

Kajian Literatur Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Emas Menggunakan Ekstrak Tanaman sebagai Bioreduktor dan Aktivitas Antibakterinya

Devina Ummul Agniya Ravana & Anggi Arumsari & Hilda Aprilia Wisnuwardhani
Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung,
Bandung, Indonesia
email: devina.agniya@gmail.com, anggiarumsari@gmail.com, hilda.aprilia@gmail.com

ABSTRACT: In recent years, the application of gold nanoparticles has been studied in various fields. Therefore, a synthesis method has to be developed becoming effective and environmentally friendly synthesis methods. So, gold nanoparticles synthesis research using bioreductors from various plant extracts. In this literature study, several studies will be observed based on various plant extracts as natural bioreductors and their effect on the characteristics of the gold nanoparticles formed. In addition, the antibacterial activity of the resulting gold nanoparticles and the factors influencing were also studied. From this study, it was found that the use of various plant extracts as bioreductors resulted in different characteristics of gold nanoparticles and antibacterial activity, this is influenced by bioreductor, extraction and synthetic methods, volume composition of extracts and precursors, concentration of nanoparticles, temperature, shape and size of nanoparticles also the type of tested bacteria. It was also known that the most optimal antibacterial activity was produced using *Glycyrrhiza glabra* L extract as bioreductor because it produced the largest inhibition zone

Keywords: Plant Bioreductor, AuNPs, Characterization, Antibacterial

ABSTRAK: Dalam beberapa tahun terakhir, aplikasi nanopartikel emas telah banyak dipelajari diberbagai bidang. Oleh karena itu mulai dikembangkan metode sintesis yang tidak hanya efektif tapi sekaligus ramah lingkungan. Akhir-akhir ini sudah mulai banyak dilakukan penelitian sintesis nanopartikel emas menggunakan bioreduktor dari berbagai ekstrak tanaman. Pada studi literatur ini akan dipelajari beberapa penelitian mengenai penggunaan berbagai ekstrak tanaman sebagai bioreduktor alami dan pengaruhnya terhadap karakteristik nanopartikel emas yang terbentuk. Selain itu dipelajari juga aktivitas antibakteri dari nanopartikel emas yang dihasilkan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Dari beberapa penelitian tersebut, diperoleh hasil bahwa penggunaan berbagai ekstrak tanaman sebagai bioreduktor menghasilkan karakteristik nanopartikel emas dan aktivitas antibakteri yang berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh faktor bioreduktor, metode ekstraksi dan sintesis, komposisi volume ekstrak dan prekursor, konsentrasi nanopartikel, suhu, bentuk dan ukuran nanopartikel serta jenis bakteri yang diujikan. Pada studi literatur ini juga diketahui bahwa aktivitas antibakteri paling optimal dihasilkan pada penggunaan bioreduktor ekstrak *Glycyrrhiza glabra* L karena dihasilkan zona hambat paling besar

Kata kunci: bioreduktor tanaman, AuNPs, karakterisasi, antibakteri

1 PENDAHULUAN

Pemanfaatan nanopartikel logam telah banyak menarik perhatian karena manfaatnya diberbagai bidang seperti biomedis, katalis, dll. Umumnya nanopartikel logam dihasilkan dari metode kimia. Namun karena cenderung menggunakan bahan kimia tidak aman, menghasilkan limbah berbahaya yang berakibat mencemari lingkungan (Fazrin, dkk., 2020), mulai dikembangkan alternatif metode lain yang lebih ramah lingkungan.

Metode *green synthesis* nanopartikel logam menggunakan ekstrak tumbuhan sebagai bioreduktor merupakan salah satu pendekatan yang menjanjikan untuk menghasilkan nanomaterial ramah lingkungan untuk aplikasi di berbagai bidang.

Di antara nanopartikel logam, nanopartikel

emas merupakan salah satu yang paling menjanjikan karena keunikan dan manfaatnya diberbagai bidang, seperti katalis, biosensor, optik (Babayi, 2004), antikanker, antimikroba (Balalakshmi et al., 2017) dan pengembangan sistem penghantaran obat dan pelabelan DNA (Aprilia, 2018).

