



Aplikasi Antibakteri Nanopartikel Perak (NPAg) Hasil Biosintesis dengan Ekstrak Air Daun Kemangi

[Application of Antibacterial from Silver Nanoparticles (AgNPs) Biosynthesis with Basil Leaf Extract]

Gusti Ayu Dewi Lestari^{1✉}, Pande Made Desy Ratnasari¹, James Sibarani²

¹)Program Studi S1 Farmasi, Sekolah Tinggi Farmasi Mahaganesha, Bali, Indonesia

²)Program Studi Kimia, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

Abstract. Nanotechnology is a technology that can be used to overcome several environmental problems. Synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) mediated with basil leaf bioreductant with a concentration 0.5% at a temperature of 25°C has been carried out. The result of biosynthesis of AgNPs was analyzed using a UV-Vis spectrophotometer in which the SPR band showed the maximum wavelength of 429 nm. The size of AgNPs was determined by a Particle Size Analyzer (PSA), which its size was 86.83 nm. The morphology and elemental content of AgNPs were confirmed using SEM-EDS showing that the shape of AgNPs was irregularly spherical crystals while the EDS results showed a dominant peak at 3 keV indicating silver content. AgNPs showed strong antibacterial activity against *Escherechia coli* and moderate against *Staphylococcus aureus*.

Keywords: Silver nanoparticles, basil, antibacterial, particle size analyser, biosynthesis

Abstrak. Nanoteknologi merupakan suatu teknologi yang dapat digunakan untuk mengatasi beberapa permasalahan kehidupan. Sintesis nanopartikel perak (NPAg) yang dimediasi dengan bioreduktor daun kemangi dengan konsentrasi 0,5% pada temperatur 25°C. Nanopartikel perak dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis, dimana pita SPR menunjukkan panjang gelombang maksimum 429 nm. Ukuran nanopartikel perak ditentukan dengan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) yakni sebesar 86,83 nm. Morfologi dan kandungan unsur dari NPAg dikonfirmasi menggunakan SEM-EDS yang menunjukkan bentuk dari NPAg adalah kristal bulat tidak beraturan, hasil EDS menunjukkan puncak dominan pada 3 keV yang menunjukkan kandungan perak. NPAg menunjukkan aktivitas antibakteri yang tergolong kuat terhadap *Escherechia coli* dan tergolong sedang terhadap *Staphylococcus aureus*.

Kata kunci: Nanopartikel perak, kemangi, antibakteri, particle size analyser, biosintesis

Diterima: 9 Januari 2022, Disetujui: 30 Maret 2022

Sitasi: Lestari, G. A.D., Ratnasari, P.M.D., dan Sibarani, J. (2022). Aplikasi Antibakteri Nanopartikel Perak (NPAg) Hasil Biosintesis dengan Ekstrak Air Daun Kemangi. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 8(1): 17-24.

LATAR BELAKANG

Nanosains adalah salah satu disiplin ilmu yang paling dinamis dalam ilmu material. Disiplin ilmu ini melibatkan bentuk dan ukuran dalam kisaran 1-100 nm (Horikoshi &

Serpone, 2013). Fungsi nanopartikel tergantung pada ukurannya dan ini telah diteliti untuk berbagai macam aplikasi potensial mulai dari pertanian, katalis, biosensor, dan aktivitas antibakteri (Ravindran *et al.*, 2013; Tran *et al.*, 2013). Dengan demikian kontrol atas distribusi ukuran

✉ Corresponding author
E-mail: lestaridewi87@gmail.com

<https://doi.org/10.22487/kovalen.2022.v8.i1.15771>



2477-5398/ © 2022 Lestari et al.
This is an open-access article under the CC BY-SA license.

menjadi penting yang sering dicapai dengan memvariasikan metode sintesis, zat pereduksi dan *stabilizing agent* (Horikoshi & Serpone, 2013).

Penelitian yang melibatkan nanopartikel logam merupakan bidang ilmu yang menarik. Pembentukan nanopartikel logam dapat diperoleh melalui metode fisika, kimia dan biologi. Saat ini banyak yang memilih metode biologi karena umumnya menggunakan pelarut yang aman serta pereduksi alami seperti tanaman atau mikroorganisme. Penggunaan ekstrak tanaman dalam biosintesis nanopartikel logam merupakan reaksi yang sederhana dan ramah lingkungan (Kharat et al., 2016; Mohan et al., 2016). Tanaman dapat digunakan karena adanya senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan senyawa polifenol lainnya dimana memiliki sifat reduktor yang sangat kuat. Adanya gugus fungsi hidroksil dan amina akan membuat metabolit-metabolit sekunder ini mudah mengalami konjugasi sehingga akan mereduksi Ag^+ menjadi Ag^0 (Elemike et al., 2017).

