

Green Synthesis dan Optimasi AgNPs melalui Ekstrak Etanol Daun Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.)

Yuanita Amalia Hariyanto⁽¹⁾, Elly Juliana Suoth⁽²⁾, Ezrani Tasiam⁽³⁾,
Della Elshaday Ronga⁽⁴⁾

Program Studi Farmasi, Universitas Sam Ratulangi
Jl. Kampus UNSRAT Bahu, Malalayang, Manado, 95115, Indonesia

Email: ¹yuanita.ah@unsrat.ac.id

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima 23 Oktober 2025
Direvisi 12 Agustus 2026
Disetujui 13 Agustus 2026
Dipublikasikan 15 Agustus 2026

Keywords:

AgNPs, Green synthesis, *Nypa fruticans*, optimization

Abstract: *Nypa fruticans* Wurmb. is a rich source of bioactive phytochemicals, including flavonoids, phenolic, and tannins. This study aimed to evaluate the antioxidant activity of *Nypa fruticans* Wurmb. leaf extract and investigate its potential as a bioreducing agent for the green synthesis of AgNPs. The leaf extract was prepared using the maceration method, while antioxidant activity was determined using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay. AgNPs were synthesized via a precipitation-based green synthesis approach and subsequently characterized by UV-Visible spectroscopy to monitor the formation of the surface plasmon resonance band. The extraction process yielded a crude extract with a recovery of 17%. The DPPH assay demonstrated a strong antioxidant activity, with an IC₅₀ value of 7 µg/mL. Optimization of the biosynthesis process revealed that an extract volume of 7 mL, a reaction temperature of 50 °C, and a reaction time of 90 min were the optimal conditions for the reduction of Ag⁺ ions, resulting in optically stable AgNPs. The successful formation of AgNPs was confirmed by an increase in SPR intensity accompanied by a red shift in the absorption wavelength, indicating nanoparticle growth. These findings suggest that *Nypa fruticans* Wurmb. is not only an effective source of natural antioxidants but also a promising eco-friendly bioreducing agent for the green synthesis of silver nanoparticles.

Kata Kunci:

AgNPs, Green synthesis, *Nypa fruticans*, optimasi

Corresponding Author:

Name:
Yuanita Amalia Hariyanto
Email:
yuanita.ah@unsrat.ac.id

Abstrak: *Nypa fruticans* Wurmb. mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, fenolik, dan tanin. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan dan efektivitas ekstrak daun *N. fruticans* sebagai agen bioreduktor dalam biosintesis AgNPs. Ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi. Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Biosintesis AgNPs dilakukan dengan metode presipitasi kemudian dikarakterisasi dengan spektrofotometri UV-Vis untuk mengamati pembentukan *surface plasmon resonance*. Rendemen yang dihasilkan sebesar 17%. Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH menunjukkan nilai IC₅₀ sebesar 7 µg/mL

yang mengindikasikan aktivitas antioksidan sangat kuat. Hasil optimasi biosintesis AgNPs menunjukkan volume ekstrak 7 mL, suhu 50 °C, dan sintesis selama 90 menit merupakan kondisi optimal untuk mereduksi ion Ag⁺, dan menghasilkan AgNPs yang stabil secara optik, ditandai dengan peningkatan intensitas SPR dan pergeseran panjang gelombang yang menunjukkan pertumbuhan ukuran nanopartikel. Hasil ini mengimplikasikan bahwa *Nypa fruticans* Wurmb. tidak hanya efektif sebagai sumber antioksidan alami, tetapi juga berpotensi sebagai agen bioreduktor yang ramah lingkungan dalam sintesis nanopartikel.