Salah satu manfaat dari nanopartikel emas yang banyak dikembangkan yaitu aktivitas antimikroba, lebih khususnya antibakteri. Nanopartikel emas merupakan salah satu agen antibakteri yang dianggap ampuh dalam menunjukkan efek bakterisidal terhadap mikroorganisme. Salah satu fakta pendukung yaitu pada tahun 2021, Radadi melaporkan aktivitas antibakteri nanopartikel emas menggunakan bioreduktor ekstrak *Glycyrrhiza glabra* L menghasilkan zona hambat > 20 mm pada bakteri

Gram positif dan bakteri Gram negatif.

2 METODOLOGI

Pada penelitian ini dilakukan metode studi literatur. Dilakukan pencarian jurnal pada situs jurnal nasional maupun internasional dalam rentang waktu 10 tahun terakhir (2011-2021) yang telah terakreditasi SINTA dan terindeks SCOPUS. Kata kunci yang digunakan dalam mencari jurnal yaitu: “Sintesis nanopartikel emas”, “Karakterisasi nanopartikel emas”, “Hal-hal yang mempengaruhi karakteristik nanopartikel”, “Green synthesis gold nanoparticle”, “Green synthesis gold nanoparticle from extract”, “synthesis of gold nanoparticle using plant extract”, dan “Antimicrobial gold nanoparticle”. Setelah muncul beberapa jurnal dari kata kunci yang diberikan, didapat 20 jurnal masuk kriteria jurnal yang akan dijadikan sebagai sumber utama studi literatur. Selanjutnya dilakukan pengkajian jurnal meliputi bioreduktor yang digunakan, metode ekstraksinya, metode sintesisnya, bagaimana karakteristiknya dan bagaimana aktivitas antibakterinya.

3 PEMBAHASAN DAN DISKUSI

Pada beberapa penelitian ini diamati penggunaan berbagai macam bioreduktor ekstrak tanaman untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik nanopartikel emas dan aktivitas antibakterinya. Dari beberapa penelitian yang telah dikaji, diketahui bahwa penggunaan berbagai jenis bioreduktor menghasilkan karakteristik nanopartikel emas mulai dari bentuk, ukuran nanopartikel dan SPR serta aktivitas antibakteri yang berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi karena perlakuan berbeda seperti jenis bioreduktor yang digunakan, metode ekstraksi dan sintesis nanopartikel emas, komposisi volume ekstrak dan prekursor, suhu, konsentrasi prekursor dan adanya penambahan zat penstabil.

Pada pengujian aktivitas antibakteri dari nanopartikel emas menggunakan ekstrak tanaman hampir semua pengujian menunjukkan aktivitas antibakterinya. Hal ini menunjukkan bahwa nanopartikel emas memiliki aktivitas antibakteri. Aktivitas antibakteri yang dihasilkan pun beragam, ada yang lebih efektif menghambat bakteri Gram positif, ada yang lebih efektif

menghambat bakteri Gram negatif, ada yang efektif menghambat keduanya dan bahkan ada yang tidak ditemukan zona hambat sama sekali seperti pada penelitian Hafid, dkk (2015) dan Das *et al* (2019). Terkait perbedaan efektifitas antibakteri bisa disebabkan karena perlakuan yang berbeda seperti bioreduktor yang digunakan, metode sintesis nanopartikel emas, ukuran dan bentuk nanopartikel, konsentrasi nanopartikel dan jenis bakteri yang diujikan. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, terlihat bahwa aktivitas antibakteri nanopartikel emas yang dihasilkan berbeda-beda tergantung dari perlakuan yang diberikan seperti bioreduktor yang digunakan, metode sintesis, volume ekstrak dan prekursor yang ditambahkan serta jenis bakteri yang diujikan.