Saat ini jenis nanopartikel logam yang banyak diteliti adalah nanopartikel perak. Pada penelitian ini tanaman yang dipilih sebagai bioreduktor adalah daun kemangi (*Ocimum sanctum* Linn.). Daun kemangi dipilih secara khusus karena memiliki berbagai khasiat obat serta ketersediaannya melimpah di Indonesia (Gambar 1). Senyawa kimia yang terkandung dalam daun kemangi antara lain flavonoid, senyawa fenolik, saponin, tanin, alkaloid, triterpenoid/steroid dan minyak atsiri (Hadipoentyanti et al., 2008) dimana senyawa kimia inilah yang dapat membantu dalam proses sintesis NPAg. Pada penelitian sebelumnya, ekstrak air daun

kemangi telah digunakan untuk sintesis nanopartikel perak (Bere et al., 2019), hanya saja pada penelitian ini adalah aplikasi dari nanopartikel perak sebagai antibakteri terhadap *Escherechia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

Manfaat utama penggunaan ekstrak tanaman untuk sintesis NPAg adalah kemampuan menjadi reduktor sekaligus *stabilising agent* secara simultan. Ekstrak tanaman mampu memanipulasi dan mengontrol pertumbuhan dari kristal NPAg (Bhaumik et al., 2015; Mittal et al., 2014).



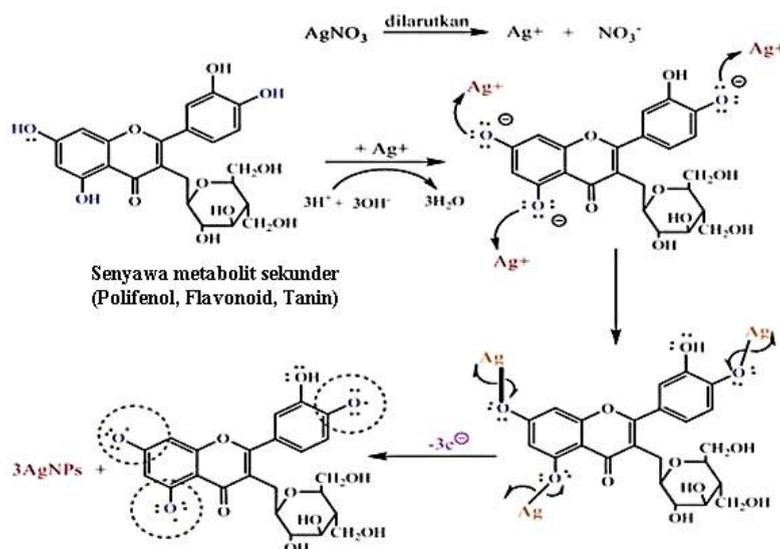
Gambar 1. Daun kemangi

Prediksi reaksi reduksi oleh senyawa fenolik untuk membentuk nanopartikel perak dapat dilihat pada Gambar 2. Reaksi reduksi terjadi antara senyawa fenolik dan ion Ag^+ (Gambar 2). Pada tahap awal senyawa fenolik dalam larutan berubah dari gugus R-OH menjadi gugus R- O⁻ yang siap bereaksi. Fenolik akan mengikat Ag^+ dan membentuk gugus RO-Ag. Ion Ag^+ yang terikat kemudian lepas akibat adanya resonansi sehingga membentuk Ag^0 (Khosiatun, 2016).

Pada penelitian ini konsentrasi bioreduktor yang digunakan adalah 0,5%. Konsentrasi ini digunakan untuk memastikan bahwa nanopartikel perak dapat terbentuk pada konsentrasi kecil sehingga ketika diaplikasikan akan menghemat penggunaan bioreduktor. Nanopartikel perak akan

dikarakterisasi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, SEM-EDS dan PSA

serta analisis aktivitas antibakterinya terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus*.



