

**MARINE BIO-NANOTEKNOLOGI PERAK (AgNPs) MENGGUNAKAN EKSTRAK TANAMAN MANGROVE DAN APLIKASINYA: Suatu Tinjauan**

**MARINE BIO-NANOTECHNOLOGY SILVER (AgNPs) OF MANGROVE EXTRACT AND ITS APPLICATION: A REVIEW**

Nancy Willian

Universitas Maritim Raja Ali Haji, Kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau

\*e-mail korespondensi: nancywillian@umrah.ac.id

**Abstrak**

Sintesis nanopartikel (NP) dengan menggunakan tanaman laut telah berkembang dengan baik. Belakangan ini, hanya sedikit laporan tentang sintesis NP menggunakan tanaman mangrove, yang digunakan sebagai pabrik bio untuk sintesis. Selain itu, mangrove adalah sumber terbarukan, berkelanjutan dan ekonomis dibanding ekstrak organisme laut lainnya, sehingga bisa dieksplorasi secara efektif dalam sintesis NP hijau (*Green Synthesis*). Oleh karena itu, kajian ini melaporkan tentang biosintesis NP terutama nanopartikel perak (AgNPs) menggunakan ekstrak mangrove. NP yang disintesis dengan metode ini terutama berbentuk bulat (Spherical) dengan potensi anti mikroba yang menjanjikan. Biosintesis nanopartikel perak dapat dipicu oleh beberapa senyawa seperti gugus karbonil, terpenoid, fenolat, tanin, flavonon, amina, amida, protein, pigmen, alkaloid dan zat pereduksi lainnya pada ekstrak biologis yang mampu sebagai reduktor dan capping agent. *Marine bio-nanoteknologi* memiliki janji besar dalam nanomedicines, bahan makanan, farmasi dan industri kain untuk masa depan.

Kata Kunci: sintesis hijau, nanopartikel perak, mangrove

**Abstract**

The synthesis of nanoparticles (NP) using marine plants has been well developed. In recent years, few reports of NP synthesis use mangroves, which are used as bio plants for synthesis. In addition, mangroves are a renewable, sustainable and economical source compared to other marine organisms, so they can be explored effectively in the synthesis of green NPs (Green Synthesis). Therefore, this study reports on the biosynthesis of NP, especially silver nanoparticles (AgNPs) using mangrove extracts. NPs synthesized by this method are primarily spherical with promising anti-microbial potential. The biosynthesis of silver nanoparticles can be triggered by several compounds such as carbonyl, terpenoid, phenolic, tannin, flavonone, amine, amide, protein, pigment, alkaloid and other reducing agents in biological extracts capable of as reducing agents and capping agents. *Marine bio-nanotechnology* has great promise in nanomedicines, groceries, pharmaceuticals and industrial fabrics for the future.

Kata Kunci : green synthesis, silver nanoparticles, mangrove

**PENDAHULUAN**

Dalam beberapa tahun terakhir, pengembangan metode green chemistry atau kimia hijau yang efisien untuk sintesis logam nanopartikel telah menjadi fokus utama beberapa peneliti. Telah dilakukan penyelidikan untuk menemukan sebuah teknik ramah lingkungan untuk produksi nanopartikel. Salah satu metoda menghasilkan nanopartikel logam dengan menggunakan organisme. Di

antara organisme ini, tanaman tampak menjadi kandidat terbaik dan cocok untuk biosintesis berskala besar nanopartikel karena proses ini lebih hemat biaya. Nanopartikel yang dihasilkan oleh tanaman lebih stabil dan laju sintesisnya lebih cepat daripada dalam kasus mikroorganisme. Selain itu, nanopartikel lebih beragam dalam bentuk dan ukuran dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh organisme lain. Ekstrak dari tanaman dapat

bertindak keduanya sebagai agen pereduksi dan capping dalam sintesis nanopartikel. Bioreduksi nanopartikel logam dengan kombinasi biomolekul yang ditemukan dalam ekstrak tumbuhan (misalnya enzim, protein, asam amino, vitamin, polisakarida, dan asam organik) bersifat ramah lingkungan, namun kompleks secara kimia (Iravani, 2011).