PENDAHULUAN

Nanopartikel perak (AgNPs) menjadi material yang banyak dikaji dalam perkembangan nanoteknologi. Hal ini dikarenakan karakteristik unggul yang dimiliki, terutama kemampuannya berinteraksi pada tingkat atomik. Keunikan sifat tersebut menjadikan AgNPs memiliki potensi aplikasi yang luas dalam berbagai bidang seperti biomedis, sensor, katalis, dan kosmetik (Fatiqin et al., 2024, 2025; Madaniyah et al., 2025; Maitra et al., 2023; Pechyen et al., 2024). Secara khusus, AgNPs menunjukkan aktivitas antibakteri, aktivitas antioksidan, kemampuan katalitik, serta sensitivitas tinggi. Oleh karena itu, AgNPs dikategorikan sebagai nanomaterial fungsional yang memiliki potensi besar dalam berbagai aplikasi dan menawarkan solusi terhadap berbagai permasalahan global. Kajian terkini mengenai sintesis nanopartikel menunjukkan adanya pergeseran paradigma ke arah metode berbasis bahan alami sebagai pendekatan yang lebih berkelanjutan. Pemanfaatan bahan alami sebagai agen pereduksi dan penyetabil memiliki keunggulan diantaranya sifat biodegradabel dan ramah lingkungan, toksisitas yang lebih rendah, serta biaya produksi yang relatif lebih ekonomis dibandingkan dengan penggunaan prekursor kimia sintetis (Bharadwaj et al., 2021; Eker et al., 2025a; Mustapha et al., 2022; Tareq et al., 2022). Keunggulan yang lain, dengan kombinasi berbagai senyawa bioaktif yang terkandung dalam bahan alami dapat memberikan efek sinergis dalam proses sintesis nanopartikel. Sehingga mampu menghasilkan nanopartikel yang stabil, distribusi ukuran merata, dan seragam (Eker et al., 2025b; Jha & Jha, 2021; Krishnasamy & Obbineni, 2022).

Tumbuhan dilaporkan menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dalam sintesis AgNPs dibandingkan mikroba, karena hanya memerlukan ekstrak tumbuhan. Sementara penggunaan mikroba memerlukan proses isolasi, kultur, dan pemeliharaan (Jha & Jha, 2021). Salah satu pendekatan biosintesis nanopartikel yang dapat dikembangkan adalah pemanfaatan ekstrak *Nypa fruticans* Wurm, atau yang lebih dikenal secara lokal sebagai tumbuhan Nipah. Nipah merupakan salah satu jenis tumbuhan mangrove yang tersebar luas di wilayah pesisir tropis dan subtropis Asia Tenggara, termasuk di Indonesia yang diperkirakan memiliki luas 4.237.000 hektar (Herfayati et al., 2020). Penggunaan Nipah dalam pengobatan tradisional untuk mengatasi berbagai kondisi, antara lain nyeri, demam, sakit gigi, dan sakit kepala, mengindikasikan adanya kandungan metabolit sekunder yang berkontribusi terhadap aktivitas biologis dan farmakologis dari tanaman.

Daun Nipah menjadi bagian yang menunjukkan aktivitas antioksidan lebih kuat dibandingkan bagian tanaman lainnya. Hal ini didukung dengan temuan kandungan fenoliknya yang tergolong sangat tinggi yaitu $299,06 \pm 0,02$ mg GAE/g ekstrak (Nugroho et al., 2022; Quoc et al., 2025a). Sejalan dengan hal tersebut, penelitian fitokimia menunjukkan daun Nipah mengandung tanin, polifenol, dan flavonoid yang berperan sebagai antioksidan karena kemampuannya dalam menangkap radikal bebas (Asra et al., 2019; Quoc et al., 2025b). Aktivitas antioksidan sangat dipengaruhi oleh interaksinya dengan radikal bebas, modifikasi ukuran partikel hingga skala nanometer dapat meningkatkan luas permukaan sehingga memperkuat interaksi tersebut (Dhir et al., 2024). Metabolit sekunder tumbuhan seperti tanin dan saponin diketahui dapat berperan sebagai agen reduktor alami dalam sintesis nanopartikel logam (Dhir et al., 2024; Gazali & Nufus, 2019).