Jenis bioreduktor dan bagian tanaman yang digunakan mempengaruhi karakteristik dan aktivitas antibakteri nanopartikel karena pengaruh perbedaan senyawa yang dikandung. Hal ini berhubungan juga dengan pemilihan metode ekstraksi yang sesuai untuk mengangkat senyawa tersebut. Metode sintesis yang digunakan mempengaruhi karakteristik dan aktivitas antibakteri nanopartikel karena bisa mempengaruhi ukuran nanopartikel yang terbentuk seperti pada penelitian Fatimah, *et al* (2020). Komposisi volume ekstrak dan prekursor mempengaruhi karakteristik dan aktivitas antibakteri nanopartikel dari segi SPR dan jumlah nanopartikel yang dihasilkan. Secara teori semakin banyak volume ekstrak yang ditambah, semakin lebar pita SPR yang dihasilkan. Semakin banyak volume prekursor yang ditambah, semakin banyak logam emas yang tereduksi oleh ekstrak. Semakin banyak nanopartikel yang dihasilkan, semakin besar pula aktivitas antibakteri yang dihasilkan. Pemanasan saat sintesis nanopartikel bisa mempengaruhi karakteristik dan aktivitas antibakteri nanopartikel karena bisa mempercepat pertumbuhan menjadi ukuran nano. Penambahan zat penstabil bisa mempengaruhi karakteristik dan aktivitas antibakteri nanopartikel karena bisa mencegah terjadinya aglomerasi ketika nanopartikel sudah terbentuk. Jenis bakteri yang digunakan mempengaruhi aktivitas antibakteri nanopartikel dari segi kemampuan menembus dinding sel bakteri. Biasanya nanopartikel lebih mudah menembus bakteri Gram negatif dibanding bakteri Gram positif karena bakteri Gram negatif

memiliki peptidoglikan lebih tipis (Zhou *et al.*, 2012). Namun pada beberapa penelitian, dijumpai efektifitas antibakteri nanopartikel lebih besar pada bakteri Gram positif seperti pada penelitian Boomi, *et al* (2020). Hal ini bisa terjadi karena

nanopartikel emas yang dihasilkan dari bioreduktor ekstrak daun *Croton sparsiflorus* memiliki efektifitas antibakteri lebih tinggi pada bakteri Gram positif.

Tabel 1. Ringkasan karakteristik AuNPs dari berbagai bioreduktor dan aktivitas antibakterinya

Bioreduktor	Senyawa pereduksi	Bentuk	d (nm)	SPR (nm)	Aktivitas antibakteri		Referensi
					bakteri	zona hambat (mm)	
Ekstrak bunga <i>Clitoria ternatea</i>	Flavonol, antosianin	TD	Ultrasonik: 10-50 Refluks: 20- 80	550	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ultrasonik: 16 ± 0,5 Refluks 9 + 0,2	Fatimah, <i>et al.</i> , 2020
					<i>Escherichia coli</i>	Ultrasonik: 11 ± 0,5 Refluks: 11 + 0,2	
					<i>Staphylococcus aureus</i>	Ultrasonik: 18 ± 0,5 Refluks 15 ± 0,2	
					<i>Streptococcus pyogenes</i>	Ultrasonik: 18 ± 0,2 Refluks 15 ± 0,2	
Kurkumin dari <i>Curcuma pseudomontana</i>	Kurkumin	Bulat	20	542	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	300 µg/mL: 23 100 µg/mL: 13	Muniyapan <i>et al.</i> , 2021
					<i>Staphylococcus aureus</i>	300 µg/mL: 25 100 µg/mL: 11	
					<i>Bacillus subtilis</i>	300 µg/mL: 26 100 µg/mL: 11	
					<i>Escherichia coli</i>	300 µg/mL: 28 100 µg/mL: 12	
Ekstrak daun <i>Malva verticillata</i>	Asam galat, kuersetin	Bulat	10	540	<i>Aeromonas hydrophila</i>	-	Ismail <i>et al.</i> , 2020
					<i>Aeromonas salmonicida</i>	-	
Ekstrak <i>Sargassum plagiophyllum</i>	Tanin	TD	50-90	532	<i>Escherichia coli</i> <i>Salmonella typhi</i>	Pengamatan dengan mikroskop epifluoresen dan atomik: bakteri mati	Dhas <i>et al.</i> , 2020
Ekstrak daun <i>Petroselinum crispum</i>	Flavonoid, fenolat	(a)bulat	AuNPs (a) 17 AuNPs (b) 20-40	547; 572; 627; 585	<i>Escherichia coli</i>	(a) 6,4 (b) 4 (c) 3,2 (d) -	El Boradi <i>et al.</i> , 2020
		(b)bulat aglomerasi					
		(c)seperti batang	AuNPs (c) 50 AuNPs (d) 80	<i>Enterobacter ludwigii</i>	(a) - (b) 2 (c) 5 (d) 6,4		
		(d)bulat aglomerasi		<i>Bacillus subtilis</i> <i>Enterococci faecalis</i>	- -		
Ekstrak <i>Glycyrrhiza glabra</i> L	Flavonoid, fenolat	Bulat	2,647-16,25	549	<i>Bacillus subtilis</i>	25 ± 0, 15	Radadi, 2021
					<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Salmonella typhi</i>	26 ± 0,29 29 ± 0,35 25 ± 0,17 26 ± 0,15	

