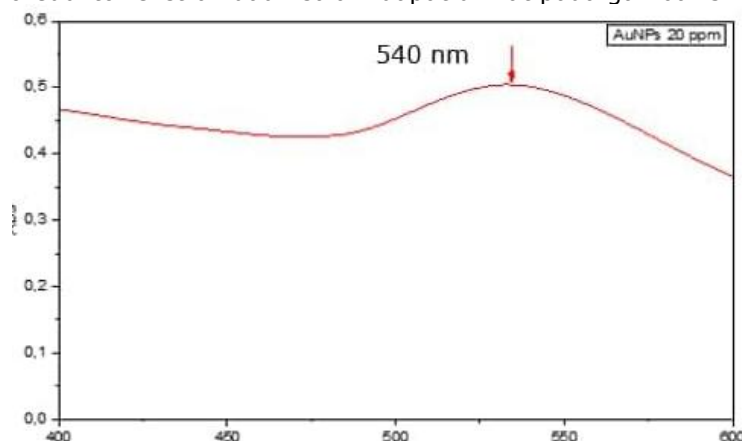


Gambar 2. Reaksi Pembentukan AuNPs

Gambar 2 menunjukkan proses sintesis nanopartikel emas menggunakan bioreduktor ekstrak daun salam terjadi karena adanya reaksi antara HAuCl_4 dengan ekstrak daun salam dimana terjadi reduksi ion Au^{3+} menjadi Au^0 atau muatan atom yang netral. Hal ini disebabkan karena adanya kandungan metabolit sekunder pada daun salam seperti flavonoid, tanin, dan alkaloid. Dengan flavonoid sebagai komponen utama (Jamilatun *et al.*, 2025). Daun salam kaya akan flavonoid yang salah satunya berjenis quercetin (Maulana *et al.*, 2024). Kandungan metabolit sekunder ini berperan sebagai agen pereduksi dan penstabil dengan memutus ikatan O-H sehingga memungkinkan interaksi atom Au satu sama lain yang dapat menyebabkan pembentukan suatu kluster logam dengan lapisan pelindung di sekitar permukaannya yang berukuran nano sehingga nanopartikel emas dapat terbentuk (Dang *et al.*, 2025).

3.2 Characterization of AuNPs Using UV-Vis Spectrophotometry

Karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis bertujuan untuk mengetahui panjang gelombang maksimum serta nilai absorbansi untuk hasil sintesis nanopartikel emas menggunakan bioreduktor ekstrak daun salam. Keberadaan nanopartikel emas dapat diamati pada rentang panjang gelombang 400-600 nm yang dapat menjadi indikator bahwa nanopartikel emas telah terbentuk yang sebelumnya telah diketahui secara visual melalui perubahan warna yang terjadi dari kuning keemasan menjadi ungu. Hasil karakterisasi nanopartikel emas menggunakan bioreduktor ekstrak daun salam dapat dilihat pada gambar 3.



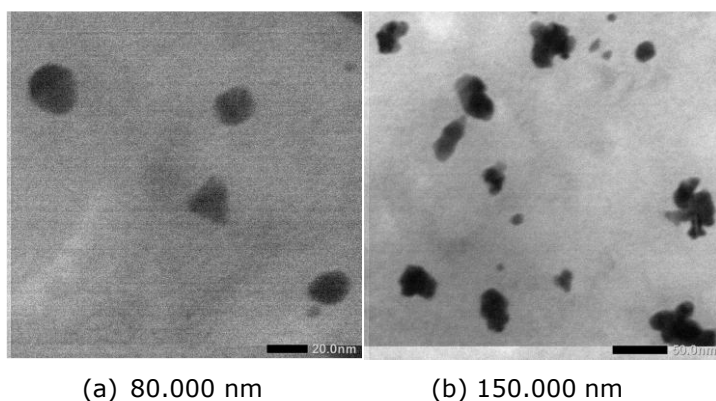
Gambar 3. Panjang Gelombang Maksimum AuNPs

Gambar 3 menunjukkan hasil karakterisasi nanopartikel emas hasil sintesis menggunakan ekstrak daun salam pada konsentrasi 20 ppm ditunjukkan dengan Panjang gelombang maksimum 540 nm dengan absorbansi 0,475. Warna yang terlihat pada cahaya yang diteruskan oleh panjang gelombang dengan nilai penyerapan dan hamburan cahaya yang terbesar. Untuk partikel pada 540 nm, mempunyai daerah serapan di warna hijau sehingga yang terlihat adalah warna komplemen yang tampak yaitu ungu (Pluchery *et al.*, 2024).