Penelitian terdahulu telah melaporkan keberhasilan sintesis AgNPs menggunakan ekstrak kulit buah Nipah untuk aplikasi antibakteri dan katalitik (Wonglakhon et al., 2025). Namun, pemanfaatan ekstrak daun Nipah sebagai agen biosintesis dalam sintesis hijau AgNPs hingga kini masih belum banyak dikaji. Perbedaan profil fitokimia antara daun dan kulit buah Nipah, terutama tingginya kandungan flavonoid dan senyawa fenolik pada daun mengimplikasikan bahwa daun berpotensi menghasilkan AgNPs dengan karakteristik dan aktivitas biologis yang berbeda. Kajian mengenai evaluasi aktivitas antioksidan AgNPs yang disintesis menggunakan ekstrak Nipah masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak etanol daun Nipah dalam biosintesis AgNPs, mengoptimasi kondisi sintesis berdasarkan parameter volume ekstrak, suhu, dan waktu reaksi. Dengan meningkatnya kebutuhan akan bahan

alami yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, Nipah menjadi kandidat unggul dalam inovasi produk bioaktif modern yang mendukung kesehatan manusia maupun lingkungan.

METODE

Materials

Bahan kimia yang digunakan untuk mensintesis nanopartikel Ag memiliki kualitas reagen analitik p.a. AgNPs dibuat dengan menggunakan AgNO₃, daun *Nypa fruticans* Wurmb., etanol 96%, dan *de-ionized water*.

Ekstraksi Daun *N. fruticans* Wurmb.

Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% sebagai pelarut. Sampel diekstraksi dengan rasio simplisia dan pelarut 1:5 (b/v), kemudian didiamkan selama 1 x 24 jam dalam kondisi seluruh bagian sampel terendam sempurna oleh pelarut. Selama proses ekstraksi berlangsung, dilakukan pengadukan secara berkala. Selanjutnya, campuran disaring untuk memisahkan filtrat dan residu. Residu yang diperoleh diremaserasi 2 kali. Filtrat yang dihasilkan kemudian diuapkan dengan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental.

Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun *N. fruticans* Wurmb.

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan menggunakan metode DPPH, dengan menggunakan 5 variasi konsentrasi yaitu 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm.

Biosintesis Nanopartikel Ag dengan ekstrak daun *N. fruticans* Wurmb.

Nanopartikel Ag disintesis dengan metode sintesis hijau (biosintesis) dengan menggunakan 1% ekstrak kental *Nypa fruticans* Wurmb. ditambahkan ke dalam 20 ml AgNO₃ (0,145 M) pada temperatur ruang, diikuti pengadukan dengan kecepatan 720 rpm selama 60 menit. Nanopartikel Ag disentrifugasi pada 10000 rpm selama 10 menit. Terbentuknya nanopartikel Ag diamati dengan terbentuknya *surface plasmon resonance* (SPR) pada panjang gelombang 420 nm. Nanopartikel Ag kemudian dioptimasi dari volume ekstrak, suhu, dan waktu sintesis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Ekstrak Daun *N. fruticans* Wurmb.

Ekstraksi *N. fruticans* Wurmb. dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96% menghasilkan rendemen sebesar 17%. Nilai rendemen yang diperoleh menunjukkan efektivitas metode ekstraksi yang digunakan secara kuantitatif. Hal ini didukung juga oleh pemilihan pelarut etanol 96% yang diketahui memiliki afinitas tinggi terhadap senyawa flavonoid dan fenolik (Sasidharan et al., 2010). Jika dibandingkan dengan tanaman mangrove lain menggunakan metode yang sama, rendemen ekstrak yang dihasilkan berada pada kisaran 15-25%. Dengan demikian, nilai rendemen yang dihasilkan menunjukkan efektivitas proses ekstraksi yang baik (Wijaya & Jubaidah, 2018). Nilai rendemen yang diperoleh secara teoritis berkorelasi dengan massa total senyawa yang diekstraksi oleh pelarut, meskipun tidak secara langsung menunjukkan selektivitas terhadap metabolit target tertentu (NN, 2015). Dalam hal ini, rendemen 17% dapat digunakan sebagai indikator efektivitas proses ekstraksi secara kuantitatif terhadap kandungan bioaktif *N. fruticans* Wurmb.