Ekstrak daun <i>Alternanthera bettzickiana</i>	Fenol, flavonoid, tanin, antosianin	Bulat	80-120	530	<i>Bacillus subtilis</i>	16 ± 0,23	Nagalingam <i>et al.</i> , 2018
					<i>Staphylococcus aureus</i>	19 ± 0,33	
					<i>Salmonella typhi</i>	16 ± 0,88	
					<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	16 ± 0,44	
					<i>Micrococcus luteus</i>	14 ± 0,58	
					<i>Enterobacter aerogenes</i>	22 ± 0,44	
Ekstrak air daun <i>Cressa cretica</i>	Flavonoid, polifenolat	Segienam, segilima, bulat, batang	15-22	539	<i>Streptococcus pyogenes</i>	12	Balasubramani an <i>et al.</i> , 2019
					<i>Staphylococcus aureus</i>	8	
					<i>Escherichia coli</i>	10	
					<i>Klebsiella pneumoniae</i>	7	
Ekstrak air kulit buah <i>Solanum melongena L</i>	Antosianin	Bulat	29	550 jadi 558	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	7	Das <i>et al.</i> , 2019
					<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	-	
Ekstrak kulit kayu <i>Pterocarpus santalinus L</i>	Alkaloid, saponin, terpenoid, steroid, glikosida, fenol, flavonoid, tanin, antosianin	Bulat	13-26	545	<i>Staphylococcus aureus</i>	7	Keshavamurty <i>et al.</i> , 2017
					<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10	
Ekstrak daun <i>Ziziphus zizypus</i>	Fenolat, flavonoid, asam askorbat, sterol, triterpen, alkaloid, glukosa	Bulat	30-50	527-535	<i>Escherichia coli</i>	0,5	Aljabali <i>et al.</i> , 2018
					<i>Candida albicans</i>	0,3	
Ekstrak daun <i>Vitex negundo</i>	Alkaloid, asam ursolat, asam benzoat, nishindine	Bulat	20-70	540	<i>Salmonella typhimurium</i>	23,7 ± 0,6	Veena <i>et al.</i> , 2019
					<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	22 ± 1	
					<i>Bacillus subtilis</i>	20 ± 0	
					<i>Staphylococcus aureus</i>	19,7 ± 0,6	
					<i>Escherichia coli</i>	17,7 ± 0,6	
					<i>Streptococcus pyogenes</i>	17,3 ± 1,2	
Ekstrak daun <i>Bauhinia purpurea</i>	Glikosida, saponin, fenolat, tanin, flavonoid	Segitiga, segienam, bulat	TD	560	<i>Staphylococcus aureus</i>	8	Vijayan <i>et al.</i> , 2019
					<i>Bacillus subtilis</i>	10	
					<i>Escherichia coli</i>	12	
					<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	11	
Ekstrak <i>Pistacia atlanta</i>	Flavonoid, fenolat	Bulat	40-50	530	<i>Escherichia coli</i>	21	Hamelian <i>et al.</i> , 2018
					<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	23	
					<i>Staphylococcus aureus</i>	20	
					<i>Bacillus subtilis</i>	20	
					<i>Escherichia coli</i>	26	
Ekstrak daun <i>Croton sparsiflorus</i>	Flavonoid, fenolat	Bulat	17	532	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	30	Boomi <i>et al.</i> , 2020
					<i>Escherichia coli</i>	26	
Ekstrak daun <i>Tragopon dubius</i>	Flavonoid, fenolat	TD	30	560	<i>Klebsiella pnumoniae</i>	13,86 ± 0,2	Ghaleshoukht eh <i>et al.</i> , 2018
					<i>Escherichia coli</i>	12,53 ± 0,3	
					<i>Staphylococcus aureus</i>	26,47 ± 0,4	
					<i>Bacillus cereus</i>	25,21 ± 0,2	

