

**TINJAUAN BIOFABRIKASI NANOPARTIKEL PERAK DAN EMAS
DENGAN MENGGUNAKAN EKTRAK TANAMAN**

***REVIEW BIOFABRICATION OF SILVER AND GOLD NANOPARTICLES
USING PLANTS EXTRACT***

Nancy Willian^{1,*}, Hilfi Pardi²

^{1,2}Prodi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji
Kepulauan Riau

*email korespondensi : nancywillian@umrah.ac.id

Abstrak

Nanomaterials are obtained from biological synthesis materials through environmentally friendly green chemical based techniques. This review is focused on the synthesis of silver and gold metal nanoparticles in plants and their characteristics. Plant extracts that were carried out experimentally provided various characterizations. The strategy plays an important role in the variety of shape, size, and morphological strategies of metal nanoparticles, which lead to different application activities of these metal nanoparticles. This paper mainly summarizes the various methods of gold and silver nanoparticle synthesis and characterization in various plant parts and also documents detailed information on the strategies involved in using plant extracts as reducing agents in the synthesis of metal nanoparticles with various applications.

Key words: AgNPs, AuNPs, Biosynthesis, Plant extract

Abstrak

Material nano diperoleh dari material sintesis biologis melalui teknik berbasis green chemistry yang ramah lingkungan. Ulasan ini difokuskan pada sintesis nanopartikel logam perak dan emas pada tanaman dan karakteristiknya. Ekstrak tumbuhan yang dilakukan secara eksperimental memberikan karakterisasi yang bervariasi. Strategi ini memainkan peranan penting dalam variasi strategi bentuk, ukuran, dan morfologi dari nanopartikel logam, yang mengarah pada perbedaan aktivitas aplikasi dari nanopartikel logam tersebut. Tulisan ini terutama merangkum berbagai metode sintesis nanopartikel emas dan perak dan karakteristik dalam berbagai bagian tanaman dan juga mendokumentasikan informasi rinci tentang strategi yang terlibat dalam penggunaan ekstrak tanaman sebagai reduktor dalam sintesis nanopartikel logam dengan berbagai aplikasi.

Keywords: AgNPs, AuNPs, biosintesis, ekstrak tanaman

PENDAHULUAN

Baru baru ini, perkembangan dan pertumbuhan nanoteknologi yang luar biasa, dan telah banyak minat experimental telah dihasilkan dalam studi nanopartikel logam (NP). Nanoteknologi telah menjadi subjek penelitian dan antusiasme yang besar bagi para peneliti dalam beberapa tahun terakhir. Konsep nanomaterial memiliki dimensi sintesis dan manipulasi material dalam skala nano Partikel nano dari logam mulia Perak (Ag) dan emas (Au) memiliki peran dalam berbagai bidang karena sifat fisika dan kimianya yang unik dan

sangat berbeda dengan partikel curahnya (bulk) (Siegel et al., 2016). Aplikasi nanopartikel ini (NP) diantaranya seperti perawatan luka bakar, bahan implantasi gigi, bahan pelapis tahan karat, kosmetik dan aplikasi biomedis seperti anti kanker, antibakteri, dan antioxidant (Ahmed et al., 2016; Barabadi et al., 2017). Peranan berbagai aplikasi yang beragam terkait dengan ukuran spesifik dan distribusi ukuran nanopartikel. Dengan demikian, ukuran dan distribusi ukuran sangat penting ketika efek ukuran kuantum yang digunakan untuk mengontrol properti material. Sehingga analisis

terkontrol dan lengkap dari ukuran partikel dan distribusi ukuran sangat penting untuk memanfaatkan nanopartikel dalam banyak aplikasi.

Nanopartikel disintesis melalui metoda fisika dan kimia terbukti tidak efisien, karena mahal, dan berbahaya bagi lingkungan. Green Sintesis atau sintesis hijau nanopartikel perak (AgNP) dan emas (AuNP) telah menjadi solusi yang saat ini gencar dikembangkan. Penggunaan tanaman sebagai reduktor material nano sangat menjanjikan, karena biaya yang murah, sederhana dan cepat. Berbagai jenis organisme telah dieksplorasi dalam menghasilkan nanopartikel salah satunya *marine biotechnology* (Willian, 2018). Kandungan senyawa bioaktif yang ada dalam berbagai jenis tanaman (flavonoid, fenol, asam sitrat, asam askorbat, polifenol, terpen dan alkaloid) telah berperan dalam proses reduksi, capping agent dan stabilisasi nanopartikel (Ahmed et al., 2016).

Sistem tumbuhan dapat mensintesis partikel nano baik secara intraseluler dan ekstraseluler (Nathakumar and Krishnan, Chitra, rose chelan, 2019). Sintesis intarseluler nanopartikel logam adalah menumbuhkan tanaman di media organik yang kaya logam. Sedangkan metoda ekstraseluler adalah sintesis nanopartikel menggunakan ekstrak daun dibuat dengan cara merebus dan menghancurkan daun. Mediasi tanaman yang berbeda akan menghasilkan bentuk dan ukuran nanopartikel perak dan emas yang bervariasi (Ismail et al., 2016). Tulisan ini bertujuan untuk menguraikan perkembangan terkini sintesis AgNP dan AuNP yang dimediasi ekstrak tumbuhan yang berbeda yang menghasilkan ukuran, bentuk dan morfologi partikel yang bervariasi. Berbagai karakterisasi nanopartikel logam juga akan dibahas pada tulisan ini.

BIOSINTESIS AgNP DAN AuNP.

Alam memiliki sumber tanaman yang berlimpah dengan kandungan metabolit yang berbeda. Sintesis NP dengan bantuan tanaman menjadi populer dalam dunia sintesis material nano. Perbedaan kandungan bioaktif akan memperlihatkan perbedaan bentuk, morfologi dan sifat NP (Ahmed et al., 2016). Pendekatan persiapan umum dalam sintesis mencakup mengumpulkan bagian tanaman, membersihkan dengan air untuk menghilangkan debu dan kotoran, ekstraksi berair menggunakan aquabidestilat, penyaringan, pengerikan,

pembuatan powder dan yang terakhir bagian utama sintesis NP.