Puncak serapan nanopartikel emas berkaitan dengan resonansi permukaan plasmon atau *surface plasmon resonance* (SPR) yang menunjukkan interaksi yang kuat antara pergerakan elektron dan cahaya pada permukaan nanopartikel emas. Fenomena ini juga dapat diamati secara langsung melalui terbentuknya warna-warna yang khas dari setiap hasil sintesis nanopartikel emas (Tepale *et al.*, 2019).

3.3 Characterization of AuNPs Using TEM

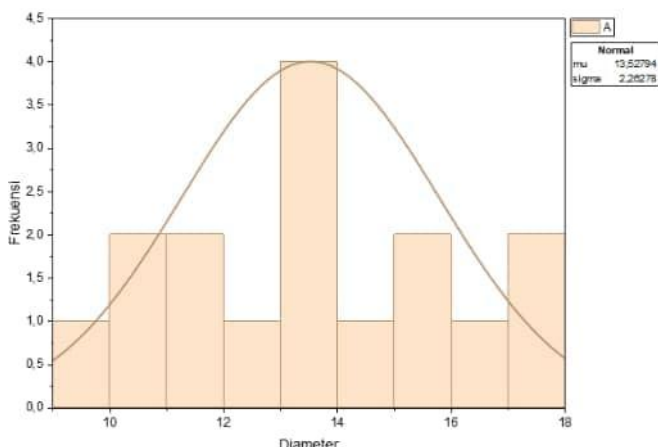
Karakterisasi nanopartikel emas menggunakan *Transmission Electrone Microscope* (TEM) dilakukan pada AuNPs dengan konsentrasi 20 ppm yang digunakan untuk mengetahui ukuran partikel.



Gambar 4. Hasil Karakterisasi AuNPs Menggunakan TEM

Gambar 4 menunjukkan hasil karakterisasi nanopartikel menggunakan ekstrak daun salam dengan instrumen TEM pada perbesaran 80.000 nm dan 150.000 nm yang dapat dianalisis menggunakan menggunakan *software Image J*. kemudian juga dapat diketahui informasi

mengenai ukuran partikel dari hasil karakterisasi TEM dengan analisis menggunakan *software* Origin Pro yang dapat dilihat pada gambar 5. Dari total keseluruhan 16 partikel yang dianalisis, didapatkan rata-rata ukuran partikel sebesar $13,6 \pm 2,3$. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa nanopartikel emas yang disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak daun salam telah terbentuk yang dapat diketahui dari rata-rata ukuran partikelnya termasuk ke dalam rentang 1.



Gambar 5. Data Histogram Ukuran Partikel Menggunakan *Software* Origin Pro

3.4 Antioxidant Activity Testing of AuNPs

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode ABTS (2,2-azinobis (3-ethylbenzothiazole-6-sulfonic acid) yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan antioksidan untuk meredam radikal bebas menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis. Untuk mengetahui aktivitas antioksidan AuNPs yang ditunjukkan oleh nilai IC_{50} . Dilakukan pengenceran AuNPs dengan variasi konsentrasi 2,5; 5; 10; 20 ppm yang dapat diamati pada gambar 6. Pada penelitian ini, larutan ABTS diukur pada panjang gelombang 600-800 nm dan menunjukkan panjang gelombang maksimum larutan ABTS yaitu 729 nm serta absorbansi 0,7952. Aktivitas antioksidan AuNPs dengan variasi konsentrasi 2,5; 5; 10; dan 20 ppm dapat diukur pada panjang gelombang 729 untuk mengetahui persen peredaman terhadap radikal bebas.



Gambar 6. Nanopartikel emas dengan variasi konsentrasi 2,5; 5; 10; 20 ppm

Tabel 1. Tabel Nilai Absorbansi dan Inhibisi AuNPs Pada Konsentrasi 2,5; 5; 10; 20 ppm.

No	Konsentrasi	Absorbansi Blanko	Absorbansi 1	Absorbansi 2	Absorbansi 3	Rata-rata	%Inhibisi	IC50
1	2,5 ppm	0,7952	0,515	0,516	0,516	0,516	35,2%	2,4
2	5 ppm		0,487	0,487	0,487	0,487	38,8%	
3	10 ppm		0,33	0,33	0,329	0,33	58,5%	
4	20 ppm		0,208	0,208	0,207	0,208	73,9%	