Ekstrak daun <i>Peganum harmala</i> L	Polifenol, alkohol	Bulat	Isotropik: 43,44 Anisotropik: 52,04	530; 578	<i>Escherichia coli</i>	200 µg/mL: 25 150 µg/mL: 16	Moustafa <i>et al.</i> , 2019
					<i>Staphylococcus aureus</i>	200 µg/mL: 30 150 µg/mL: 12	
Ekstrak bunga <i>Musa acuminata-colla</i>	Alkaloid, steroid, glikosida, polifenol, karotenoid	Bulat	10,1-15,6	540	<i>Enterococcus faecalis</i>	11	Valsalam <i>et al.</i> , 2019
					<i>Staphylococcus aureus</i>	-	
					<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10	
					<i>Salmonella typhi</i>	9	
					<i>Echerichia coli</i>	7	
					<i>Proteus mirabilis</i>	8	
					<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9	
Ekstrak daun <i>Clerodendrum inerme</i>	Flavonoid, fenolat	Bulat	5,82	534	<i>Bacillus subtilis</i>	14	Khan <i>et al.</i> , 2020
					<i>Staphylococcus aureus</i>	13	
					<i>Klebsiella pneumoniae</i>	19	
					<i>Escherichia coli</i>	16	
Fraksi etil asetat daun <i>Terminalia catappa</i>	Flavonoid, triterpenoid, alkaloid, tanin, triterpenoid	Bentuk kristal: kubik	17,13	Konsentrasi 0,5 mM: 540 Konsentrasi 1 mM: 587	<i>Staphylococcus aureus</i>	-	Hafid, dkk., 2015
					<i>Escherichia coli</i>		
					<i>Bacillus subtilis</i>		

keterangan: = tidak dihasilkan zona hambat
TD = tidak ada data

Dari penelitian-penelitian tersebut, diketahui aktivitas antibakteri yang paling optimal diperoleh pada penelitian Radadi (2021) karena dihasilkan zona hambat terbesar. Hal ini bisa terjadi karena penelitian tersebut menghasilkan bentuk bulat dengan ukuran nanopartikel emas terkecil dengan kisaran 2,647-16,25 nm. Hal ini sejalan dengan Rahmawati, dkk (2020) yang menyatakan semakin kecil ukuran nanopartikel yang dihasilkan, maka akan semakin besar aktivitas antibakteri yang dihasilkan. Selain itu, dengan melihat terdapatnya zona hambat pada semua bakteri yang diujikan baik itu bakteri Gram positif maupun negatif ditambah metode ekstraksi yang sederhana, penggunaan bioreduktor ekstrak *Glycyrrhiza glabra* L dengan metode sintesis mencampurkan 10-3 M HAuCl₄.3H₂O dengan ekstrak efektif dalam menghasilkan aktivitas antibakteri yang optimal.

Dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa besarnya hubungan antara iklan Le Minerale dengan kesadaran merek adalah 0.784. Hubungan ini termasuk kategori kuat/tinggi menurut tabel kriteria Guilford. Hasil pengujian dengan statistik didapat nilai t_{hitung} (3.558) > t_{tabel} (1.984). Hal tersebut mengindikasikan penolakan H_0 yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif antara iklan Le Minerale dengan kesadaran merek.

Artinya semakin tinggi iklan Le Minerale, semakin tinggi pula kesadaran merek. Koefisiensi determinasi yang didapat dari hasil perhitungan adalah 61.47%. Hal ini memberikan pengertian bahwa kesadaran merek dipengaruhi oleh variabel iklan Le Minerale sebesar 61.47%, sedangkan sisanya, 38.53%, merupakan kontribusi variabel lain selain iklan Le Minerale.

Iklan Le Minerale dalam penelitian ini meliputi *attention* (perhatian), *interest* (minat), *desire* (hasrat), *decision* (keputusan), dan *action* (tindakan). Sedangkan kesadaran merek meliputi bahwa *brand unaware*, *brand recognition*, *brand recall*, dan *top of mind*.

Hasil dari penelitian terlihat bahwa setelah responden menyaksikan iklan Le Minerale, semakin adanya kesadaran terhadap merek Le Minerale. Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa terdapat hubungan antara iklan Le Minerale dengan kesadaran merek. Dari hasil wawancara dengan beberapa responden, iklan Le Minerale memiliki cukup daya tarik sehingga responden cepat mengingat produk air mineral ini. Proses mengingat hasil dari melihat iklan Le Minerale mendorong beberapa responden untuk mencoba bahkan membeli produk ini.

Konsumen akan lebih memilih suatu produk yang lebih dikenalnya atau diketahuinya, dibandingkan dengan membeli suatu produk yang

belum pernah dikenalnya sama sekali. Untuk menimbulkan kesadaran merek pada konsumen dibutuhkan suatu stimulus atau hal-hal yang dapat merangsang munculnya kesadaran merek tersebut. Melalui iklan tersebut dan terciptanya pembeda tersebut dapat memunculkan untuk melakukan keputusan pembelian dikarenakan konsumen merasa tertarik dengan promosi yang dilakukan perusahaan.

4 KESIMPULAN

Dari studi literatur yang telah dilakukan, terlihat bahwa aktivitas antibakteri nanopartikel emas yang dihasilkan berbeda-beda setiap pengujiannya. Hal ini bisa terjadi karena perbedaan perlakuan bioreduktor yang dipilih, metode sintesis, volume ekstrak dan prekursor yang ditambahkan. Dari penelitian-penelitian tersebut, diketahui aktivitas antibakteri yang paling optimal diperoleh pada penelitian Radadi (2021) yang menggunakan bioreduktor ekstrak *Glycyrrhiza glabra* L dengan metode sintesis mencampurkan 10^{-3} M $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dengan ekstrak lalu dihasilkan bentuk nanopartikel bulat dengan ukuran 2,647-16,25 nm karena dihasilkan zona hambat terbesar.

ACKNOWLEDGE

Penulis berterimakasih kepada pembimbing yaitu Ibu Apt. Anggi Arumsari, M.Si selaku pembimbing utama dan Ibu Apt. Hilda Aprilia Wisnuwardhani, M.Si selaku pembimbing serta karena telah membimbing dan membantu penulis dalam menyusun artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Aljabali, A. A. A., Akkam, Y., Al Zoubi, M. S., Al Batayneh, K. M., Al Trad, B. A., Alrob., O. A., Alkilany, A. M., Benamara, M., Evans, D. J. (2018). Synthesis of Gold Nanoparticles Using Leaf Extract of *Ziziphus zizyphus* and their Antimicrobial Activity. *Nanomaterials*. No. 8, hal 174.

Aprilia, T. S. 2018. Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Emas Ekstrak Daun Singkong Karet (*Manihot glazovii*) dengan Proses Biosintesis HighEnergy.

Babayi, H., Kolo, I., Okogun, J.I., Ijah, and U.J.J.