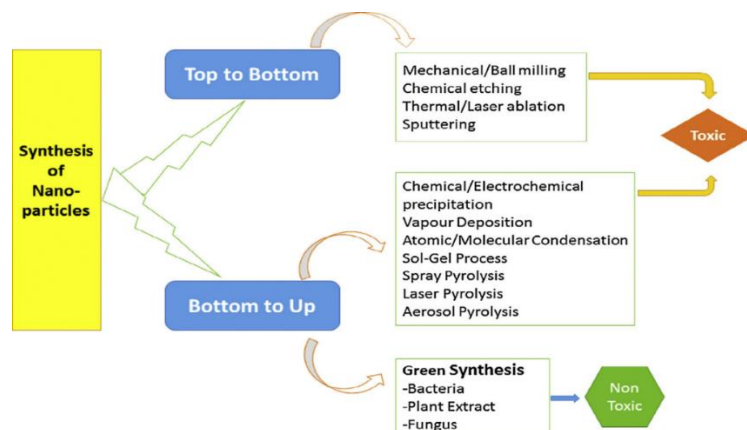
Berbagai jenis organisme telah dieksplorasi dalam menghasilkan nanopartikel. *Marine bio-nanoteknologi* menjanjikan saat ini untuk produksi nanopartikel dengan berbagai keunggulan. Organisme laut seperti ganggang laut adalah sumber yang kaya akan senyawa yang beragam secara kimia dengan kemungkinan potensi penggunaannya sebagai agen antimikroba baru (Fawcett et al., 2017). Secara khusus, banyak alga laut, hidup di habitat kompleks yang terpapar kondisi ekstrim dan beradaptasi dengan lingkungan sekitar yang baru. Menghasilkan beragam metabolit sekunder yang tidak dapat ditemukan di daerah terrestrial dimana keanekaragaman hayati lautan dapat diharapkan menghasilkan obat terapeutik baru (Elsayed, et.al 2012). Karena peran penting tanaman untuk produksi nanopartikel logam, khususnya perak menggunakan ekstrak tanaman akan dibahas pada tulisan ini.

### TIBE NANOPARTIKEL

Nanopartikel (NPs) dikelompokkan menjadi dua jenis utama yaitu organik dan anorganik. Yang termasuk nanopartikel organik adalah Karbon. Sedangkan nanopartikel anorganik terdiri dari nanopartikel magnetik (nanopartikel logam mulia (platinum, emas dan

perak) dan nanopartikel semikonduktor (titanium oksida dan seng oksida). Nanopartikel anorganik meningkat penggunaannya karena kemudahan dalam bidang kesehatan, pengiriman obat, fungsional yang baik, kemampuan spesifikasi target. (Asmathunisha & Kathiresan, 2013). Nanoteknologi dengan skala ukuran nanomaterial (1-100 nm). Bahan nano juga bisa diperoleh dengan bahan sintesis biologis melalui teknik *green chemistry*. Ekstrak tanaman yang dilakukan secara eksperimental memberikan berbagai karakterisasi yang mengarah pada identifikasi senyawa dengan ukuran nano yang berbeda bentuk. Biosintesis nanopartikel dalam bentuk yang berbeda seperti bola, batang, kubik, segitiga dan juga didalam ukuran berbeda (Santhoshkumar, et.al 2017).