Aktivitas Antioksidan Ekstrak *N. fruticans*

Tabel 1. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak *Nypa fruticans*

Konsentrasi (ppm)	%inhibisi (%)
20	61,82
40	73,87
60	86,59
80	93,69
100	95,72

Aktivitas antioksidan ekstrak *N. fruticans* Wurmb. dengan metode DPPH menghasilkan %inhibisi yang meningkat seiring bertambahnya konsentrasi, dengan rincian 20 ppm 61,82%; 40 ppm 73,87%; 60 ppm 86,59%; 80 ppm 93,69%; 100 ppm 95,72% disajikan pada Tabel 1. %inhibisi ini menggambarkan hubungan linear dosis-respon antara konsentrasi ekstrak dan aktivitas antioksidan, dimana peningkatan konsentrasi akan meningkatkan kemampuan penangkapan radikal bebas DPPH. Hal ini mengimplikasikan semakin tinggi konsentrasi yang dihasilkan menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi pula.

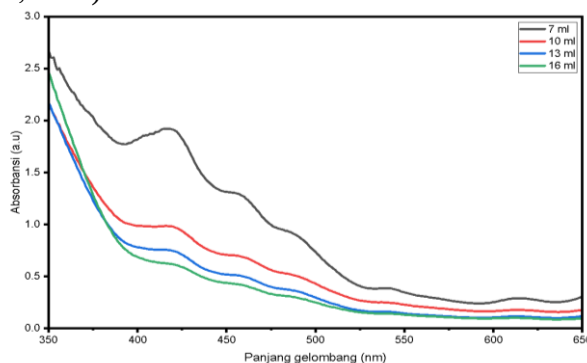
Tabel 2. Nilai IC₅₀ Ekstrak Etanol *Nypa fruticans*

Larutan Uji	IC ₅₀ (ppm)	Aktivitas Antioksidan
Ekstrak Etanol Daun Nipah	7,00	Sangat kuat
Ekstrak Etanol Daun Nipah (Anggraini et al., 2018)	9,61	Sangat kuat
Ekstrak Akar Nipah (Oktaria & Marpaung, 2023)	6,59	Sangat kuat

Berdasarkan hasil aktivitas antioksidan diperoleh persamaan regresi linear yang representasikan dalam kurva kalibrasi untuk mengetahui hubungan konsentrasi dengan persentase penghambatan. Selanjutnya didapatkan persamaan regresi linear yaitu $y = 22,33x - 5,9351$ dengan nilai R² sebesar 0,984. Nilai R² yang mendekati 1 menunjukkan regresi tersebut linear dan menunjukkan ketepatan yang cukup tinggi. Berdasarkan persamaan regresi linear, kemudian digunakan sebagai dasar untuk menghitung nilai IC₅₀. Nilai di IC₅₀ ekstrak *N. fruticans* Wurmb. sebesar 7,00 ppm. Nilai tersebut mengimplikasikan bahwa pada konsentrasi 7,00 ppm dapat menghambat radikal bebas sebesar 50%. Hasil ini selaras dengan penelitian terdahulu yang melaporkan aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol Daun nipah yang diperoleh dari Sumatera sebesar 9,61 ppm (Anggraini et al., 2018). Oktaria & Marpaung (2023) juga melaporkan ekstrak etanol akar nipah memiliki nilai IC₅₀ sebesar 6,59 ppm. Nilai IC₅₀ yang dilaporkan berada dalam kategori sangat kuat karena berada dibawah 50 ppm (Molyneux, 2004). Nilai IC₅₀ dari Ekstrak etanol *Nypa fruticans* Wurmb disajikan pada Tabel 2. Aktivitas antioksidan tersebut dipengaruhi oleh kandungan metabolit sekunder khususnya senyawa fenolik yang terkandung dalam ekstrak etanol daun nipah, dimana senyawa fenolik berfungsi dalam pemutusan ikatan rantai radikal bebas secara langsung dan menangkap berbagai spesies reaktif (Rezky et al., 2023).