Sintesis AgNPs dan AuNPs oleh entitas biologis karena adanya sejumlah besar bahan bioaktif kimia organik yang mampu mendonasikan elektron untuk reduksi ion Ag^+ atau Au^{3+} menjadi Ag^0 dan Au^0 . Bahan aktif yang bertanggungjawab untuk reduksi bervariasi tergantung pada ekstrak yang digunakan. Telah banyak dilaporkan bahwa dalam green synthesis, ekstrak tanaman merupakan reduktor yang lebih cepat dibandingkan dengan organisme lain seperti bakteri atau jamur. Beberapa keuntungan antara lain reaksi cepat, protokol yang sederhana, teknik *one step* sintesis, non patogen dan ramah lingkungan (Rafique et al., 2017)

Berbagai metoda telah dilaporkan dalam memproduksi NP, salah satunya dengan metoda reduksi. Metoda reduksi melibatkan dua langkah yaitu proses reduksi ion logam oleh agent pereduksi dalam hal ini ekstrak tanaman, selanjutnya stabilisasi oleh agent capping. Proses reduksi bisa terjadi dalam beberapa menit yang ditandai dengan perubahan warna larutan koloid. (Qiao and Qi, 2021). Ekstrak daun dan buah dari tanaman *Pistacia Atlantica* digunakan sebagai agen pereduksi dan capping dengan mereaksikan $HAuCl_4$ dengan ekstrak, dimana terjadi perubahan warna koloid saat 10 detik setelah pencampuran prekursor dengan buah dan 20 detik dengan daun sampai terbentuk warna merah tua. Proses reduksi secara sempurna berakhir selama 1 jam reaksi (Hamelian et al., 2018a). Sintesis AuNPs menggunakan *Rhizophora Stylosa*, memerlukan waktu 10-40 menit untuk reduksi ion perak menjadi nanoperak (Willian et al., 2020).

KARAKTERISASI NANOPARTIKEL (NP)

1. UV-Vis Spectrofotometri

Spektrofotometri UV-Vis merupakan teknik awal dalam konfirmasi pembentukan nanopartikel logam dalam bentuk koloid. Prinsip cahaya yang diserap oleh nanopartikel logam berada pada daerah UV dan tampak. Nanopartikel logam dengan sifat optik yang unik menunjukkan permukaan efek plasmon resonansi karena eksitasi elektron pada permukaan logam. Eksitasi akan bervariasi tergantung pada ukuran partikel, bentuk dan konsentrasi ion logam (Devi et al., 2019). Munculnya warna kuning hingga kuning kecoklatan dalam larutan tak berwarna telah dianggap sebagai indikasi sintesis AgNPs,

sedangkan terbentuknya warna violet mengindikasikan pembentukan AuNPs ditemukan oleh hampir semua peneliti.

Puncak SPR dari AgNP yang disintesis terlihat pada kisaran 400 - 450 nm, kisaran yang signifikan untuk AgNP (Srikar et al., 2016). Sedangkan untuk puncak SPR pita kisaran 530–570 pada pembentukan AuNP dengan ekstrak *Lotus leguminosae* (Oueslati et al., 2018). Perbedaan warna dispersi koloid yang diamati menunjukkan bahwa partikel emas dengan ukuran dan / atau bentuk berbeda dihasilkan oleh ekstrak yang berbeda (Vergara-castañeda et al., 2019).

Ekstrak buah *Litsea cubeba* sebagai zat pentstabil diperoleh pada panjang gelombang maksimum AuNPs adalah 535 nm yang ditandai dengan perubahan warna dari kuning pucat menjadi ungu. Untuk mempertahankan ukuran NP, digunakan 3 variabel antara lain, konsentrasi ion Au, suhu reaksi dan waktu reaksi. Konsentrasi optimum emas untuk menghasilkan AuNPs terbaik adalah 1,5 mmol/L (Doan et al., 2020)

Dalam percobaan yang dilakukan oleh (Lakhan et al., 2020), ekstrak tunas cengkeh berhasil mereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 ditandai dengan perubahan warna koloid dari coklat muda menjadi coklat tua dengan puncak SPR 470–480 nm, dimana terjadi pergeseran panjang gelombang yang menandakan terbentuknya partikel yang lebih besar.

2. Analisis FT-IR

Spektrum FT-IR digunakan untuk mendeteksi gugus fungsi utama dalam ekstrak tumbuhan dan kemungkinan perannya dalam proses reduksi selama sintesis AgNPs ataupun AuNPs. Efek kestabilan nanopartikel perak dan emas juga dimungkinkan karena adanya peran biomolekul dalam ekstrak tumbuhan. Hasil FT-IR AgNPs yang direduksi menggunakan ekstrak *Prunus* mengkonfirmasi adanya protein dalam sampel. Nanopartikel yang berikatan dengan protein baik gugus amina bebas maupun oleh residu sistein dalam protein. Puncak pada daerah 1638 nm adalah karakterisasi ikatan amida yang bertanggungjawab atas peregangan gugus karbonil karena peptida memiliki kemampuan untuk mengikat logam dan melapisi nanopartikel logam (Kumar R, Ghoshal G, 2017).

(Maheshwaran et al., 2020) menggambarkan bahwa pendekatan penggunaan tumbuhan untuk sintesis NP logam yang dilakukan menggunakan ekstrak bunga

Zephyranthes Rosea menunjukkan adanya gugus fungsi karbonil dan nitro dari alkaloid *Amaryllidaceae* yang membantu dalam pembentukan, reduksi, dan stabilisasi.

Ekstrak *Kalanchoe daigremontiana* berperan sebagai capping. Mengandung senyawa polifenol, protein, amina, amida, karbonil mempertahankan ukuran nanopartikel dan menjaga kestabilannya (Vergara-castañeda et al., 2019)

3. Analisis TEM

Distribusi ukuran nanopartikel secara umum merupakan masalah penting karena nanopartikel menunjukkan sifat fisik dan kimia yang berbeda, tergantung pada bentuk dan ukurannya. Oleh karena itu, Transmission electron microscopy (TEM) adalah salah satu teknik yang paling tepat untuk mempelajari ukuran dan bentuk nanopartikel serta distribusinya. Banyak ekstrak tumbuhan yang berbeda telah digunakan untuk produksi nanopartikel dengan tujuan untuk menghasilkan nanopartikel yang menghadirkan molekul lapisan capping yang berbeda dan morfologi yang beragam (Rauwel et al., 2015).

Dengan metoda lain, AgNPs-2% Ekstrak daun Bayam merah (*Amaranthus Tricolor L.*) yang ditunjukkan memperlihatkan partikel bentuk bola/ spherical dengan ukuran 5–40 nm. Terlihat juga bahwa partikel dikelilingi oleh lapisan tipis sebagai penutup / capping bahan organik dari ekstrak tumbuhan. Bahan organik capping berguna untuk menstabilkan nanopartikel (Fatimah and Afrid, 2019)

Sintesis AgNPs yang stabil dan spherical menggunakan ekstrak *Persea Americana*. Ukuran partikel berubah tergantung dari jumlah ekstrak yang digunakan. Dari sebagian besar partikel semi-bulat hingga besar, ukuran dan ketidakrataan NP tumbuh karena lebih banyak ekstrak digunakan (Girón-Vázquez et al., 2019a)

Ekstrak *Dunaliella* (AED) (30%) dan $H AuCl_4 \cdot x H_2O$ (1mM) digunakan untuk pembentukan AuNP. Ukuran dan morfologi dikonfirmasi oleh TEM yang menunjukkan sebagian besar partikel berbentuk hampir bulat tetapi beberapa partikel segitiga dan heksagonal. Histogram distribusi ukuran menunjukkan rata-rata ukuran partikel 22,4 nm (berkisar antara 5–45 nm) (Singh et al., 2019).