Nilai absorbansi AuNPs dengan variasi konsentrasi diperoleh setelah adanya reaksi AuNPs dengan ABTS. Nilai absorbansi yang diperoleh dapat diamati pada tabel 1 yang menunjukkan penurunan

absorbansi pada konsentrasi yang semakin tinggi. Hal ini dikarenakan antioksidan dari AuNPs mampu meredam radikal bebas dengan baik. Nilai absorbansi AuNPs pada tabel 1 dapat digunakan untuk mengetahui persen inhibisi yang merupakan kemampuan masing-masing konsentrasi AuNPs dalam meredam radikal bebas. Nilai persen inhibisi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{A \text{ blanko} - A \text{ sampel}}{A \text{ blanko}} \times 100\% \quad (1)$$

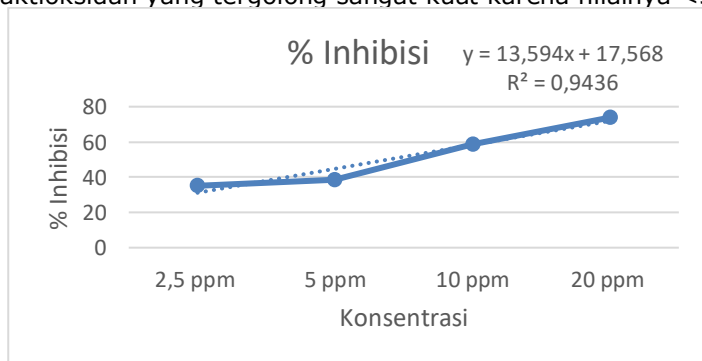
Dengan A blanko adalah absorbansi larutan ABTS serta A sampel merupakan absorbansi AuNPs yang telah direaksikan dengan ABTS. Nilai inhibisi tertinggi diperoleh pada AuNPs dengan konsentrasi 20 ppm sebesar 73,9% yang berarti pada konsentrasi tersebut merupakan konsentrasi yang paling baik dalam aktivitas peredaman radikal bebas.

Aktivitas antioksidan AuNPs dapat diketahui dari nilai IC_{50} (*Inhibitory concentration*). Untuk memperoleh IC_{50} dapat ditentukan dari kurva yang menunjukkan hubungan antara % inhibisi terhadap sampel yang dapat diamati pada gambar 6. Dengan sumbu x sebagai konsentrasi sampel dan sumbu y sebagai nilai % inhibisi. Diperoleh persamaan regresi yaitu $y = 13,594x + 17,568$ dengan $R^2 = 0,9436$.

Nilai IC_{50} didefinisikan sebagai besarnya konsentrasi sampel yang dapat meredam radikal bebas sebanyak 50%. Nilai IC_{50} yang semakin kecil akan menunjukkan bahwa aktivitas peredaman radikal bebasnya semakin tinggi karena pada konsentrasi AuNPs yang lebih sedikit, dapat meredam radikal bebas dengan baik (Bahri *et al.*, 2025). Nilai IC_{50} dapat dihitung dengan persamaan:

$$IC_{50} = \frac{50 - b}{a} \quad (2)$$

Nilai IC_{50} dari AuNPs yang disintesis menggunakan bioreduktor ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.) diperoleh sebesar 2,4 $\mu\text{g/mL}$ menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan nanopartikel emas hasil sintesis menggunakan daun salam memiliki aktivitas antioksidan yang tergolong sangat kuat karena nilainya <50 .



Gambar 6. Grafik Konsentrasi dan Inhibisi AuNPs

4. Conclusion

Nanopartikel emas (AuNPs) berhasil disintesis melalui pendekatan *green synthesis* menggunakan ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.) sebagai bioreduktor. Keberhasilan pembentukan AuNPs ditunjukkan oleh perubahan warna dari kuning menjadi ungu, panjang gelombang serapan maksimum pada 540 nm dengan nilai absorbansi sebesar 0,475, serta ukuran partikel yang berada pada rentang 10–16 nm dengan ukuran rata-rata 13,6 nm. AuNPs hasil sintesis juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat berdasarkan metode ABTS, dengan nilai persentase inhibisi yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi. Nilai inhibisi tertinggi diperoleh pada konsentrasi 20 ppm, yaitu sebesar 73,9%, dengan nilai IC_{50} sebesar 2,4 $\mu\text{g/mL}$. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun salam berpotensi digunakan sebagai bioreduktor yang ramah lingkungan dalam sintesis AuNPs, serta bahwa AuNPs yang dihasilkan memiliki potensi yang menjanjikan sebagai antioksidan.