(2004). The antimicrobial Activities of Methanolic Extract of *Eucalyptus camaldulensis* and *Terminalia catappa* Against some Pathogenic Microorganisms. *An Int. J. Niger. Soc. Exp. Bio.*, No. 16, Vol 2, hal 106-111.

- Balalakshmi, C., Gopinan, K., Govindarajan, M., Lokesh, R., Arumugam, A., Kadaikunna, S., Khaled, JM., Benelli, G. 2017. Green Synthesis of Gold Nanoparticles using a Cheap *Sphaeranthus indicus* Extract: Impact on Plant Cells and The Aquatic Crustacean *Artemia nauplii*. *Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology*. S1011-1344(17)30731-5.
- Balasubramanian, S., Kala, S. M. J., Pushparaj, T. L., Kumar, P. V. (2019). Biofabrication of Gold Nanoparticles Using *Cressa cretica* Leaf Extract and Evaluation of Catalytic and Antibacterial Efficacy. *Nano Biomed*, Vol. 11, Iss. 1.
- Boomi, P., Poorani, G. P., Selvam, S., Palanisamy, S., Jegatheeswaran, S., Anand K., Balakumar, C., Premkumar, K., Prabu, H., G. (2019). Green biosynthesis of gold nanoparticles using *Croton sparsiflorus* leaves extract and evaluation of UV protection, antibacterial and anticancer applications. *John Wiley & Sons, Ltd*.
- Das, R. K., Bhuyan, D. (2019). Microwave mediated green synthesis of gold and silver nanoparticles from fruit peel aqueous extract of *Solanum melongena* L. and study of antimicrobial property of silver nanoparticles. *Nanotechnology for Environmental Engineering*. No. 4, Vol. 5.
- Dhas, T. S., Sowmiya, P., Kumar, V. G., Ravi, M., Suthindhiran, K., Borgio, J. F., Narendrakumar, G., Kumar, V. R., Karthick, V., Kumar, C. M. V. (2020). Antimicrobial effect of *Sargassum plagiophyllum* mediated gold nanoparticles on *Escherichia coli* and *Salmonella typhi*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. No. 26.
- El Borady, O. M., Ayat, M. S., Shabrawy, M. A., Miller, P. (2020). Green synthesis of gold nanoparticles using Parsley leaves extract and their applications as an alternative catalytic, antioxidant, anticancer, and antibacterial agents. *Advanced Powder*