Beberapa cara sintesis nanopartikel bisa digolongkan dengan *cara top to bottom* dan *bottom to up* seperti gambar 1. Sintesis nanopartikel perak (AgNPs) menjadi kajian menarik beberapa tahun terakhir, karena potensinya secara luas dalam bidang medis terutama antimikroba. Ekstrak tanaman telah sering digunakan untuk menghasilkan nanopartikel perak dengan memodifikasi ukuran, bentuk dan morfologi permukaan, yang memainkan peranan penting dalam mengontrol bentuk fisik, kimia, optik dan sifat elektronik dari nanopartikel seperti variasi dari PH menggunakan ekstrak *Hibiscus rosa sinensis* (Philip, 2010). Metoda eco-friendly sintesis nanopartikel perak dan ekstrak buah blackberry digunakan sebagai zat pereduksi atau capping agent (Kumar, et al. 2017). Selain itu pemanfaatan senyawa polifenol yang secara teoritis memiliki sifat pereduksi juga ditemukan pada tanaman gambir (Syukri et.al, 2015).



Gambar 1. Pendekatan berbeda dalam sintesis nanopartikel.(Ahmed, et.al 2016)

## POTENSI EKSTRAK TANAMAN MANGROVE

Indonesia sebagai negara kepulauan di daerah tropis diketahui memiliki keanekaragaman jenis biota, termasuk jenis hewan laut dan tanaman pesisir. Salah satu tanaman pesisir yang paling banyak ditemukan adalah tanaman bakau, atau mangrove. Secara umum hutan mangrove merupakan tipe ekosistem hutan yang di daerah pasang surut (pantai, laguna, muara sungai) yang tergenang pasang dan surut air laut dan komunitas tumbuhannya mempunyai toleransi terhadap kadar garam (salinitas) air laut.

Pemanfaatan hutan mangrove tidak saja secara ekologi, tetapi juga secara medis. Tanaman mangrove juga merupakan tanaman obat-obatan yang memiliki banyak manfaat, salah satunya diketahui mengandung senyawa anti bakterial. Tumbuhan ini mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, steroid, fenol, alkaloid dan tanin yang aktif sebagai bahan antimikroba (Kavitha et al., 2013; Mulyani, et.al 2013). Beberapa penelitian terkait potensi mikroba telah banyak dilakukan. Pemanfaatan ekstrak daun mangrove *avicennia sp.* dengan kandungan metabolit sekunder flavonoid dan saponin mampu menghambat (inhibitor) bakteri *Aeromonas hydrophila* pada ikan mas. (Mulyani et al., 2013). Akar mangrove *rhizophora apiculata* memiliki daya hambat koloni bakteri *Streptococcus sp.* (Darlian & Imran, 2011). Buah *Rhizophora sp.* mengandung berbagai macam senyawa anti bakteri dan berpotensi sebagai antibiotik alami. Selain itu potensi anti bakteri berhasil dilakukan dari ekstrak buah tanaman mangrove jenis *Rhizophora sp.* terhadap beberapa bakteri patogen pada ikan air tawar. *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda*, *Pseudomonas stutzeri* dan *Streptococcus iniae* (Apriyanto, et.al 2014). Selanjutnya (Mouafi, et.al 2014) melaporkan penggunaan ekstrak daun mangrove jenis *Avicenna marina* dan *Rhizophora stylosa* telah disiapkan menggunakan air dan pelarut yang berbeda termasuk: etil asetat, etil eter dan etanol. Aktivitas antimikroba telah diuji dengan beberapa spesies bakteri dan jamur antibiotik dan patogen. Etil asetat menunjukkan hasil terbaik sebagai zona penghambatan. Ekstrak daun *R. stylosa* menunjukkan zona penghambatan berkisar antara 11-19 mm, sedangkan *A. marina* menunjukkan 11-20 mm, terhadap sebagian besar mikroorganisme yang