References

- Agusmansyah, S. (2021). Syzygium Polyanthum Extract as A Therapy for Dyslipidemia. *Open Access Indonesian Journal of Medical Reviews*, 1(5), 111–115. <https://doi.org/10.37275/oaijmr.v1i5.52>
- Aprilia, N. R., & Taufikurohmah, T. (2024). Green Synthesis of Gold Nanoparticles Using Basella alba Leaf Extract and Their Antioxidant Activity. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 27(8), 381–387. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jksa.27.8.381-387>
- Assad, N., Laila, M. B., Naeem, M., Hassan, U., Fayyaz, M., Ali, L., Mustaqeem, M., Ullah, B., Khan, M. N., Iqbal, M., Ercişli, S., & Alarfaj, A. A. (2025). Eco-friendly synthesis of gold nanoparticles using Equisetum diffusum D . Don . with broad- antidiabetic , and antioxidant potentials. *Scientific Reports*, 15(1), 1–16. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-025-02450-9>
- Bahri, S., Setiadi, D., Lestari, T. A., Setiawan, H., Hakim, A., & Cahyadi, L. M. Z. (2025). The Comparison of IC 50 of Suji (Pleomele angustifolia) which is Extracted by Different Solvent. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2).
- Bayda, S., Adeel, M., Tuccinardi, T., Cordani, M., & Rizzolio, F. (2020). The history of nanoscience and nanotechnology: From chemical-physical applications to nanomedicine. *Molecules*, 25(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/molecules25010112>
- Chen, R., Chen, F., Sun, M., Zhang, R., Wu, S., & Chen, R. (2021). Controllable synthesis and antioxidant activity of gold nanoparticles using chlorogenic acid chlorogenic acid. *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*, 0(0), 1–7. <https://doi.org/10.1080/24701556.2021.1952242>
- Dang, K. T., Nguyen, V., Vu, H., & Nguyen, T. (2025). Gold nanoparticles biosynthesized from flavonoid extract of Hopea odorata leaves and their catalytic activity for 4-nitrophenol reduction. *Journal of Engineering Research*, 13, 2517–2526.
- Eker, F., Akdaşçı, E., Duman, H., Bechelany, M., & Karav, S. (2024). Gold Nanoparticles in Nanomedicine: Unique Properties and Therapeutic Potential. *Nanomaterials*, 14(22), 1–56. <https://doi.org/10.3390/nano14221854>
- Fernanda, C. D., & Taufikurohmah, T. (2024). Green Synthesis Gold Nanoparticles using Bioreductor of Butterfly Pea (Clitoria ternatea L .) Leaf Extract as an Antioxidant. *Jurnal Pijar MIPA*, 19(4), 726–731.
- Indriyani, R., & Taufikurohmah, T. (2024). Green Synthesis of Gold Nanoparticles Using Moringa Oleifera Leaf Extract Bioreductor (Moringa oleifera L.) and Activity Test as Antioxidant. *Jurnal Pijar Mipa*, 19(5), 881–887. <https://doi.org/10.29303/jpm.v19i5.7325>
- Jamilatun, M., Lukito, P. I., & Zahra, M. A. (2025). Antioxidant Activity of Bay (Syzygium polyanthum [Wight] Walp) Leaf Extract Toner. *Journal of Health Science and Medical Therapy*, 3(03), 255–264. <https://doi.org/https://doi.org/10.59653/jhsmt.v3i03.1853>
- Jongrungsomran, S., Pissuwan, D., Yavirach, A., Rungsiyakull, C., & Rungsiyakull, P. (2024). The Integration of Gold Nanoparticles into Dental Biomaterials as a Novel Approach for Clinical Advancement: A Narrative Review. *Journal of Functional Biomaterials*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/jfb15100291>
- Joudeh, N., & Linke, D. (2022). Nanoparticle classification, physicochemical properties, characterization, and applications: a comprehensive review for biologists. *Journal of Nanobiotechnology*, 20(1), 1–29. <https://doi.org/10.1186/s12951-022-01477-8>
- Kumar, H., Bhardwaj, K., Nepovimova, E., Bhardwaj, S., Bhatia, S. K., Verma, R., Dhanjal, D. S., & Kumar, D. (2020). Antioxidant Functionalized Nanoparticles : A Combat against Oxidative Stress. *Nanomaterials*, 10(1334), 1–26. <https://doi.org/doi:10.3390/nano10071334>
- Lestari Dewi Ayu, G., Eka Suprihatin, I., & Sibaran, J. (2020). Efektivitas Nanopartikel Perak (NPAg) Untuk Fotodegradasi Zat Warna Indigosol Blue. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 8(1), 34–40.
- Maulana, A., Putra, P., Nurrochmad, A., & Widyarini, S. (2024). Extraction , phytochemicals , bioactivities , and toxicity of Syzygium polyanthum : A comprehensive review. *Journal of Herbmmed Pharmacology*, 13(3), 366–380. <https://doi.org/10.34172/jhp.2024.51454>
- Pluchery, O., Prado, Y., Watkins, W., Pluchery, O., Prado, Y., Watkins, W., Authorization, H. A. L., & Chem, J. M. (2024). A complete explanation of the plasmonic colours of gold nanoparticles and of the bichromatic effect. *Journal of Materials Chemistry C*, qq, 1–9. <https://doi.org/10.1039/d3tc02669h>
- Rajeshwar, N. S., Zeenat, A., Shah, W., Alka, S., Saloni, R., Abbas, A. M., Ravindra, K. G., &