Mekanisme pasti di balik pembentukan AuNP berukuran dan bentuk berbeda belum diketahui secara mendalam. Seperti yang

dilaporkan sebelumnya, pembentukan sifat polidisperse dari AuNPs mungkin disebabkan oleh keterlibatan berbagai agen pereduksi yang ada dalam ekstrak tanaman. Hampir sama dengan studi sebelumnya, sintesis AuNPs menggunakan ekstrak tanaman *indigofera tinctoria* (Vijayan et al., 2018) menghasilkan bentuk partikel spherical, triangular dan hexagonal dengan rata-rata ukuran partikel 6-29 nm.

Menurut teori mie, ukuran nanopartikel mempengaruhi sifat optiknya, ketika diameter partikel berkurang, maka panjang gelombang maksimal dari pita SPR akan bergeser ke arah kiri (*blue shift*) (Filip et al., 2019)

4. Analisis SEM

Karakterisasi SEM digunakan untuk menganalisa permukaan nanopartikel dan bentuk partikel. Analisis ini membantu melengkapi analisis TEM pada permukaan. Sintesis nanopartikel emas dari limbah cangkang kacang *macadamia* menunjukkan berbagai bentuk nanopartikel Au melalui image SEM, nanopartikel segitiga dan heksagonal dan bentuk bola dengan ukuran diameter mulai dari 50 nm hingga 200 nm (Dang et al., 2019)

Analisis SEM juga mampu memperlihatkan gambaran agregasi dari AuNPs yang terbentuk dengan capping ekstrak buah *Litsea cubeba* (Doan et al., 2020). Percobaan yang dilakukan (Nagababu and Rao, 2017) menyatakan bahwa AgNPs yang disintesis dengan mereduksi AgNO_3 menggunakan ekstrak *Sonneratia apetala Buch.-Ham* sebagai capping memperlihatkan hasil SEM yang memastikan bahwa nanopartikel perak yang terbentuk berbentuk spherical.

5. Analisis XRD

Sifat kristal logam nanopartikel ditetapkan menggunakan analisis difraksi sinar-X (XRD). Menggunakan studi XRD dari hampir semua peneliti melaporkan pembentukan AgNPs terstruktur kristal berpusat muka atau FCC (*face-centered cubic*). Namun, struktur kubik dan heksagonal juga dilaporkan dalam beberapa kasus. EDS atau EDAX digunakan untuk menganalisis komposisi elemen dalam nanomaterial.

Pola XRD digunakan untuk mendeteksi karakteristik kristal AgNP yang dimediasi ekstrak daun *Piper betle*. Puncak refleksi *Bragg*

diamati di 2θ dari 38,26, 46,36, 64,54, dan 77,55 yang masing-masing sesuai dengan aspek (111), (200), (220), dan (311), yang melengkapi aspek struktur kristal face-centered cubic (fcc) (Khan et al., 2019).

Struktur kristal FCC dari nanopartikel perak dikonfirmasi oleh puncak yang sesuai dengan bidang (111), (200), (220), dan (311) dalam spektrum XRD dengan ekstrak *daun Mussaenda glabrata* berperan sebagai reduktor (Francis et al., 2017).

Perbedaan puncak XRD dari AuNPs yang dimediasi *Thyme* terlihat pada puncak, 44.147, 64.465 dan 77.580° yang merupakan refleksi dari struktur Face Center Cubic (FCC). Spektroskopi Sinar-X Energi Dispersif dari Au NP yang disintesis, menunjukkan sinyal emas yang kuat yang mengkonfirmasi pembentukan AuNPs (Hamelian et al., 2018b)

6. DLS, Zeta Potensial dan PDI

Karakterisasian ini dilakukan terhadap Ukuran partikel, Zeta Potensial (ZA) dan Polidispersi Indeks (PDI). Analisis ini digunakan untuk mengetahui ukuran partikel, stabilitas dan agregasi koloid dalam nanopartikel dan keseragaman distribusi NP. Metoda pengukuran berdasarkan metoda DLS (*Dynamic Light Scatter*) dengan alat PSA (Particle Size Analyzer). Zeta potensial menunjukkan kestabilan koloid nanopartikel dan PDI menunjukkan distribusi ukuran partikel. (Manosalva et al., 2019)

Terdapat perbedaan antara pengukuran partikel antara TEM dan DLS. (Usman et al., 2019). Dalam studinya, (Zayed et al., 2019) menegaskan DLS menentukan diameter hidrodinamik yang merupakan penjumlahan dari diameter partikel nano dan ketebalan lapisan pelindung surfaktan atau stabilizer. Teknik pencitraan TEM hanya mendeteksi bagian yang kaya elektron dari partikel (partikel Ag dan Au). Karenanya, hanya inti dalam yang akan diukur, dan ukurannya akan lebih kecil.

Zeta potensial adalah parameter muatan listrik antara partikel koloid dan sangat penting dalam menentukan stabilitas dan agregasi koloid nanopartikel. Analisis ini melibatkan interaksi elektrostatik antara muatan permukaan nanopartikel dan muatan yang berlawanan dengan ion dalam larutan (Devi et al., 2019). Potensi Zeta memiliki nilai yang berkisar antara +30 mV hingga - 30 mV, besarnya potensi zeta ini menandakan

stabilitas koloid (Fatima et al., 2020). Meningkatnya konsentrasi stabilisator juga diharapkan mampu mengendalikan pertumbuhan NP dan menghasilkan ukuran lebih kecil. Selain itu konsentrasi ekstrak juga dipengaruhi oleh indeks polidispersitas dengan AgNPs. Indeks polidispersitas menunjukkan nilai dimensi distribusi ukuran partikel. Nilai indeks polidispersitas $>0,7$ menunjukkan nilai distribusi ukuran partikel sangat luas (Barani et al., 2010).

Ekstrak *Citrus limetta* sebagai capping agent telah menghasilkan AgNPs dengan kestabilan yang baik. Ukuran hidrodinamik AgNPs diamati pada 107 nm, nilai PDI 0,25 menunjukkan partikel yang dihasilkan bersifat monodispersi. Monodispersi dan bentuk bola dari AgNPs tercermin dari ketajaman puncak DLS. Studi ini diulangi setelah 120 hari dan terbukti bahwa luas puncak dan nilai PDI tidak banyak menyimpang, yang membuktikan stabilitas yang efektif dari AgNPs. (Dutta et al., 2020).