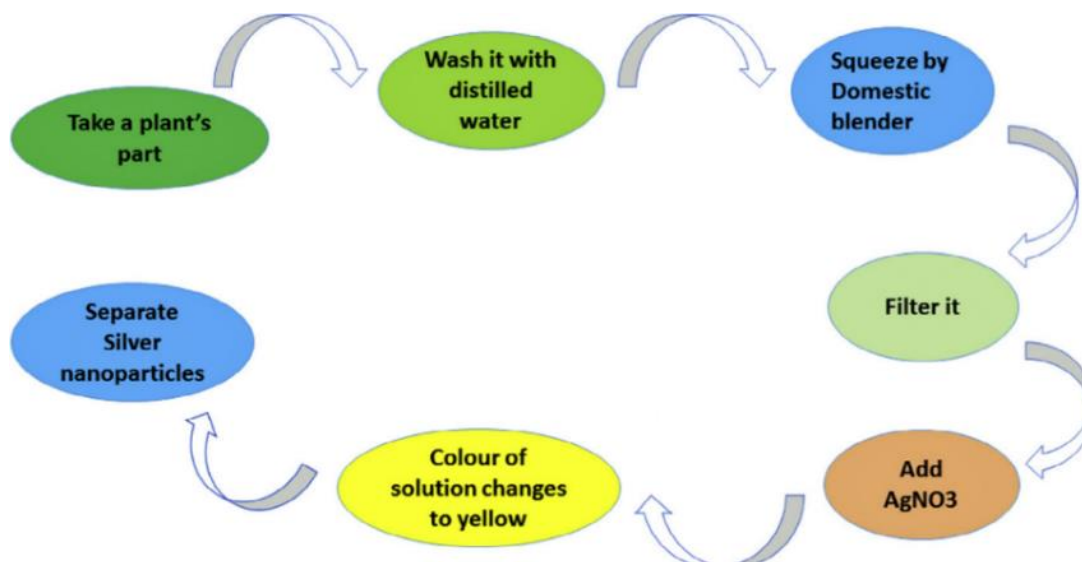
diuji. Hasil penelitian juga menunjukkan, yang terbesar efeknya terhadap *Escherichia coli* dan yang terendah adalah melawan *Candida albicans*. Analisis kualitatif fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak daun dewasa mengandung *tanin, flavonoid, terpenoid, alkaloid serta steroid, flavonoid fenolik dan glikosida.*

## BIOSINTESIS NANOPARTIKEL PERAK

Saat ini, green sintesis dari berbagai jenis nanopartikel logam (NP), menggunakan ekstrak tanaman, muncul sebagai potensi yang berkelanjutan dan ekonomis. Penelitian yang dilaporkan oleh (Almeida et al., 2013) menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak tanaman memiliki peran penting dalam ukuran NP, waktu inkubasi, tetapi pH medium hanya sedikit mempengaruhi morfologi. Suhu tidak menunjukkan efek yang signifikan baik pada ukuran dan morfologi struktur nano yang berbentuk bulat (spherical).

Berbagai metode sintesis kimia, fisika dan biologi telah digunakan dalam produksi nanopartikel logam. Kebanyakan metode ini masih dalam tahap pengembangan dan permasalahannya berpengalaman adalah stabilitas dan agregasi nanopartikel, kontrol pertumbuhan kristal, morfologi, ukuran dan distribusi ukuran. Apalagi pemisahan nanopartikel yang dihasilkan lebih jauh aplikasi masih menjadi isu penting. Hal itu menunjukkan bahwa nanopartikel logam yang dihasilkan oleh tanaman lebih stabil dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh yang lain organisme. Tanaman (terutama ekstrak tumbuhan) mampu mengurangi ion logam lebih cepat dari pada jamur atau bakteri. Selanjutnya, secara berurutan menggunakan metoda green sintesis yang mudah dan aman dalam skala dan industri produksi nanopartikel logam yang terdispersi dengan baik, ekstrak tumbuhan tentu lebih baik daripada tanaman biomassa atau tanaman hidup. (Iravani, 2011)

Sintesis AgNP menggunakan sumber daya hayati laut merupakan alternatif yang menantang untuk sintesis kimiawi karena metode biogenik baru ini adalah metode ramah lingkungan. Nanopartikel perak dan emas yang