Gambar 2. Reaksi kimia pembentukan NPAg dari senyawa bioaktif tanaman (Roddu, 2021)

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan adalah daun kemangi (*Ocimum sanctum* Linn.), kristal perak nitrat (PT Brataco), aquadem (PT. Brataco), *nutrient agar* (Oxoid), isolate bakteri *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) dan isolate bakteri *Escherechia coli* (ATCC 25922).

Alat yang digunakan adalah *hot plate* IKA (C-MAG HS 7), neraca analitik (Acis), spektrofotometer UV-Vis (Genesys 10S UV-Vis), *Particle Size Analyzer* (PSA Malvern), SEM-EDS (JSM-6510LA), inkubator (Memmert), autoklaf, dan *Laminar Air Flow*.

Prosedur Penelitian

Persiapan ekstrak

Daun kemangi berusia 30-40 hari dikumpulkan dari petani lokal di daerah Gianyar, dideterminasi, dikeringkan, dan diserbukkan. Ekstrak dibuat dengan cara 20 gram serbuk kering daun kemangi dipanaskan dengan 100 mL aqua demineralisata selama

15 menit pada temperatur 60°C. Larutan ekstrak disaring dan filtratnya dibuat menjadi konsentrasi 0,5% untuk sintesis NPAg.

Biosintesis nanopartikel perak

Tiga mL ekstrak air daun kemangi ditambahkan 30 mL larutan AgNO_3 1mM pada temperatur 25°C. Perubahan warna campuran tersebut dari kuning muda menjadi coklat kemerahan menunjukkan pembentukan NPAg. Reduksi Ag^+ menjadi Ag^0 dipantau menggunakan analisis spektrofotometer UV-Vis, *particle size analyzer* dan SEM-EDS.

Pengujian antibakteri NPAg

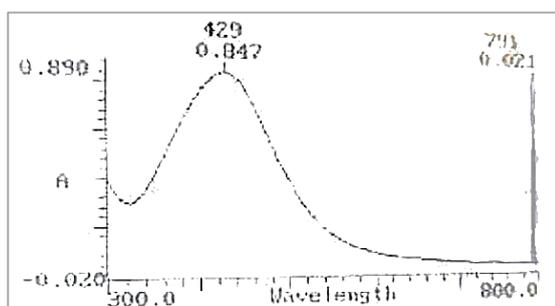
Pengujian antibakteri menggunakan metode difusi cakram. Sampel uji adalah NPAg yang telah disintesis dengan kadar 62 ppm, pembanding ekstrak air daun kemangi, kontrol positif antibiotik tetrasiklin. Kadar tetrasiklin disesuaikan dengan kadar NPAg yang digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri dan kontrol negatif adalah aquadem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektrum UV-Vis NPAg

Penyerapan cahaya oleh NPAg pada panjang gelombang tertentu memberikan indikasi terbentuknya nanopartikel perak (Jain *et al.*, 2017). Spektrum NPAg yang diamati melalui spektrofotometer UV-Vis dikarenakan adanya efek SPR dari NPAg.

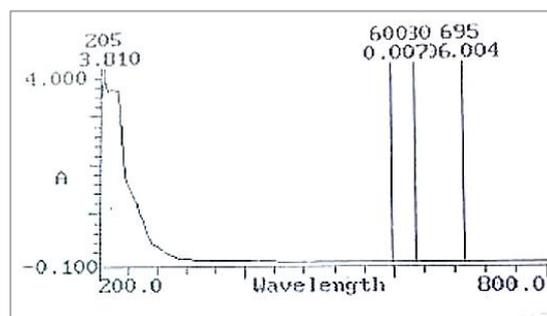
Surface plasmon resonance (SPR) adalah kumpulan osilasi terhadap konduksi elektron. Jika suatu nanopartikel logam terkena cahaya (gelombang elektromagnetik) maka akan terjadi oskilasi pada permukaan material. Hal inilah yang mengakibatkan NPAg dapat dikarakterisasi dengan spektroskopi UV-Vis. Beberapa penelitian memperlihatkan pengamatan terhadap serapan SPR NPAg. Terbentuknya NPAg dapat teramati dengan fenomena SPR pada panjang gelombang 400 - 450 nm (Bhaumik *et al.*, 2015). Hasil penelitian menunjukkan NPAg memiliki pita SPR pada panjang gelombang 429 nm (Gambar 3). Hal ini membuktikan bahwa penelitian ini telah berhasil memperoleh partikel perak yang berukuran nanometer.