Sintesis perak dan emas yang dimediasi oleh ekstrak daun *Euphrasia officinalis* diperoleh ukuran partikel rata-rata AgNPs yang disintesis adalah $40,37 \pm 1,8$ nm dengan PDI 0,382 dan untuk AuNPs adalah $49,72 \pm 1,2$ nm dengan PDI 0,484. Nilai potensial zeta ditentukan menjadi $-22,4 \pm 2,1$ mV untuk AgNPs dan $-15,0$ mV $\pm 1,5$ untuk AuNPs yang menegaskan bahwa nanopartikel logam yang disintesis stabil dalam larutan berair dengan distribusi ukuran partikel yang sempit (Singh et al., 2018)

Mekanisme umum kestabilan koloid dijelaskan dengan baik oleh teori DLVO (*Derjaguine –Landaue- Verweya-Overbee*) yang menyatakan bahwa partikel nano cenderung berkumpul karena interaksi van der Waals, kecuali jika lapisan ligan menciptakan potensi tolakan untuk melawan gaya tarikan. Tolakan ini dapat bersifat sterik (dilapisi dengan polimer, seperti PVP atau molekul tak bermuatan) atau bersifat elektrostatik (pelapis dengan ligan bermuatan (sirat) (Le Ouay and Stellacci, 2015)

BAGIAN TANAMAN DALAM SINTESIS NP

Berbagai studi telah dikemukakan bahwa tanaman dapat mensintesis nanopartikel logam dengan dua cara yaitu secara ekstraseluler

dan intraseluler. Bagian tanaman yang sering digunakan adalah daun (Aisida et al., 2020), bunga (Johnson et al., 2018), biji (Cyril et al., 2019), kulit batang (Rajeshkumar, 2016), akar (Francis et al., 2018) dan buah (Hamelian et al., 2018a).

Tanaman memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan ion logam melalui mekanisme oksidasi-reduksi. Hal ini memainkan peranan utama dalam sintesis nanopartikel logam karena kehadiran molekul bioaktif yang berbeda seperti protein, gula, asam amino dan enzim (N.H. Abdurahman et al, 2016; Srikar et al., 2016).

AgNPs yang disintesis dengan bantuan ekstrak daun *Pongamia glabra Vent (Fab.)* (Sahayaraj et al., 2020) memperlihatkan serapan SPR pada rentang 430 nm dengan amida bertanggung jawab pada reduksi sedangkan amida sebagai agen capping. (Keshari et al., 2020) mempelajari bahwa hasil yang signifikan diamati saat sintesis AgNPs direduksi oleh ekstrak daun *Cestrum nocturnum*. Ukuran nanopartikel perak yang dihasilkan lebih kecil sekitar 20nm dengan bentuk spherical.

Selanjutnya bagian tanaman yang berbeda digunakan dalam sintesis nanopartikel perak, menggunakan kulit batang *Pongamia pinnata*. AgNPs yang dihasilkan berukuran 5-55 nm yang memiliki potensi aktivitas antibakteri yang baik (Rajeshkumar, 2016). Tabel 1 dan tabel 2 memperlihatkan bagian tanaman yang berbeda digunakan untuk memproduksi nanopartikel perak dan emas.

Ekstrak bunga *Phyllanthus emblica* (Renuka et al., 2020) dan *Zephyranthes Rosea* (Maheshwaran et al., 2020) juga berhasil mereduksi ion Ag menjadi nanopartikel perak dengan ukuran partikel kecil.

Produksi nanopartikel emas (AuNPs) juga sangat berkembang saat ini dalam berbagai aplikasi biomedis. Sifat fisika dan kimia nano emas telah banyak dimanfaatkan dalam bidang obat-obatan khususnya bahan antikanker (Dhayalan et al., 2018), antibakterial (Naimi-Shamel et al., 2019), antioksidan (Tahir et al., 2015)

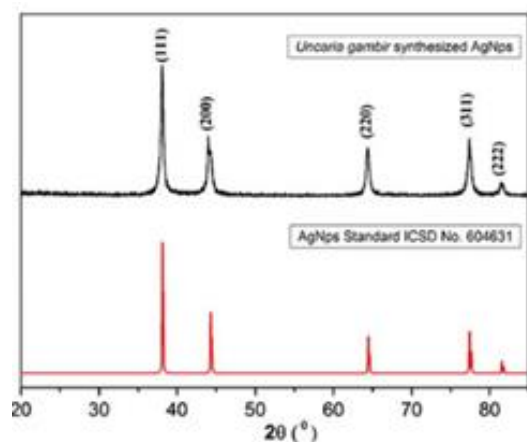
Daun *Lactuca Indica* terkenal sebagai obat tradisional di Asia. Ekstrak air daun ini telah banyak digunakan untuk pengobatan berbagai penyakit termasuk dalam aktivitas antibakteri, antiinflamasi dan antioksidan (Vo et al., 2020). Ekstrak

Tabel 1. Sintesis AgNPs pada berbagai bagian tanaman

No.	Nama tanaman	Bagian tanaman	Karakterisasi	Ukuran Bentuk	Referensi
1.	Pongamia glabra Vent(Fab.)	Daun	UV-Vis Spectrofotometer,XRD FT-IR,SEM,TEM	~29 nm Spherical	(Sahayaraj et al., 2019)
2.	Cestrum Nocturnum	Daun	UV-Vis Spectrofotometer,XRD FT-IR,SEM,TEM	~20nm, Spherical	(Keshari et al., 2020)
3.	Calotropis-gigantean	Daun	UV-Vis Spectrofotometer,XRD FT-IR,TEM	10-70 nm Spherical	(Ali and Abdallah, 2020)
4.	Melia azedarach	Daun	UV-Vis Spectrofotometer,SEM,EDX XRD,FTIR,DLS	18-30 nm Spherical	Melia azedarach
5.	Telfairia Occidentalis	Daun	UV-Vis Spectrofotometer,SEM,FTIR XRD	15.84nm - 19.2 nm Spherical	(Aisida et al., 2020)
6.	Pongamia pinnata	Kulit batang	UV-Vis Spectrofotometer,XRD,TEM SEM,EDAX	5-55 nm Spherical	(Rajeshkumar, 2016)
7.	Persea americana	Biji/benih	UV-Vis Spectrofotometer,FTIR, TEM	- Semi-spherical	(Girón-Vázquez et al., 2019b)
8.	phyllanthus emblica	Buah	UV-Vis Spectrofotometer,SEM,EDX XRD,FTIR,DLS	19-45 nm Spherical	(Renuka et al., 2020)
9.	Polianthes tuberosa	Bunga	UV-Vis Spectrofotometer,SEM,EDX	<15 nm Spherical	(Kumaran et al., 2019)
10	Zephyranthes Rosea	Bunga	UV-DRS Spectrofotometer,XRD EDX,XPS,SEM,TEM	10-30 nm Spherical	(Maheshwaran et al., 2020)

berair daun ini sebagai reduktor dalam sintesis AuNPS dan AgNPs mengandung senyawa polifenol seperti flavonid dan asam folat. Selain itu, bagian akar *Euphorbia fischeriana* digunakan sebagai capping agent dalam sintesis AuNPs (Zhang et al., 2019) .