Gambar 2. Sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak tanaman (Ahmed et al., 2016)

disintesis oleh *Laurencia catarinensis* cukup stabil dan tidak ada perubahan yang terlihat dalam waktu lama. Semua analisis yang digunakan menunjukkan bahwa ada distribusi besar ukuran partikel dengan berbagai bentuk seperti piramida, bola, poligonal, batang dan heksagonal dengan tepi yang sangat halus. Ukuran mereka berkisar antara 49,58 - 86,37 nm dan ini bisa mendukung bidang medis (Abdel-raouf, et.al 2017). Periset telah memusatkan perhatian mereka pada pemahaman mekanisme biologis dan proses enzimatik nanopartikel biosintesis serta deteksi dan karakterisasi biomolekul yang terlibat dalam sintesis nanopartikel logam. Banyak biomolekul pada tanaman seperti protein / enzim, amino asam, polisakarida, alkaloid, senyawa alkohol, dan vitamin bisa dilibatkan dalam bioreduction, formasi dan stabilisasi nanopartikel logam. Potensi reduksi ion dan mengurangi kapasitas tanaman yang bergantung pada kehadiran. dari polifenol, enzim, dan zat pengkelat lainnya yang ada di Tanaman memiliki efek penting pada jumlah produksi nanopartikel. (Iravani, 2011; Palanisamy et al., 2017)

Bakau juga merupakan sumber berbagai obat melawan berbagai bentuk penyakit, tapi sangat sedikit yang telah dilaporkan sebagai sumber sintesis nanopartikel. Itu Produk dari banyak spesies mangrove masih ada belum dijelajahi atau tidak diketahui. Penggunaan tanaman mangrove untuk sintesis

nanopartikel bisa menjadi sumber potensial untuk sintesis berbagai bentuk nanopartikel dan bisa berfungsi sebagai pabrik bio untuk sintesis nanopartikel untuk penerapannya dalam teknik biomedis dan industri farmasi.(Gouda, et.al 2015) .Ukuran masalah kontrol, dan stabilitas nanopartikel, tetap menjadi beberapa tantangan terbaru dalam metode tersebut. Dalam penelitian ini, kami menggunakan dua konsentrasi ekstrak daun segar tanaman yang berbeda yaitu *Arbutus unedo* (LEA) sebagai agen pereduksi dan dipisahkan untuk menghasilkan dua ukuran. variasi AgNP diuji aktivitas antibakteri menggunakan *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus epidermidis*. Meskipun perbedaan yang signifikan telah dicapai dalam ukuran nanopartikel dengan memvariasikan konsentrasi ekstrak tanaman selama sintesis, efek antibakteri hampir sama. (Skandalis et al., 2017).

#### APLIKASI NANOPARTIKEL PERAK

Perak telah digunakan dalam bentuk logam perak untuk obat luka dan infeksi banteri, tetapi penggunaan perak sudah mulai menurun karena kehadiran antibiotik. Logam perak dalam bentuk sintesis nanopartikel muncul sebagai agent mikroba yang potensial menghambat pertumbuhannya. Nanopartikel perak menampilkan sifat fisik dan biologis unik yang menarik minat riset saat ini, karena pentingnya aplikasi medis dari logam tersebut. Dalam

penelitian yang dilakukan oleh (Srirangam & Rao, 2017) nanopartikel perak (AgNPs) disintesis untuk aplikasi biomedis dengan metode *green synthesis* yang menggunakan *Malachra Capitata (L.)* Diameter partikel rata-rata dihilkan  $35 \pm 5$  nm. Pengujian aktivitas antimikroba dari senyawa AgNP yang mengandung ekstrak telah dievaluasi terhadap berbagai mikroorganisme.

Fucia, et al melaporkan biosintesis nanopartikel secara luas yang diakarakterisasi menggunakan spektroskopi UV-Vis, FE-TEM, EDX, pemetaan unsur, XRD, SAED, DLS, dan spektroskopi FTIR. Biosynthesized AgNps dan AuNps stabil selama 7 hari di ruangan suhu dan menunjukkan potensi sebagai agen antioksidan serta menunjukkan efek antimikroba melawan

bakteri patogen *E. coli* patogen, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, dan *S. enterica* (FuChia, 2016)