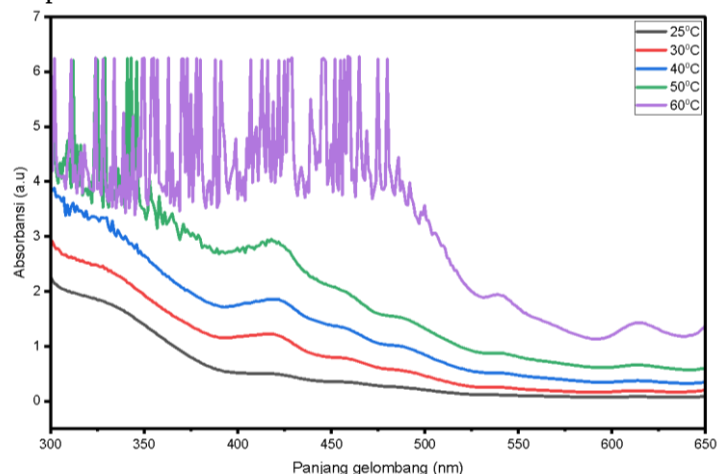
Optimasi Nanopartikel Ag dengan Ekstrak *N. fruticans* Wurmb.

Pengaruh volume ekstrak *N. fruticans* Wurmb pada sintesis AgNPs diamati dengan variasi volume ekstrak 1% pada rentang 7 ml, 10 ml, 13 ml, 16 ml pada konsentrasi AgNO₃ yang konstan. Hasil pengukuran spektrofotometri UV-Vis menunjukkan bahwa seluruh variasi volume ekstrak menghasilkan absorbansi dengan puncak rentang 400 - 450 nm seperti disajikan pada Gambar 1, yang merupakan karakter khas SPR nanopartikel perak dan mengindikasikan keberhasilan reduksi ion Ag⁺ menjadi nanopartikel Ag⁰. Nilai absorbansi UV-Vis digunakan untuk menentukan konsentrasi nanopartikel perak yang disintesis, dimana intensitas absorbansi SPR yang lebih tinggi mengindikasikan kemungkinan terbentuknya konsentrasi AgNPs yang lebih besar (Avanti et al., 2025).



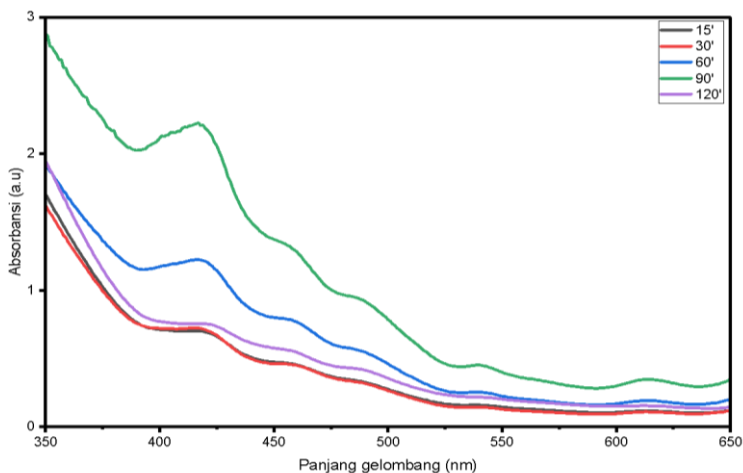
Gambar 1. Efek konsentrasi ekstrak *N. fruticans* Wurmb.

Diantara seluruh variasi uji, volume 7 ml menunjukkan intensitas absorbansi SPR tertinggi dengan peningkatan volume ekstrak justru menurunkan intensitas absorbansi secara progresif. Berdasarkan hasil ini, volume 7 ml menunjukkan volume yang optimal dan digunakan sebagai dasar untuk optimasi waktu dan suhu reaksi.



Gambar 2. Efek variasi suhu AgNPs ekstrak *N. fruticans* Wurmb.

Pengaruh suhu sintesis AgNPs yang disajikan pada Gambar 2 menunjukkan puncak absorbansi yang berkisar di 420 nm. Intensitas puncak SPR meningkat dari suhu 25°C hingga 50°C, hal ini sejalan dengan penelitian (Güneş et al., 2025), dimana peningkatan suhu dapat menyebabkan frekuensi tumbukan efektif antara senyawa pereduksi dan ion Ag^+ bertambah. Pada suhu 25°C proses pembentukan AgNPs *N. fruticans* Wurmb. dinilai sangat lambat, namun peningkatan puncak absorbansi terjadi secara progresif seiring dengan dinaikannya suhu sintesis hingga pada 50°C. Suhu 60°C, nilai absorbansi UV-Vis menunjukkan fluktuasi dengan adanya noise yang intens. Hal ini mengindikasikan suhu yang terlalu tinggi dapat mendenaturasi biomolekul yang bertanggung jawab dalam enkapsulasi nanopartikel. Denaturasi ini mengganggu proses nukleasi ion Ag^+ (Sati et al., 2025). Sehingga, peningkatan suhu secara bertahap hingga 50°C menunjukkan sistem belum mencapai tahap saturasi. Berbeda dengan hasil absorbansi pada 60°C yang mengalami fluktuasi noise.