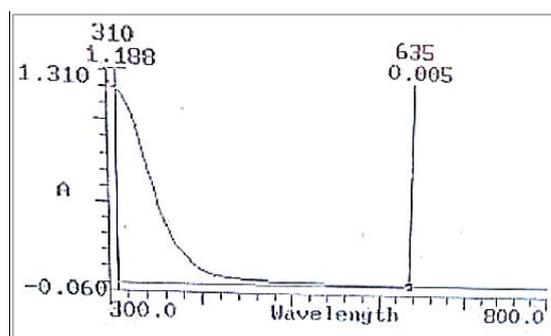
Gambar 3. Spektrum UV-Vis NPAg

Nanopartikel perak memberikan panjang gelombang maksimum yang berbeda dari larutan AgNO_3 . Gambar 4 dan 5 masing-masing spektrum UV untuk larutan AgNO_3 dan ekstrak air daun kemangi. Hal ini

membuktikan telah terbentuk senyawa baru hasil dari campuran larutan AgNO_3 dan ekstrak air daun kemangi.

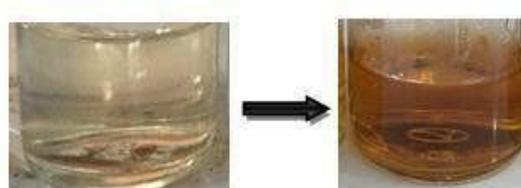


Gambar 4. Spektrum UV-Vis AgNO_3



Gambar 5. Spektrum UV-Vis ekstrak air daun kemangi

Adanya perubahan warna larutan dari tidak berwarna menjadi coklat kemerahan mengindikasikan terbentuknya nanopartikel perak sebagai hasil dari fenomena SPR (Gambar 6).



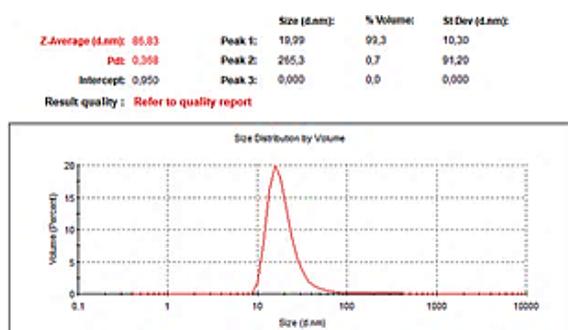
Gambar 6. Pembentukan koloid NPAg

Nilai absorbansi koloid NPAg menunjukkan jumlah terbentuknya nanopartikel perak. Semakin pekat warna dari koloid NPAg, maka absorbansi akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Ariyanta (2014), dimana nanopartikel perak yang terbentuk dari hari ke

hari bertambah banyak jumlahnya dimana absorbansi terus meningkat secara signifikan.

Hasil Analisis Ukuran Partikel NPAg

Terbentuknya nanopartikel dapat dikonfirmasi dengan menggunakan *particle size analyzer* (PSA). Instrumen ini dapat memberikan informasi mengenai distribusi ukuran partikel dan keseragaman dari NPAg yang terbentuk (Cao, 2017). Nanopartikel perak terbentuk pada temperatur reaksi 25°C dimana ukuran partikel yang diperoleh berukuran nano yaitu 86,83 nm.