Aplikasi nanopartikel perak tidak saja berkembang pada anti mikroba, tetapi juga aktivitas fotokatalitik. Polutan zat warna organik dari tekstil, kertas dan lain -lain. Melalui *green synthesis* nanopartikel perak yang dimediasi dengan menggunakan ekstrak *daun Lagerstroemia* digunakan dalam uji aktivitas fotokatalitik pada senyawa azo.(Saraswathi & Santhakumar, 2017). Studi yang dilaporkan oleh (Saha, et.al 2017) dalam sintesis AgNPs yang berbentuk bola (spherical) dengan rata-rata diameter  $17,0 \pm 1,6$  nm. Aktivitas katalitik menunjukkan degradasi yang sangat baik pada zat warna Metilen Biru.

Tabel 1. Nanopartikel Perak dengan ekstrak tanaman mangrove dan aplikasinya

Tahun	Jenis Mangrove	NPs	Bentuk	Ukuran (nm)	Potensi aktivitas	Referensi
2016	Rhizophora Lamarckii	Ag	Spherial	$\pm 20$ nm	HIV type 1 reverse transcirptase	(Dinesh & Ganesan, 2016)
2016	Avicenna Marina	Ag	Spherical	60-69 nm	Larvacidal	(Balakrishnan, Srinivasan, & Mohanraj, 2016)
2016	Excoecaria Agallocha	Ag	Spherical dan hexagonal	23-42	Antibacterial	(R. bhuvaneswari, R.John Xavier, 2016)
2015	Avicenna Alba, Sonneratia caseolaris, Sonneratia Apetele	Ag	spherical	60-110nm. Scaseolar( 18,3 dan 23 nm)	Antimicrobial	(Bakshi, Ghosh, & Chaudhuri, 2015)
2012	Rhizophora mucranata (lamk 1804)	Ag	Spherical	4-26 nm, paling banyak partikel beukuran 4 nm	antibacterial (marine aquatic patogen)	(Umashankari, et.al, 2012)
2012	Avicenna Marina	Ag	Spherical	71-110	antimicrobial	(Gnanadesigan et al., 2012)
2011	Rhizopora Mucranata	Ag	Spherical	60-95 nm	Larvacidal	(Gnanadesigan et al., 2011)

Tabel 1 diatas memperlihatkan perkembangan nanopartikel perak menggunakan ekstrak tanaman mangrove serta aplikasinya. Perkembangan sintesis perak nanopartikel menggunakan beberapa jenis tanaman mangrove berkembang dengan cepat. Jenis yang berbeda memperlihatkan produksi ukuran nanopartikel yang bervariasi pula. Potensi penggunaan yang beragam dalam penghambat pertumbuhan mikroba atau larvasida. Penelitian sintesis nanopartikel masih memiliki prospektif yang luas dalam menghasilkan logam nanopartikel lain seperti emas menggunakan ekstrak bagian tanaman mangrove seperti akar, batang, bungan dan buah. Selain itu beragam spesies tanaman mangrove masih menjanjikan untuk di eksporasi dengan baik.

### KESIMPULAN

Biosintesis, mekanisme dan aplikasi biosintesis nanopartikel perak terutama dari ekstrak tanaman mangrove memiliki peluang besar dalam aplikasi biomedis. Analisis karakterisasi membuktikan bahwa partikel perak yang diproduksi menggunakan ekstrak tanaman sebagai reduktor dan capping agent menghasilkan ukuran partikel antara 11-100 nm. Nanopartikel dari berbagai komposisi, ukuran, bentuk dan kerapatan terkontrol merupakan aspek penting dalam nanoteknologi