- Raja, R. (2022). Taurine is a future biomolecule for potential health benefits: A review. *Journal of Metabolomics and Systems Biology*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.5897/jmsbs2021.0026>
- Ratih, D. P., Putri Utami, T., & Michelle. (2024). Biosintesis dan uji Antioksidan Nanopartikel Emas Menggunakan Kuersetin. *Archives Pharmacia*, 6(2), 99–116.
- Safriansyah, A., & Lubis, S. (2023). Pengaruh Rebusan Daun Salam Terhadap Pengobatan Hipertensi dan Asam Urat. *Journal Artikel*, 1(3), 87.
- Soto, K. M., Mendoza, S., López-Romero, J. M., Gasca-Tirado, J. R., & Manzano-Ramírez, A. (2021). Gold nanoparticles: synthesis, application in colon cancer therapy and new approaches - review. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 14(4), 663–676. <https://doi.org/10.1080/17518253.2021.1998648>
- Sufi, S., & Nasution, A. (2025). Green Synthesis of Copper Nanoparticles Using Syzygium polyanthum Extract and Their Antioxidant Potential via DPPH Assay. *Indonesian Journal of Science and Pharmacy*, 3(1), 22–28.
- Tanuwidjaja, M. S., Nuraeni, E., & Yuniarsih, N. (2022). Perpaduan Aplikasi Nanopartikel Emas Dengan Bahan Alam Sebagai Kosmetik Pemutih Kulit dan Antioksidan. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(6).
- Tavker, N., Yadav, V. K., Yadav, K. K., Cabral-Pinto, M. M. S., Alam, J., Shukla, A. K., Ali, F. A. A., & Alhoshan, M. (2021). Removal of cadmium and chromium by mixture of silver nanoparticles and nano-fibrillated cellulose isolated from waste peels of citrus sinensis. *Polymers*, 13(2), 1–14. <https://doi.org/10.3390/polym13020234>
- Tepale, N., Fern, V. A., Carreon-alvarez, C., Gonz, V. J., Luna-flores, A., Carreon-alvarez, A., & Aguilar, J. (2019). Nanoengineering of Gold Nanoparticles: Green Synthesis, Characterization, and Applications Nancy. *Crystals*, 9(612), 1–47. <https://doi.org/doi:10.3390/cryst9120612>
- Tiara Putri, L., Syukri, Y., & Werdyani, S. (2021). Aplikasi Gold Nanopartikel dengan Bahan Alam sebagai Kosmetik Pemutih Wajah : Tinjauan Sistematis. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 8(2), 116–127. <https://doi.org/10.25077/jsfk.8.2.116-127.2021>
- Webster, T. J., Moghaddam, Xin Lee, K., & Hossein, J. (2020). Recent Developments in the Facile Bio-Synthesis of Gold Nanoparticles (AuNPs) and Their Biomedical Applications. *International Journal of Nanomedicine*, 15, 275–300.
- Wulandari, D. A., & Safaat, M. (2021). The Role of Nanoparticles in Inhibiting the Growth of the Plasmodium Parasite Causing Malarial Disease. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 8(1), 124–136. <https://doi.org/10.29122/jbbi.v8i1.4503>
- Xu, L., Wang, Y. Y., Huang, J., Chen, C. Y., Wang, Z. X., & Xie, H. (2020). Silver nanoparticles: Synthesis, medical applications and biosafety. *Theranostics*, 10(20), 8996–9031. <https://doi.org/10.7150/thno.45413>
- Zanjabila, C., Tatiana, S. W., & Tiara, A. L. (2024). Karakterisasi Dan Formulasi Sediaan Serum Nanopartikel Emas(Au) Bioreduktor Ekstrak Biji Bunga Matahari (Helianthus Annuus L.). *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(4), 12120–12135. <https://doi.org/10.31004/jkt.v5i4.34530>