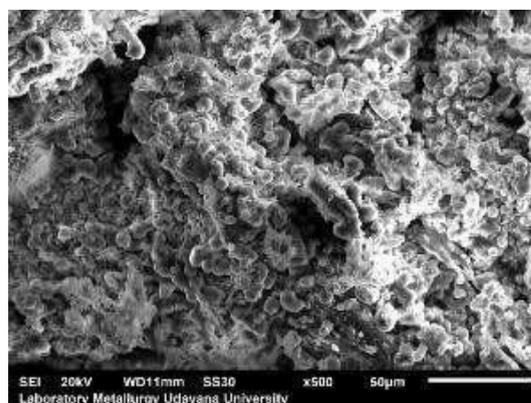


Gambar 7. Spektrum PSA NPAg

Nanopartikel perak yang sudah terbentuk memiliki rentang distribusi ukuran yang lebih pendek atau dengan kata lain tingkat dari keseragaman nanopartikel yang dihasilkan cukup baik dengan nilai indeks polidispersitas (Pdl) 0,368 (Gambar 7). Indeks polidispersitas menunjukkan keseragaman dari ukuran partikel. Semakin kecil nilai indeks polidispersitas maka ukuran partikel yang dihasilkan akan semakin homogen. Menurut Avadi *et al.* (2010), nilai indeks polidispersitas lebih besar dari nilai 0,5 menunjukkan heterogenitas yang tinggi, dan sebaliknya jika mendekati nilai 0 maka menunjukkan ukuran partikel yang memiliki keseragaman yang lebih baik. Melihat distribusi ukuran dari sampel yang dihasilkan, maka dapat disimpulkan bahwa semua sampel memiliki tingkat keseragaman yang baik.

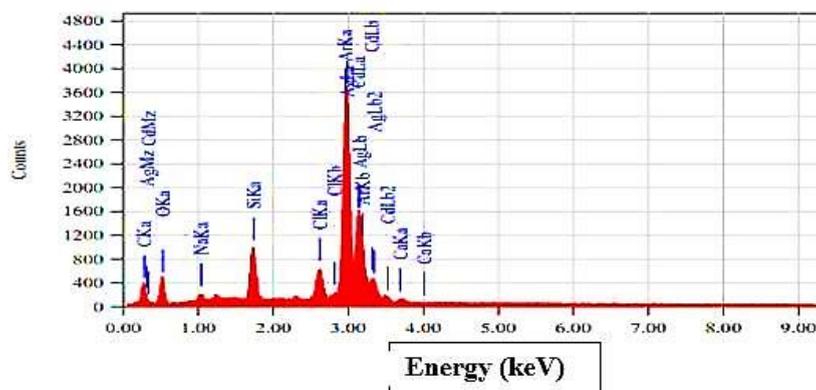
Hasil SEM-EDS NPAg

SEM digunakan untuk menentukan morfologi dari nanopartikel perak. NPAg juga dianalisis dengan instrumen EDS untuk mengetahui komposisi unsur dari NPAg. Morfologi NPAg hasil SEM menunjukkan bentuk kristal bulat tidak beraturan. Hasil dari analisis dengan instrumen SEM dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil SEM NPAg

Citra SEM NPAg hasil biosintesis dengan ekstrak air daun kemangi pada Gambar 8 menunjukkan terjadinya proses aglomerasi atau penggumpalan yang menyebabkan ukuran partikel terlihat besar. Kecenderungan nanopartikel untuk beragregasi disebabkan oleh adanya gaya Van der Waals. Proses aglomerasi merupakan penyebab dari proses penggabungan partikel-partikel berukuran nano sehingga menjadi partikel yang berukuran lebih besar (Zhao *et al.*, 2010). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Abeer *et al.* (2020), dimana hasil SEM diperoleh nanopartikel saling beragregasi dengan bentuk bulat tidak beraturan. Hasil penelitian Paramesh *et al.* (2021) juga menyebutkan bahwa nanopartikel perak yang terbentuk berbentuk bulat dan beraglomerasi. Analisis menggunakan instrumen EDS terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Spektrum EDS nanopartikel perak

Pada Gambar 9 diketahui bahwa pada NPAg hasil biosintesis menunjukkan puncak pada energi 3 keV dimana pada puncak itu terdeteksi adanya atom perak (Abeer et al., 2020). Komponen-komponen lain yang terkandung di dalam NPAg hasil biosintesis adalah karbon (C), oksigen (O), natrium (Na), kalsium (Ca). Unsur-unsur kimia lain terdeteksi oleh instrumen EDS dikarenakan nanopartikel yang terbentuk merupakan hasil biosintesis dari ekstrak tanaman air daun kemangi sehingga gugus fungsi yang terlibat dalam proses pembentukan nanopartikel perak ikut terdeteksi pada instrumen EDS ini. Analisis *energy dispersive spectroscopy* (EDS) dari sampel NPAg mempunyai spektrum keV puncak antara 2,5-3 (Sharma et al., 2017) yang mana merupakan spektrum puncak atom perak.

Aktivitas Antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri nanopartikel perak menentukan kekuatan dari daya hambat antibakteri. Lebar zona bening yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel 1.