### REFERENSI

- Abdel-raouf, N., Al-enazi, N. M., Ibraheem, I. B. M., Alharbi, R. M., & Alkhulaifi, M. M. (2017). Bactericidal efficacy of Ag and Au nanoparticles synthesized by the marine alga *Laurencia catarinensis*, 6(2), 213–226.
- 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. *Journal of Advanced Research*, 7(1), 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2015.02.007>
- Almeida, R., Matos, D., Cordeiro, S., Elgul, R., Bonfante, L., Dias, N., ... Coronato, L. (2013). *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* Synthesis of silver nanoparticles using agar – agar water solution and femtosecond pulse laser irradiation. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 423, 58–62. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2013.01.061>
- Apriyanto, H., Harpeni, E., Setyawa, A., & dan Tarsim. (2014). PEMANFAATAN EKSTRAK BUAH *Rhizophora* sp. SEBAGAI ANTI BAKTERI TERHADAP BAKTERI PATOGEN IKAN AIR TAWAR. *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, III(1), 2–5.
- Asmathunisha, N., & Kathiresan, K. (2013). A review on biosynthesis of nanoparticles by marine organisms. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 103, 283–287. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2012.10.030>
- Bakshi, M., Ghosh, S., & Chaudhuri, P. (2015). Green Synthesis , Characterization and Antimicrobial Potential of Silver Nanoparticles Using Three Mangrove Plants from Indian Sundarban. <https://doi.org/10.1007/s12668-015-0175-8>
- Balakrishnan, S., Srinivasan, M., & Mohanraj, J. (2016). Biosynthesis of silver nanoparticles from mangrove plant (*Avicennia marina*) extract and their potential mosquito larvicidal property. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(3), 991–996. <https://doi.org/10.1007/s12639-014-0621-5>
- Darlian, L., & Imran, G. (2011). Skrining Bioaktivitas Ekstrak Kulit Akar Bakau Merah ( *Rhizophora apiculata* bl .) Terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Koloni Bakteri *Streptococcus* sp ., 1(2), 73–82.
- Dinesh, S., & Ganesan, K. (2016). Mangrove-Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles with High HIV-1 Reverse Transcriptase. *Journal of Cluster Science*. <https://doi.org/10.1007/s10876-016-1100-1>
- Elsayed, K.N.M., Radwan, M.M., Hassan, S.H.M., Abdelhameed, M.S., Ibraheem, I.B.M., Ross, S. . (2012). Elsayed, K.N.M., Radwan, M.M., Hassan, S.H.M., Abdelhameed, M.S., Ibraheem, I.B.M., Ross, S.A. *Natural Product Communications*, 7(9), 1209–1210.
- Fawcett, D., Verduin, J. J., Shah, M., Sharma,