Gambar 3. Efek variasi waktu pengadukan AgNPs ekstrak *N. fruticans* Wurmb

Optimasi waktu pembentukan AgNPs disintesis selama 120 menit pada volume ekstrak 7 ml, konsentrasi AgNO_3 0,145 M, dan suhu 50°C. Hasil pengukuran pada Gambar 3 menunjukkan menit ke-15 dan ke-30 memiliki nilai absorbansi pada intensitas rendah tanpa puncak SPR yang jelas, mengimplikasikan reduksi ion Ag^+ belum berlangsung secara signifikan. Menit ke-60, terjadi peningkatan nilai absorbansi dengan puncak di sekitar 420 - 430 nm, dan intensitas SPR

tertinggi diperoleh pada menit ke-90 yang menandakan pembentukan AgNPs dalam jumlah relatif maksimal dengan kondisi pengujian ini (Ahluwalia et al., 2018). Dengan demikian, waktu 90 menit ditentukan sebagai kondisi optimal untuk sintesis AgNPs karena menghasilkan intensitas SPR tertinggi dengan puncak yang paling jelas.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak daun *N. fruticans* Wurm. menunjukkan potensi fitokimia yang signifikan dengan rendemen maserasi sebesar 17%, mencerminkan efektivitas pelarut polar dalam mengekstraksi metabolit bioaktif seperti fenolik, flavonoid, dan tanin. Aktivitas antioksidan ekstrak ini tergolong sangat kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 7 μ g/mL, yang mengindikasikan kemampuan tinggi dalam menangkal radikal bebas. Selain itu, ekstrak *N. fruticans* terbukti efektif sebagai agen bioreduktor alami dalam sintesis AgNPs, dengan kondisi optimal pada volume ekstrak 7 mL, suhu 50 °C, dan waktu reaksi 90 menit. Hasil ini mengimplikasikan bahwa *N. fruticans* berpotensi tidak hanya sebagai sumber antioksidan alami, tetapi juga sebagai biomaterial inovatif untuk aplikasi farmasi dan teknologi nanomaterial ramah lingkungan.

DAFTAR RUJUKAN

- Ahluwalia, V., Elumalai, S., Kumar, V., Kumar, S., & Sangwan, R. S. (2018). Nano silver particle synthesis using *Swertia paniculata* herbal extract and its antimicrobial activity. *Microbial Pathogenesis*, 114, 402–408.
- Anggraini, R. S., Sudarmi, S., & Ginting, H. (2018). Uji Aktivitas Antioksidan dari Ekstak Etanol Daun Nipah (*Nypa fruticans* Wurm.) dengan Metode DPPH: Antioxidant Activity Test of Ethanol Extract in Nipah Leaf (*Nypa fruticans* Wurm.) Using DPPH Method. *Talenta Conference Series: Agricultural and Natural Resources (ANR)*, 1(2), 205–212. <https://talentaconfseries.usu.ac.id/anr/article/view/238>
- Asra, R., Azni, N. R., Rusdi, R., & Nessa, N. (2019). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Fraksi Heksan, Fraksi Etil Asetat dan Fraksi Air Daun Kapulaga (*Elettaria cardamomum* (L.) Maton). *Journal of Pharmaceutical And Sciences*, 2(1), 30–37. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v2i1.17>
- Avanti, C., Qoyimah, S., Suliman, I. H., Flora, M. A., Rani, K. C., Sukweenadhi, J., & Kartini, K. (2025). Environmentally friendly synthesis of silver nanoparticles using Indonesian medicinal plants extract: Scale-up study and characterization. *Journal of Research in Pharmacy*, 28(5), 1369–1377.
- Bharadwaj, K. K., Rabha, B., Pati, S., Choudhury, B. K., Sarkar, T., Gogoi, S. K., Kakati, N., Baishya, D., Kari, Z. A., & Edinur, H. A. (2021). Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Diospyros malabarica* Fruit Extract and Assessments of Their Antimicrobial, Anticancer and Catalytic Reduction of 4-Nitrophenol (4-NP). *Nanomaterials*, 11(8), 1999. <https://doi.org/10.3390/nano11081999>
- Dhir, R., Chauhan, S., Subham, P., Kumar, S., Sharma, P., Shidiki, A., & Kumar, G. (2024). Plant-mediated synthesis of silver nanoparticles: Unlocking their pharmacological potential—a comprehensive review. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1324805>
- Eker, F., Akdaşçi, E., Duman, H., Bechelany, M., & Karav, S. (2025a). Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Plant Extracts: A Comprehensive Review of Physicochemical Properties and Multifunctional Applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(13), 6222. <https://doi.org/10.3390/ijms26136222>
- Eker, F., Akdaşçi, E., Duman, H., Bechelany, M., & Karav, S. (2025b). Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Plant Extracts: A Comprehensive Review of Physicochemical Properties and Multifunctional Applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(13), 6222. <https://doi.org/10.3390/ijms26136222>