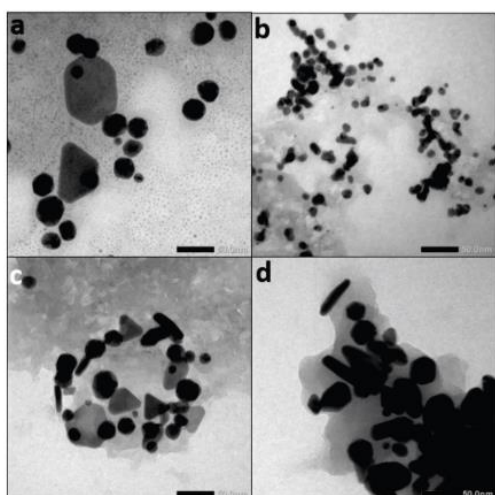
Gambar 1. Memperllihatkan pola XRD pada sintesis pada AgNPs yang dimediasi *Uncaria Gambir Roxb.* (Labanni et al., 2019)



Gambar 1. Pola XRD AgNPs (Labanni et al., 2019)

Tabel 2. Sintesis AuNPs pada berbagai bagian tanaman

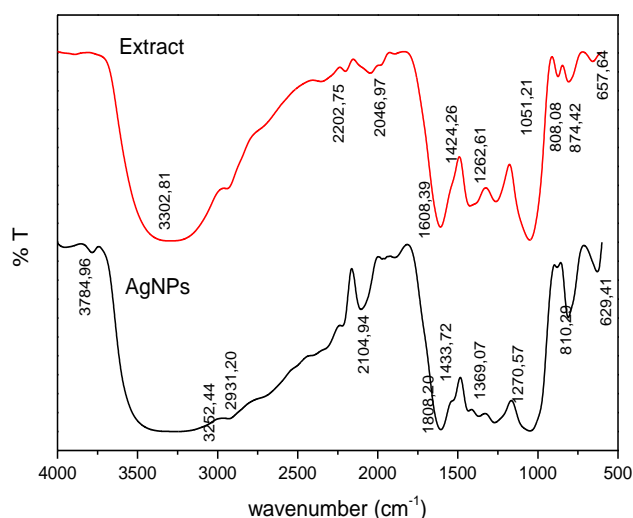
No.	Nama tanaman	Bagian tanaman	Karakterisasi	Ukuran	Referensi
1.	Zephyranthes Rosea	Bunga	UV-DRS Spectrophotomete,FT-IR,XRD,SEM,EDX,TEM,XPS	10-30 nm Spherical	(Maheshwaran et al., 2020)
2.	Lactuca indica	Daun	UV-Vis Spectrophotomete,FT-IR,XRD,TEM,TG-DTA	~13,5 nm Spherical	(Vo et al., 2020)
3.	Uncaria gambir Roxb	Daun	UV-Vis Spectrophotomete,XRD,TEM	4-82 nm spherical, hexagonal, and triangular	(Syukri et al., 2020)
4.	Jasminum auriculatum	Daun	UV-Vis Spectrophotomete,XRD,TEM, SEM-EDX,FT-IR,DLS	8-37 nm Spherical	(Balasubramanian et al., 2020)
5.	red cabbage extracts	Daun	UV-Vis Spectrophotomet,TEM, ,DLS	18-30 nm 5-70nm Spherical	(Unal et al., 2020)
6.	Croton sparsiflorus	Daun	UV-vis Spectrofotometer, TEM, XRD, FT-IR,SEM EDAX	Rata-rata 16,8 dan 17 nm Spherical	(Boomi et al., 2020)
7.	Litsea cubeba	Buah	UV-vis Spectrofotometer, TEM, XRD, FT-IR.	8-18 nm Spherical	(Doan et al., 2020)
8.	Mangifera indica	Biji/benih	UV-vis Spectrofotometer, SEM,TEM, XRD, FT-IR.	~50 nm Spherical	(Vimalraj et al., 2018)
9.	Rosa damascena	Bunga	UV-vis Spectrofotometer, TEM, XRD, FT-IR.	10-30nm Spherical	(Ghoreishi et al., 2011)
10.	Euphorbia fischeriana	Akar	UV-Vis Spectrophotomet,FT-IR,TEM,XRD ,DLS	10-52 nm Spherical	(Zhang et al., 2019)



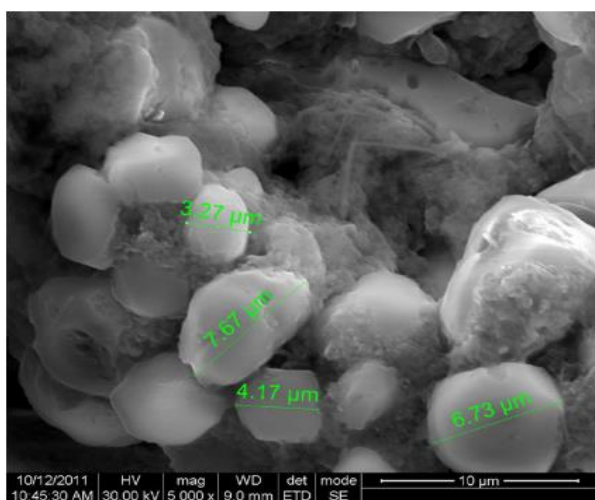
Gambar 2. TEM AuNPs (Syukri et al., 2020)

Gambar 2 adalah bentuk ukuran emas nanopartikel pada berbagai ukuran dan bentuk, seperti Spherical, hexagonal dan trigonal dihasilkan ketika larutan emas direduksi oleh ekstrak *Uncaria gambir Roxb* (Syukri et al., 2020). Hasil TEM ini menunjukkan bahwa penggunaan TEA dari ekstrak gambir sebagai capping agent dalam berbagai konsentrasi mempengaruhi ukuran partikel. Itu

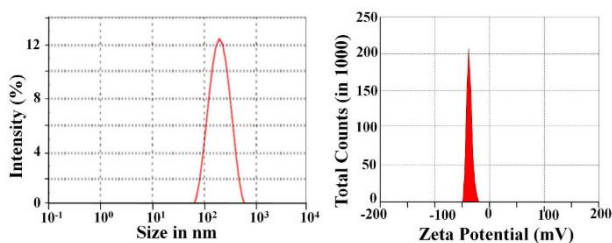
Pola spektrum FTIR dari sintesis AgNPs dengan ekstrak tanaman mangrove terlihat pada gambar 3. Pola yang sama antara ekstrak dan NP memperlihatkan keterlibatan langsung ekstrak dalam reduksi dan stabilisasi NP.



Gambar 3. Spektrum FT (Willian et al., 2020).