- S. B., Eddy, G., & Poinern, J. (2017). A Review of Current Research into the Biogenic Synthesis of Metal and Metal Oxide Nanoparticles via Marine Algae and Seagrasses. *Journal of Nanoscience*, 2017, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2017/8013850>
- FuChia, J. N. K. (2016). Facile one-step green synthesis of gold nanoparticles using Citrus maxima aqueous extracts and its catalytic activity. *Material Letters*, 116, 110–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matlet.2015.12.031>
- Gnanadesigan, M., Anand, M., Ravikumar, S., Maruthupandy, M., Ali, M. S., Vijayakumar, V., & Kumaraguru, A. K. (2012). Antibacterial potential of biosynthesised silver nanoparticles using Avicennia marina mangrove plant, 143–147. <https://doi.org/10.1007/s13204-011-0048-6>
- Gnanadesigan, M., Anand, M., Ravikumar, S., Maruthupandy, M., Vijayakumar, V., Selvam, S., ... Kumaraguru, A. K. (2011). Biosynthesis of silver nanoparticles by using mangrove plant extract and their potential mosquito larvicidal property. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 4(10), 799–803. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(11\)60197-1](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60197-1)
- Gouda, S., Das, G., Sen, S. K., Thatoi, P., & Patra, J. K. (2015). Mangroves, a potential source for green nanoparticle synthesis: a review. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 44(5), 635–645.
- Iravani, S. (2011). Green synthesis of metal nanoparticles using plants, 2638–2650. <https://doi.org/10.1039/c1gc15386b>
- Kavitha, K. S., Baker, S., Rakshith, D., Kavitha, H. U., C, Y. R. H., Harini, B. P., & Satish, S. (2013). Plants as Green Source towards Synthesis of Nanoparticles, (June).
- Kumar, B., Smita, K., Cumbal, L., & Debut, A. (2017). Green synthesis of silver nanoparticles using Andean blackberry fruit extract. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(1), 45–50. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.09.006>
- Mouafi, F. E., Abdel-Aziz, S. M., Bashir, A. A., & Fyiad, A. A. (2014). Phytochemical analysis and antimicrobial activity of mangrove leaves (Avicenna marina and Rhizophora stylosa) against some pathogens. *World Applied Sciences Journal*, 29(4), 547–554. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2014.29.04.13901>
- Mulyani, Y., Bachtiar, E., & Kurnia, M. U. (2013). Peranan Senyawa Metabolit Skunder Tumbuhan Mangrove terhadap Inveksi Bakteri Aeromonas hydrophila Pada Ikan Mas (Cyprinus carpio). *Jurnal Akuatika*, IV(1), 1–9.
- Palanisamy, S., Rajasekar, P., Vijayaprasath, G., Ravi, G., Manikandan, R., & Marimuthu, N. (2017). A green route to synthesis silver nanoparticles using Sargassum polycystum and its antioxidant and cytotoxic effects: An in vitro analysis. *Materials Letters*, 189, 196–200. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2016.12.005>
- Philip, D. (2010). Green synthesis of gold and silver nanoparticles using Hibiscus rosa sinensis. *Physica E: Low-Dimensional Systems and Nanostructures*, 42(5), 1417–1424. <https://doi.org/10.1016/j.physe.2009.11.081>
- R. bhuvaneswari, R. John Xavier, M. A. (2016). Facile synthesis of multifunctional silver nanoparticles using mangrove plant Excoecaria agallocha L. for its antibacterial, antioxidant and cytotoxic effects. *Journal of Parasitic Diseases*. <https://doi.org/10.1007/s12639-016-0773-6>
- Saha, J., Begum, A., Mukherjee, A., & Kumar, S. (2017). A novel green synthesis of silver nanoparticles and their catalytic action in reduction of Methylene Blue dye. *Sustainable Environment Research*, 27(5), 245–250. <https://doi.org/10.1016/j.serj.2017.04.003>
- Santhoshkumar, J., Rajeshkumar, S., & Venkat Kumar, S. (2017). Phyto-assisted synthesis, characterization and applications of gold nanoparticles – A review. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 11(May), 46–57. <https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2017.06.004>
- Saraswathi, V. S., & Santhakumar, K. (2017). Green Synthesis of Silver Nanoparticles Mediated using Lagerstroemia Speciosa and Photocatalytic Activity Against Azo Dye.

- <https://doi.org/10.2412/mmse.72.63.602>  
Skandalis, N., Dimopoulou, A., Georgopoulou, A., Gallios, N., Papadopoulos, D., Tsipas, D., ... Michailidis, N. (2017). The Effect of Silver Nanoparticles Size , Produced Using Plant Extract from *Arbutus unedo* , on Their Antibacterial Efficacy. *Nanomaterials*, 7, 178. <https://doi.org/10.3390/nano7070178>
- Srirangam, G. M., & Rao, K. P. (2017). SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SILVER NANOPARTICLES FROM THE LEAF EXTRACT OF MALACHRA CAPITATA ( L . ), *10*(1), 46–53.
- Syukri Arief\*, Wardatul Rahma, D. V. W. dan Z. (2015). Prosiding SEMIRATA 2015 bidang MIPA BKS-PTN Barat Universitas Tanjungpura, Pontianak Hal. 171 - 179. *Prosiding SEMIRATA 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Barat Universitas Tanjungpura, Pontianak*, 233–238.
- Umashankari, J., Inbakandan, D., & Ajithkumar, T. T. (2012). Mangrove plant , *Rhizophora mucronata* ( Lamk , 1804 ) mediated one pot green synthesis of silver nanoparticles and its antibacterial activity against aquatic pathogens, 1–7.