- Technology.
- Fatimah, I., Hidayat, H., Nugroho, B. I., Husein, S. (2020). Ultrasound-assisted biosynthesis of silver and gold nanoparticles using *Clitoria ternatea* flower. *South African Journal of Chemical Engineering*. No. 34, hal 97-106.
- Fazrin, E. I., Naviardianti, A. I., Wyantuti, S., Gaffar, S., Hartati, Y. W. (2020). Review: Sintesis Dan Karakterisasi Nanopartikel Emas (AuNP) Serta Konjugasi AuNP Dengan DNA Dalam Aplikasi Biosensor Elektrokimia, *Jotnal of Science Education, Universitas Pandjajaran, Sumedang*, Vol. 4, No. 2, hal. 21-39.
- Ghalehsoukhteh, S. L., Jalaei, J., Fazeli, M., Memarian, P., Shekarforoush, S. (2018). Evaluation of 'green' synthesis and biological activity of gold nanoparticles using *Tragopogon dubius* leaf extract as an antibacterial agent. *IET Nanobiotechnol*. Vol. 12, hal 1118-1124.
- Hafid, S., Zakir, M., Dali, S. (2015). Pemanfaatan Fraksi Etil Asetat Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*) Sebagai Bioreduktor Dalam Sintesis Nanopartikel Emas dan Analisa Sifat Antibakterinya. *Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makasar*.
- Hamelian, M., Hemmati, S., Varmira, K., Veisi, H. (2018). Green synthesis, antibacterial, antioxidant and cytotoxic effect of gold nanoparticles using *Pistacia Atlantica* extract. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. No. 14, Vol. 18.
- Ismail, S. K., Khan, M. A., Haque, A., Ghosh, S., Roy, D., Homechuanhuri, S., Alam, M. A. (2020). Synthesis of gold and silver nanoparticles using *Malva verticillata* leaves extract: Study of gold nanoparticles catalysed reduction of nitro-Schiff bases and antibacterial activities of silver nanoparticles. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*. No. 3.
- Khan, S. A., Shadid, S., Lee, C. S. (2020). Green Synthesis of Gold and Silver Nanoparticles Using Leaf Extract of *Clerodendrum inerme*; Characterization, Antibacterial, and Antioxidant Activities. *Biomolecules*. Vol 10, hal 835.
- Keshavamurthy, M., Srinath, B. S., Rai, V. R. (2017). Phytochemicals Mediated Green Synthesis of Gold Nanoparticles Using *Pterocarpus Santalinus L.* (Red Sanders) Bark Extract and Their Antimicrobial Properties. *Particulate Science and Technology*. No. 23, Vol. 15.
- Muniyappan, N., Pandeewaran, M., Amalraj, A. (2021). Green synthesis of gold nanoparticles using *Curcuma pseudomontana* isolated curcumin: Its characterization, antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory activities. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*. No. 3, hal 117-124.
- Moustafa, N. E., Alomari, A. A. (2019). Green synthesis and bactericidal activities of isotropic and anisotropic spherical gold nanoparticles produced using *Peganum harmala L* leaf and seed extracts. *Biotechnology and Applied Biochemistry*.
- Nagalingam, M., Kalpana, V. N., Rajeswari, D., Panneerselvam, A. (2018). Biosynthesis, characterization, and evaluation of bioactivities of leaf extract-mediated biocompatible gold nanoparticles from *Alternanthera bettzickiana*. *Biotechnology Reports*. No. 19.
- Radadi, N. (2021). Facile one-step green synthesis of gold nanoparticles (AuNp) using licorice root extract: Antimicrobial and anticancer study against HepG2 cell line. *Arabian Journal Chemistry*. No. 14.
- Rahmawati, N. H., Islam, A. I., Kurniawati, R. (2020). Smart Biosensor Berbasis Emas-Nanopartikel Sebagai Teknologi Mutakhir Deteksi Penyakit Triple Burden Disease. *Journal of the Indonesia Scientific Society (JISS)*, Vol. I, No. 1.
- Valsalaman, S., Agastian, P., Esmail, G. A., Ghilan, A. K. M., Al Dhab, N. A., Arasu, M. V. (2019). Biosynthesis of silver and gold nanoparticles using *Musa acuminata* colla flower and its pharmaceutical activity against bacteria and anticancer efficacy. *Photochemistry and Photobiology*.
- Veena, S., Devasana, T., Sathak, S. S. M., Yavasve, M., Vishal, L. A. (2019). Green Synthesis of Gold Nanoparticles from *Vitex negundo* Leaf Extract: Characterization and In Vitro Evaluation of Antioxidant– Antibacterial Activity. *Journal of Cluster Science*.

- Vijayan, R., Joseph, S., Mathew, B. (2018). Anticancer, antimicrobial, antioxidant, and catalytic activities of green-synthesized silver and gold nanoparticles using *Bauhinia purpurea* leaf extract. *Bioprocess and Biosystems Engineering*. No. 42, hal 305-319.
- Zhou, Y., Y. Kong, S. Kundu, et al. (2012). Antibacterial activities of gold and silver nanoparticles against *Escherichia coli* and *Bacillus CalmetteGuérin*. *J Nanobiotechnology*, 10: 19.
- Nuraeni Anisa Dwi, Lukmayani Yani, Kodir Reza Abdul. (2021). *Uji Aktivitas Antibakteri Propionibacterium acnes Ekstrak Etanol dan Fraksi Daun Karuk (Piper sarmetosum Roxb. Ex. Hunter) serta Analisis KLT Bioautografi*. *Jurnal Riset Farmasi*, 1(1), 9-15.