Gambar 4. menunjukkan adanya berbagai ukuran partikel perak yang terbentuk selama reduksi dengan ekstrak *Papaver somniferum* (Vijayaraghavan et al., 2012)



Gambar 5. Distribusi ukuran AgNPs (kiri) dan zeta potensial (kanan) yang diukur dengan metoda DLS menunjukkan nilai -36 mV yang berada dalam kisaran nanopartikel dengan stabilitas tinggi. (Sanyasi et al., 2016)

PROSPEK KEDEPAN

Ulasan ini memberikan gambaran umum mengenai strategi pendekatan sintesis berbasis agen biologis yang dianggap sebagai pilihan terbaik dengan mempertimbangkan keunggulan seperti sintesis yang cepat, ramah lingkungan dan mudan dan murah. Sangat penting untuk mengembangkan AgNPs dan AuNPs yang seragam ukuran, bentuk dan kestabilan dalam menampilkan potensi yang baik dalam aplikasi dengan mengatur jumlah, dan kondisi sintesis. Dengan tetap mengeksplor potensi bagian tanaman sebagai agen reduktor, stabilisator dan capping agent akan menjadikan riset bionanoteknologi semakin berkembang pesat.

DAFTAR RUJUKAN

Ahmed, S., Ahmad, M., Swami, B.L., Ikram, S., 2016. REVIEW A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: A green expertise. *J. Adv. Res.* 7, 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2015.02.007>

Aisida, S.O., Ugwu, K., Nwanya, A.C., Bashir, A.K.H., Uba Nwankwo, N., Ahmed, I., Ezema, F.I., 2020. Biosynthesis of silver oxide nanoparticles using leave extract of *Telfairia Occidentalis* and its antibacterial activity. *Mater. Today Proc.* <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.005>

Ali, E.M., Abdallah, B.M., 2020. Effective inhibition of candidiasis using an eco-friendly leaf extract of *calotropis-gigantean*-mediated silver nanoparticles. *Nanomaterials* 10, 1–16. <https://doi.org/10.3390/nano10030422>

Balasubramanian, S., Kala, S.M.J., Pushparaj, T.L., 2020. Biogenic synthesis of gold nanoparticles using *Jasminum auriculatum* leaf extract and their catalytic, antimicrobial and anticancer activities. *J. Drug Deliv. Sci. Technol.* 57, 101620. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2020.101620>

Barabadi, H., Ovais, M., Shinwari, Z.K., 2017. *Green Chemistry Letters and Reviews Anti-cancer green bionanomaterials: present status and future prospects* 8253. <https://doi.org/10.1080/17518253.2017.1385856>

Barani, H., Montazer, M., Toliyat, T., Samadi, N., 2010. Synthesis of Ag-liposome nano composites. *J. Liposome Res.* 20, 323–329.

- <https://doi.org/10.3109/08982100903544177>
- Boomi, P., Poorani, G.P., Selvam, S., Palanisamy, S., Jegatheeswaran, S., Anand, K., Balakumar, C., Premkumar, K., Prabu, H.G., 2020. Green biosynthesis of gold nanoparticles using *Croton sparsiflorus* leaves extract and evaluation of UV protection, antibacterial and anticancer applications. *Appl. Organomet. Chem.* 34, 1–13. <https://doi.org/10.1002/aoc.5574>
- Cyiril, N., George, J.B., Joseph, L., Raghavamenon, A.C., Sylas, V.P., 2019. Assessment of antioxidant, antibacterial and anti-proliferative (lung cancer cell line A549) activities of green synthesized silver nanoparticles from *Derris trifoliata*. *Toxicol. Res. (Camb)*. 8, 297–308. <https://doi.org/10.1039/C8TX00323H>
- Dang, H., Fawcett, D., Eddy, G., Poinern, J., Eddy, G., Poinern, J., 2019. Green synthesis of gold nanoparticles from waste macadamia nut shells and their antimicrobial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus epidermis* 7, 1171–1177.
- Devi, G.K., Suruthi, P., Veerakumar, R., Vinoth, S., Subbaiya, R., Chozhavendhan, S., 2019. A Review on Metallic Gold and Silver Nanoparticles. *Res. J. Pharm. Technol.* 12, 935. <https://doi.org/10.5958/0974-360x.2019.00158.6>
- Dhayalan, M., Denison, M.I.J., Ayyar, M., Gandhi, N.N., Krishnan, K., Abdulhadi, B., 2018. Biogenic synthesis, characterization of gold and silver nanoparticles from *Coleus forskohlii* and their clinical importance. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* 183, 251–257. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2018.04.042>
- Doan, V.D., Thieu, A.T., Nguyen, T.D., Nguyen, V.C., Cao, X.T., Nguyen, T.L.H., Le, V.T., 2020. Biosynthesis of Gold Nanoparticles Using *Litsea cubeba* Fruit Extract for Catalytic Reduction of 4-Nitrophenol. *J. Nanomater.* 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/4548790>
- Dutta, T., Ghosh, N.N., Das, M., Adhikary, R., Mandal, V., Chattopadhyay, A.P., 2020. Green synthesis of antibacterial and antifungal silver nanoparticles using *Citrus limetta* peel extract: Experimental and theoretical studies. *J. Environ. Chem. Eng.* 8, 104019. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104019>
- Fatima, R., Priya, M., Indurthi, L., Radhakrishnan, V., Sudhakaran, R., 2020. Biosynthesis of silver nanoparticles using red algae *Portieria hornemannii* and its antibacterial activity against fish pathogens. *Microb. Pathog.* 138, 103780. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103780>
- Fatimah, I., Aftrid, Z.H.V.I., 2019. Characteristics and antibacterial activity of green synthesized silver nanoparticles using red spinach (*Amaranthus Tricolor L.*) leaf extract. *Green Chem. Lett. Rev.* 12, 25–30. <https://doi.org/10.1080/17518253.2019.1569729>
- Filip, G.A., Moldovan, B., Baldea, I., Olteanu, D., Suharoschi, R., Decea, N., Cismaru, C.M., Gal, E., Cenariu, M., Clichici, S., David, L., 2019. UV-light mediated green synthesis of silver and gold nanoparticles using Cornelian cherry fruit extract and their comparative effects in experimental inflammation. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* 191, 26–37. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2018.12.006>
- Francis, S., Joseph, S., Koshy, E.P., Mathew, B., 2017. Green synthesis and characterization of gold and silver nanoparticles using *Mussaenda glabrata* leaf extract and their environmental applications to dye degradation. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24, 17347–17357. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9329-2>
- Francis, S., Koshy, E.P., Mathew, B., 2018. Green synthesis of *Stereospermum suaveolens* capped silver and gold nanoparticles and assessment of their innate antioxidant, antimicrobial and antiproliferative activities. *Bioprocess Biosyst. Eng.* 41, 939–951. <https://doi.org/10.1007/s00449-018-1925-0>
- Ghoreishi, S.M., Behpour, M., Khayatkashani, M., 2011. Green synthesis of silver and gold nanoparticles using *Rosa damascena* and its primary application in electrochemistry. *Phys. E Low-dimensional Syst. Nanostructures* 44, 97–104. <https://doi.org/10.1016/j.physe.2011.07.008>
- Girón-Vázquez, N.G., Gómez-Gutiérrez, C.M.,