- Fatiqin, A., Alfanaar, R., Rahman, S., Febrianto, Y., Citrariana, S., Arsana, M. P., Suprayogi, T., & Kurniawan, Y. S. (2024). Catalytic reduction of 4-nitrophenol and methylene blue with silver nanoparticles decorated with drymoglossum piloselloides extract. *Journal of Multidisciplinary Applied Natural Science*, 4(2), 249–261.
- Fatiqin, A., Alfanaar, R., Rahman, S., Febrianto, Y., Citrariana, S., Arsana, M. P., Suprayogi, T., Kurniawan, Y. S., & Amrulloh, H. (2025). Antibacterial Activities of Silver Nanoparticles Prepared using Extract of Drymoglossum piloselloides. *Journal of Multidisciplinary Applied Natural Science*, 6(1), 455–465. <https://doi.org/10.47352/jmans.2774-3047.333>
- Gazali, M., & Nufus, H. (2019). SKREENING FITOKIMIA DAUN SEGAR Nypa fruticans Wurmb ASAL PESISIR ACEH BARAT. *JURNAL PERIKANAN TROPIS*, 6(1), 25–37. <https://doi.org/10.35308/jpt.v6i1.1094>
- Güneş, S., Ektiren, D., & Vardin, H. (2025). Green synthesis and characterization of silver nanoparticles from Gilaburu under varying temperature and pH, with antimicrobial activity and spectral inconsistencies. *Scientific Reports*, 15(1), 38516. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-00595-1>
- Herfayati, P., Pandia, S., & Nasution, H. (2020). Karakteristik Antosianin dari Kulit Buah Nipah (Nypa frutican) sebagai Pewarna Alami dengan Metode Soxhletasi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 9(1), 26–33. <https://doi.org/10.32734/jtk.v9i1.2831>
- Jha, S. K., & Jha, A. (2021). Plant Extract Mediated Synthesis of Metal Nanoparticles, their Characterization and Applications: A Green Approach. *Current Green Chemistry*, 8(3), 185–202. <https://doi.org/10.2174/2213346108666210901113852>
- Krishnasamy, R., & Obbineni, J. M. (2022). Methods for Green Synthesis of Metallic Nanoparticles Using Plant Extracts and their Biological Applications—A Review. *Journal of Biomimetics, Biomaterials and Biomedical Engineering*, 56, 75–151. <https://doi.org/10.4028/p-8bf786>
- Madaniyah, L., Fiddaroini, S., Hayati, E. K., Rahman, M. F., & Sabarudin, A. (2025). Biosynthesis, characterization, and in-vitro anticancer effect of plant-mediated silver nanoparticles using Acalypha indica Linn: In-silico approach. *OpenNano*, 21, 100220.
- Maitra, B., Khatun, M. H., Ahmed, F., Ahmed, N., Kadri, H. J., Rasel, M. Z. U., Saha, B. K., Hakim, M., Kabir, S. R., & Habib, M. R. (2023). Biosynthesis of Bixa orellana seed extract mediated silver nanoparticles with moderate antioxidant, antibacterial and antiproliferative activity. *Arabian Journal of Chemistry*, 16(5), 104675.
- Molyneux, P. (2004). *The use of the stable free radical diphenylpicryl- hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity*. 26(2).
- Mustapha, T., Misni, N., Ithnin, N. R., Daskum, A. M., & Unyah, N. Z. (2022). A Review on Plants and Microorganisms Mediated Synthesis of Silver Nanoparticles, Role of Plants Metabolites and Applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2), 674. <https://doi.org/10.3390/ijerph19020674>
- NN, A. (2015). A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, 4(3), 1–6. <https://doi.org/10.4172/2167-0412.1000196>
- Nugroho, G. D., Wiraatmaja, M. F., Pramadaningtyas, P. S., Febriyanti, S., Liza, N., Md. Naim, D., Ulumuddin, Y. I., & Setyawan, A. D. (2022). Review: Phytochemical composition, medicinal uses and other utilization of Nypa fruticans. *International Journal of Bonorowo Wetlands*, 10(1). <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w100105>
- Oktaria, D., & Marpaung, M. P. (2023). Penetapan kadar flavonoid total dan aktivitas antioksidan ekstrak akar nipah (Nypa fruticans Wurmb) dengan metode spektrofotometri uv-vis. *Lantanida Journal*, 11(1), 36.
- Pechyen, C., Tangnorawich, B., Toommee, S., Marks, R., & Parcharoen, Y. (2024). Green synthesis of metal nanoparticles, characterization, and biosensing applications. *Sensors International*, 5, 100287.