Koloid NPAg memiliki aktivitas inhibisi kategori kuat terhadap bakteri *E. coli* dan inhibisi kategori sedang terhadap *S. aureus*. Ukuran zona bening yang terbentuk menunjukkan kekuatan daya hambat

nanopartikel perak. Kadar NPAg yang digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri adalah 62 ppm sehingga kontrol positif tetrasiklin juga dibuat dengan kadar yang sama yaitu 62 ppm. Untuk kontrol negatif dan pembanding tidak menunjukkan inhibisi terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli* dan bakteri *S. aureus*.

Tabel 1. Diameter zona hambat bakteri

Sampel	Diameter zona bening (mm)		
	Rep I	Rep II	Rep III
NPAg	12	14	13
Ekstrak	-	-	-
Tetrasiklin	15	16	17
Aqua DM	-	-	-



E.coli

Sampel	Diameter zona bening (mm)		
	Rep I	Rep II	Rep III
NPAg	8,5	9	8
Ekstrak	-	-	-
Tetrasiklin	25	30	24
Aqua DM	-	-	-



S.aureus

Ekstrak air daun kemangi tidak menunjukkan aktivitas sebagai antibakteri karena konsentrasi ekstrak air daun kemangi yang digunakan untuk sintesis NPAg sangat kecil. Perbandingan ekstrak dan larutan AgNO₃ adalah 1:10, sehingga pada pengujian aktivitas antibakteri, ekstrak air daun kemangi sama sekali tidak memberikan efek sebagai antibakteri. Penelitian ini sesuai dengan penelitian Dewi dkk., (2019) dimana nanopartikel perak yang dihasilkan dari ekstrak air daun sendok menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif maupun gram negatif.

Mekanisme atom Ag sebagai antibakteri bekerja dengan cara NPAg melepaskan ion Ag⁺ kemudian ion Ag⁺ berinteraksi dengan DNA sehingga mengganggu replikasi dan ion Ag⁺ menginduksi produksi ROS untuk merusak protein, RNA dan DNA bakteri (Cao, 2017).

KESIMPULAN

Ekstrak air daun kemangi (*O. sanctum* Linn.) pada konsentrasi 0,5% mampu berfungsi sebagai bioreduktor dimana NPAg terbentuk pada suhu sintesis 25°C. Karakteristik NPAg yang diperoleh memiliki panjang gelombang maksimum 429 nm dengan ukuran nanopartikel 86,83 nm. Analisa SEM-EDS menghasilkan bentuk morfologi NPAg kristal bulat tidak beraturan. Untuk unsur yang terdapat pada NPAg adalah dominan unsur perak pada puncak spektrum 3 keV. Aktivitas antibakteri dari NPAg memberikan daya hambat terhadap bakteri *E. coli* yang tergolong kuat (11-20 mm) sedangkan pada bakteri *S. aureus*, nanopartikel perak memberikan daya hambat yang tergolong sedang (6-10 mm).

DAFTAR PUSTAKA

- Abeer, RM., El-Aziz, A., Gurusamy, A., Alothman, MR., Shehata, SM., Hisham, SM., Alobathani, AA. (2021). Silver Nanoparticles Biosynthesis Using *Saussurea Costus* Root Aqueous Extract and Catalytic Degradation Efficacy of Safranin Dye. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28:1093–1099. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.36>
- Ariyanta, HA. (2014). Preparasi Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi dan Aplikasinya Sebagai Antibakteri Penyebab Luka Infeksi. *Jurnal MKMI*, 10(1): 36-42.
- Avadi MR, Assal MMS, Nasser M, Saideh A, Fatemeh A, Rassoul D, and Morteza R. (2010). Preparation and Characterization of Insulin Nanoparticle Using Chitosan and Arabic Gum with Ionic Gelation Method. *Nanomed Nano-technol*, 6: 58-63. <https://doi.org/10.1016/j.nano.2009.04.007>
- Bere ML, Sibarani J, Manurung M. (2019). Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Air Daun Kemangi (*Ocimum sanctum linn.*) dan Aplikasinya Dalam Fotodegradasi Zat Warna Metilen Biru. *Cakra Kimia*, 7(2):155–164.
- Bhaumik, J., Thakur, NS., Aili, PK., Amit, G., Mittal AK., Banerjee, UC. (2015). Bioinspired Nanotheranostic Agents: Synthesis, Surface Functionalization, and Antioxidant Potential. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, 1: 382–392. <https://doi.org/10.1021/ab500171a>
- Cao, Huiliang. (2017). *Silver Nanoparticles for Antibacterial Devices: Biocompatibility and Toxicity*. CRC Press, Boca Raton. p167.
- Dewi, KTA., Kartini Sukweenadhi, J., Avanti, C. (2019). Karakter Fisik dan Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak Hasil Green Synthesis Menggunakan Ekstrak Air Daun Sendok (*Plantago major* L.). *Pharmaceutical Sciences and Research (PSR)*, 6(2): 69 – 81.
- Elemike, EE., Onwudiwe, DC., Ekennia, AC., L.Katata-Seru. (2017). Phytosynthesis of Silver Nanoparticles Using Aqueous Leaf Extracts of *Lippia Citriodora*: Antimicrobial, Larvicida and Photocatalytic Evaluations. *Res. Chem. Int.* 17(6):1-14. <https://doi.org/10.1007/S11164-016-2704-7>