- Soto-Robles, C.A., Nava, O., Lugo-Medina, E., Castrejón-Sánchez, V.H., Vilchis-Nestor, A.R., Luque, P.A., 2019a. Study of the effect of *Persea americana* seed in the green synthesis of silver nanoparticles and their antimicrobial properties. *Results Phys.* 13. <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2019.02.078>
- Girón-Vázquez, N.G., Gómez-Gutiérrez, C.M., Soto-Robles, C.A., Nava, O., Lugo-Medina, E., Castrejón-Sánchez, V.H., Vilchis-Nestor, A.R., Luque, P.A., 2019b. Study of the effect of *Persea americana* seed in the green synthesis of silver nanoparticles and their antimicrobial properties. *Results Phys.* 13, 102142. <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2019.02.078>
- Hamelian, M., Hemmati, S., Varmira, K., Veisi, H., 2018a. Green synthesis, antibacterial, antioxidant and cytotoxic effect of gold nanoparticles using *Pistacia Atlantica* extract. *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.* 93, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2018.07.018>
- Hamelian, M., Varmira, K., Veisi, H., 2018b. Green synthesis and characterizations of gold nanoparticles using Thyme and survey cytotoxic effect, antibacterial and antioxidant potential. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* 184, 71–79. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2018.05.016>
- Ismail, M., Gul, S., Khan, M.A., Khan, M.I., 2016. — A Review on Recent Trends Plant Mediated Green Synthesis of Anti-Microbial Silver Nanoparticles. <https://doi.org/10.1166/rmn.2016.1073>
- Johnson, P., Krishnan, V., Loganathan, C., Govindhan, K., Raji, V., Sakayanathan, P., Vijayan, S., Sathishkumar, P., Palvannan, T., 2018. Rapid biosynthesis of *Bauhinia variegata* flower extract-mediated silver nanoparticles: an effective antioxidant scavenger and α -amylase inhibitor. *Artif. Cells, Nanomedicine Biotechnol.* 46, 1488–1494. <https://doi.org/10.1080/21691401.2017.1374283>
- Keshari, A.K., Srivastava, R., Singh, P., Yadav, V.B., Nath, G., 2020. Antioxidant and antibacterial activity of silver nanoparticles synthesized by *Cestrum nocturnum*. *J. Ayurveda Integr. Med.* 11, 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.jaim.2017.11.003>
- Khan, S., Singh, S., Gaikwad, S., Nawani, N., Junnarkar, M., Pawar, S.V., 2019. Optimization of process parameters for the synthesis of silver nanoparticles from Piper betle leaf aqueous extract, and evaluation of their anti-phytofungus activity. *Environ. Sci. Pollut. Res.* <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05239-2>
- Kumar R, Ghoshal G*, J.A. and G.M., 2017. Rapid Green Synthesis of Silver Nanoparticles (AgNPs) Using (*Prunus persica*) Plants extract: Exploring its Antimicrobial and Catalytic Activities. *J. Nanomed. Nanotechnol.* 08. <https://doi.org/10.4172/2157-7439.1000452>
- Kumaran, S., Santhiyaa, R.V., Prakaesh, U., Sivasankari, B., Kokila, D., 2019. Biosynthesis of silver nanoparticles using aqueous flower extracts of *Polianthes tuberosa* and their antibacterial and cytotoxicity activity .
- Labanni, A., Zuhadjri, Z., Handayani, D., Ohya, Y., Arief, S., 2019. The effect of monoethanolamine as stabilizing agent in *Uncaria gambir* Roxb. mediated synthesis of silver nanoparticles and its antibacterial activity. *J. Dispers. Sci. Technol.* 0, 1–8. <https://doi.org/10.1080/01932691.2019.1626249>
- Lakhan, M.N., Chen, R., Shar, A.H., Chand, K., Shah, A.H., Ahmed, M., Ali, I., Ahmed, R., Liu, J., Takahashi, K., Wang, J., 2020. Eco-friendly green synthesis of clove buds extract functionalized silver nanoparticles and evaluation of antibacterial and antidiatom activity. *J. Microbiol. Methods* 173, 105934. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2020.105934>
- Le Ouay, B., Stellacci, F., 2015. Antibacterial activity of silver nanoparticles: A surface science insight. *Nano Today* 10, 339–354. <https://doi.org/10.1016/j.nantod.2015.04.002>
- Maheshwaran, G., Nivedhitha Bharathi, A., Malai Selvi, M., Krishna Kumar, M., Mohan Kumar, R., Sudhahar, S., 2020. Green synthesis of Silver oxide nanoparticles using *Zephyranthes Rosea* flower extract and evaluation of biological activities. *J. Environ. Chem. Eng.* 8, 104137. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104137>
- Manosalva, N., Tortella, G., Cristina Diez, M.,