- Quoc, L. P. T., Anh, T. T. M., Phuong, L. B. B., Quyen, P. T., & Hao, P. M. (2025a). Phytochemicals, antimicrobial and antioxidant properties, and potential applications of *Nypa fruticans* Wurmb.: An updated review. *Food Science and Preservation*, 32(6), 996–1007. <https://doi.org/10.11002/fsp.2025.32.6.996>
- Quoc, L. P. T., Anh, T. T. M., Phuong, L. B. B., Quyen, P. T., & Hao, P. M. (2025b). Phytochemicals, antimicrobial and antioxidant properties, and potential applications of *Nypa fruticans* Wurmb.: An updated review. *Food Science and Preservation*, 32(6), 996–1007. <https://doi.org/10.11002/fsp.2025.32.6.996>
- Rezky, A., Gama, S. I., & Narsa, A. C. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) dan Pembuatan Formulasi Basis Krim. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 5(SE-1), 1–9.
- Sasidharan, S., Chen, Y., Saravanan, D., Sundram, K. M., & Yoga Latha, L. (2010). Extraction, Isolation and Characterization of Bioactive Compounds from Plants' Extracts. *African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines*, 8(1), 1–10.
- Sati, A., Ranade, T. N., Mali, S. N., Ahmad Yasin, H. K., & Pratap, A. (2025). Silver Nanoparticles (AgNPs): Comprehensive Insights into Bio/Synthesis, Key Influencing Factors, Multifaceted Applications, and ToxicityA 2024 Update. *ACS Omega*, 10(8), 7549–7582. <https://doi.org/10.1021/acsomega.4c11045>
- Tareq, M., Khadrawy, Y. A., Rageh, M. M., & Mohammed, H. S. (2022). Dose-dependent biological toxicity of green synthesized silver nanoparticles in rat's brain. *Scientific Reports*, 12(1), 22642. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-27171-1>
- Wijaya, H., & Jubaidah, S. (2018). (*Sonneratia caseolaris* L. Engl).
- Wonglakhon, T., Jommala, N., Laksee, S., Nuengmatcha, P., Ninwong, B., Zahn, D., & Thepchuay, Y. (2025). Experimental and computational study of ecofriendly synthesis of silver nanoparticles from natural extracts: Self-controlled nucleation and growth, and colorimetric detection of heavy metal ions. *Surfaces and Interfaces*, 68, 106618.