- Hadipoentyanti, E., Wahyuni, S. (2008). Keragaman Selasih (*Ocimum Spp.*) berdasarkan karakter morfologi, produksi dan mutu herba. *Jurnal Littri*, 14 (4): 141-148
- Horikoshi S., Serpone N. (2013). *Microwaves in nanoparticle Synthesis, First Edition*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA p2, 13.
- Jain, S., Mehata, MS. (2017). Medicinal Plant Leaf Extract and Pure Flavonoid Mediated Green Synthesis of Silver Nanoparticles and Their Enhanced Antibacterial Property. *Scientific Reports*, 7: 1-13.
- Kharat, SN., Mendhulkar, VD., Matl. (2016). Synthesis, Characterization and Studies on Antioxidant Activity of Silver Nanoparticles Using *Elephantopus scaber* Leaf Extract. *Sci. Eng.*, 62C: 719-724.
- Khosi'atun. (2016). Biosintesis Nanopartikel Perak Dengan Reduktor Ekstrak Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Linn.) dan Laju Pembentukannya. [Skripsi]. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Mittal AK., Bhaumik, J., Kumar, S., Banerjee, UC. (2014). Biosynthesis of silver nanoparticles: Elucidation of Prospective Mechanism and Therapeutic Potential. *Journal of Colloid and Interface Science*, 415:39-47. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2013.10.018>
- Mohan, S., Oluwafemi, OS., Songca, SP., Jayachandran, VP., Rouxel, D., Joubert, O., Kalarikkal, N., Thomas, S. (2016). Simple Green Synthesis of Amino Acid Functionalized CdTe/CdSe/ZnSe Core-Multi Shell with Improved Cell Viability for Cellular Imaging. *J. Mol. Liq.*, 213: 75-81.
- Paramesh, CC., Halligudra, G., Gangaraju, V., Sriramoju, JB., Shastri, M., Kachigere, H., Habbanakuppe, P., Rangappa D., Subbegowda, RK., Shivaramu, PD. (2021). Silver Nanoparticles Synthesized Using Saponin Extract of *Simarouba glauca* Oil Seed Meal as Effective, Recoverable and Reusable Catalyst for Reduction of Organic Dyes. *Results in Surface and Interfaces*, 3(100005): 1-7.
- Ravindran, A., Chandran, P., Khan, SS. (2013). Biofunctionalized Silver Nanoparticles: Advances and Prospects. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 105(34): 342-352
- Roddu, AK. (2021). Sintesis Nanopartikel Emas Dan Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Okra (*Abelmoschus Esculentus* (L.) Moench) dan Aplikasinya dalam Desain Sensor Gula Darah. [Disertas]. Program Pascasarjana Fakultas Mipa Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Sharma, A., Kumar, S., Tripathi, P. (2017). A Facile and Rapid Method for Green Synthesis of *Achyranthes aspera* Stem Extract-Mediated Silver Nano-Composites with Cidal Potential Against *Aedes aegypti* L. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(4): 698-708.
- Tran, QH., Nguyen, VQ., Le, AT. (2013). Silver Nanoparticles: Synthesis, Properties, Toxicology, Applications and Perspectives. *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 4(033001): 1-20.
- Zhao, T., Sun, RS., Yu, S., Zhang, Z., Zhou, L., Huang, H., Du, R. (2010). Size Controlled Preparation of Silver Nanoparticles by a Modified Polyol Method. *Colloids Surf A: Physicochem Eng Aspects*, 366(1-3):197-20.