- Schalchli, H., Seabra, A.B., Durán, N., Rubilar, O., 2019. Green synthesis of silver nanoparticles: effect of synthesis reaction parameters on antimicrobial activity. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 35, 1–9. <https://doi.org/10.1007/s11274-019-2664-3>
- N.H. Abdurahman; 1 J.Nitthiya; 2 Manal, S.O., 2016. The Potential of Rhizophoramucronata in Extracting the Chemical Composition and Biological Activities as Mangrove Plants: A Review. *Aust. J. Basic Appl. Sci.* 10, 114–139.
- Nagababu, P., Rao, V.U., 2017. Pharmacological Assessment , Green synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles of *Sonneratia apetala* Buch . -Ham . Leaves. *J. Appl. Pharm. Sci.* 7, 175–182. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2017.70824>
- Naimi-Shamel, N., Pourali, P., Dolatabadi, S., 2019. Green synthesis of gold nanoparticles using *Fusarium oxysporum* and antibacterial activity of its tetracycline conjugant. *J. Mycol. Med.* 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2019.01.005>
- Nathakumar, R., Krishnan, Chitra, rose chelan, sankar seethalakshmi and kurian grace selina, 2019. Extracellular Biofabrication of Silver and Gold Nanoparticles: Treasures From the Abyssal Zone. *Asian J. Pharm. Clin. Res.* 44–54. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2019.v12i2.29781>
- Oueslati, M.H., Tahar, L. Ben, Harrath, A.H., 2018. Catalytic, antioxidant and anticancer activities of gold nanoparticles synthesized by kaempferol glucoside from *Lotus leguminosae*. *Arab. J. Chem.* 13, 3112–3122. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2018.09.003>
- Qiao, J., Qi, L., 2021. Recent progress in plant-gold nanoparticles fabrication methods and bio-applications. *Talanta* 223. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121396>
- Rafique, M., Sadaf, I., Rafique, M.S., Tahir, M.B., 2017. A review on green synthesis of silver nanoparticles and their applications. *Artif. Cells, Nanomedicine, Biotechnol.* 0, 1272–1291. <https://doi.org/10.1080/21691401.2016.1241792>
- Rajeshkumar, S., 2016. Synthesis of silver nanoparticles using fresh bark of *Pongamia pinnata* and characterization of its antibacterial activity against gram positive and gram negative pathogens. *Resour. Technol.* 2, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.reffit.2016.06.003>
- Rauwel, P., Küünal, S., Ferdov, S., Rauwel, E., 2015. A Review on the Green Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Morphologies Studied via TEM 2015.
- Renuka, R., Devi, K.R., Sivakami, M., Thilagavathi, T., Uthrakumar, R., Kaviyarasu, K., 2020. Biosynthesis of silver nanoparticles using *phyllanthus emblica* fruit extract for antimicrobial application. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 24, 101567. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101567>
- Sahayaraj, K., Balasubramanyam, G., Chavali, M., 2020. Green synthesis of silver nanoparticles using dry leaf aqueous extract of *Pongamia glabra* Vent (Fab.), Characterization and phytofungicidal activity. *Environ. Nanotechnology, Monit. Manag.* 14, 100349. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100349>
- Sanyasi, S., Majhi, R.K., Kumar, S., Mishra, M., Ghosh, A., Suar, M., Satyam, P.V., Mohapatra, H., Goswami, C., Goswami, L., 2016. Polysaccharide-capped silver Nanoparticles inhibit biofilm formation and eliminate multi-drug-resistant bacteria by disrupting bacterial cytoskeleton with reduced cytotoxicity towards mammalian cells. *Sci. Rep.* 6, 1–16. <https://doi.org/10.1038/srep24929>
- Siegel, J., Staszek, M., Polívková, M., Řezníčková, A., 2016. Green synthesized noble metals for biological applications. *Mater. Today Proc.* 3, 608–616. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2016.01.098>
- Singh, A.K., Tiwari, R., Singh, V.K., Singh, P., Khadim, S.R., Singh, U., Laxmi, Srivastava, V., Hasan, S.H., Asthana, R.K., 2019. Green synthesis of gold nanoparticles from *Dunaliella salina*, its characterization and in vitro anticancer activity on breast cancer cell line. *J. Drug Deliv. Sci. Technol.* 51, 164–176. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2019.02.023>
- Singh, H., Du, J., Singh, P., Yi, T.H., 2018. Ecofriendly synthesis of silver and gold nanoparticles by *Euphrasia officinalis* leaf

- extract and its biomedical applications. *Artif. Cells, Nanomedicine Biotechnol.* 46, 1163–1170.
<https://doi.org/10.1080/21691401.2017.1362417>
- Srikar, S.K., Giri, D.D., Pal, D.B., Mishra, P.K., Upadhyay, S.N., 2016. Green Synthesis of Silver Nanoparticles : A Review 34–56.
- Syukri, A., Fri Wardana, N., Zulhadjri, Z., Arniati, L., 2020. High antibacterial properties of green synthesized gold nanoparticles using *Uncaria gambir* Roxb. leaf extract and triethanolamine. *J. Appl. Pharm. Sci.* 10, 124–130.
<https://doi.org/10.7324/japs.2020.10814>
- Tahir, K., Nazir, S., Li, B., Ullah, A., Ul, Z., Khan, H., Gong, P.Y., Khan, U., Ahmad, A., 2015. Nerium oleander leaves extract mediated synthesis of gold nanoparticles and its antioxidant activity. *Mater. Lett.*
<https://doi.org/10.1016/j.matlet.2015.05.062>
- Unal, I.S., Demirbas, A., Onal, I., Ildiz, N., Ocsoy, I., 2020. One step preparation of stable gold nanoparticle using red cabbage extracts under UV light and its catalytic activity. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* 204, 111800.
<https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2020.111800>
- Usman, A.I., Aziz, A.A., Noqta, O.A., 2019. Application of green synthesis of gold nanoparticles: A review. *J. Teknol.* 81, 171–182.
<https://doi.org/10.11113/jt.v81.11409>
- Vergara-castañeda, H., Granados-segura, L.O., Luna-bárceñas, G., McClements, D.J., 2019. Gold nanoparticles bio-reduced by natural extracts of *arantho* (*Kalanchoe daigremontiana*) for biological purposes : physicochemical , antioxidant and antiproliferative evaluations Gold nanoparticles bio-reduced by natural extracts of *arantho* (*Kalanchoe da*.
- Vijayan, R., Joseph, S., Mathew, B., 2018. *Indigofera tinctoria* leaf extract mediated green synthesis of silver and gold nanoparticles and assessment of their anticancer, antimicrobial, antioxidant and catalytic properties. *Artif. Cells, Nanomedicine Biotechnol.* 46, 861–871.
<https://doi.org/10.1080/21691401.2017.1345930>
- Vijayaraghavan, K., Nalini, S.P.K., Prakash, N.U., Madhankumar, D., 2012. One step green synthesis of silver nano / microparticles using extracts of *Trachyspermum ammi* and *Papaver somniferum*. *Colloids Surfaces B Biointerfaces* 94, 114–117.
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2012.01.026>
- Vimalraj, S., Ashokkumar, T., Saravanan, S., 2018. Biomedicine & Pharmacotherapy Biogenic gold nanoparticles synthesis mediated by *Mangifera indica* seed aqueous extracts exhibits antibacterial , anticancer and anti-angiogenic properties. *Biomed. Pharmacother.* 105, 440–448.
<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.05.151>
- Vo, T.T., Dang, C.H., Doan, V.D., Dang, V.S., Nguyen, T.D., 2020. Biogenic Synthesis of Silver and Gold Nanoparticles from *Lactuca indica* Leaf Extract and Their Application in Catalytic Degradation of Toxic Compounds. *J. Inorg. Organomet. Polym. Mater.* 30, 388–399.
<https://doi.org/10.1007/s10904-019-01197-x>
- Willian, N., 2018. Marine Bio-Nanoteknologi Perak (AgNPs) menggunakan Ekstrak Tanaman Mengrove dan Aplikasinya. *J. Zarah* 6, 13–20.
- Willian, N., Syukri, Zulhadjri, Labanni, A., Arief, S., 2020. Bio-friendly synthesis of silver nanoparticles using mangrove *rhizophora stylosa* leaf aqueous extract and its antibacterial and antioxidant activity. *Rasayan J. Chem.* 13, 1478–1485.
<https://doi.org/10.31788/RJC.2020.1335760>
- Zayed, M.F., Mahfoze, R.A., El-kousy, S.M., Al-Ashkar, E.A., 2019. In-vitro antioxidant and antimicrobial activities of metal nanoparticles biosynthesized using optimized *Pimpinella anisum* extract. *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.* 124167.
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2019.124167>
- Zhang, T., Dang, M., Zhang, W., Lin, X., 2019. Gold nanoparticles synthesized from *Euphorbia fischeriana* root by green route method alleviates the isoprenaline hydrochloride induced myocardial infarction in rats. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.* 111705.
<https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2019.111705>