

Kajian Pustaka Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Tanaman sebagai Bioreduktor dan Aplikasinya

Dwina Syafira Arzi, Hilda Aprilia Wisnuwardhani, Rusnadi

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Bandung, Indonesia

email: dwina.syafiraarzi@yahoo.co.id, hilda.aprilia@gmail.com, rusnadi@chem.itb.ac.id

ABSTRACT: Silver nanoparticles have many advantages on their chemical, physical, and biological properties. Chemical reduction is generally used for silver nanoparticles (AgNP) synthesis, but there are concerns about the use of these chemicals because of their toxicity, dangerously for the environment, and ineffective because they can cause economic losses on an industrial scale. Therefore, this study reports the development of a method called green chemistry or plant-based biology approach as a bioreduktor for AgNP synthesis. The characteristics such as shape, size, stability, and activity of AgNP are very dependent on the reducing agent content, the concentration of the precursors, reaction time, temperature, and the stabilizers. Morphological characteristics and size of AgNP can be identified through UV-Vis spectroscopy, SEM, TEM, XRD, FTIR, and PSA. Silver nanoparticles with high stability can be developed into a product with uses as antimicrobial agents, antioxidants, optical sensor detectors, and catalysts.

Keywords: green chemistry, silver nanoparticles, bioreduktor

ABSTRAK: Nanopartikel perak (AgNP) mempunyai keunggulan pada sifat kimia, fisika, dan biologinya. Penggunaan bahan kimia biasanya banyak dimanfaatkan dalam sintesis nanopartikel perak (AgNP), akan tetapi penggunaan bahan kimia ini dikhawatirkan beracun, berbahaya bagi lingkungan, serta kurang efektif karena dapat menyebabkan kerugian dari segi ekonomi apalagi pada skala industri. Oleh karena itu, kajian ini melaporkan adanya pengembangan suatu metode yang dinamakan *green chemistry* atau pendekatan biologi berbasis kandungan tumbuhan sebagai bioreduktor untuk sintesis AgNP. Bentuk, ukuran, stabilitas, dan aktivitas AgNP sangat bergantung pada kandungan zat pereduksi, konsentrasi prekursor, waktu dan suhu, serta stabilisator. Karakteristik morfologi dan ukuran AgNP dapat diketahui melalui analisis dengan spektroskopi UV-Vis, SEM, TEM, XRD, FTIR, dan PSA. Nanopartikel perak dengan kestabilan yang cukup tinggi dapat dikembangkan menjadi suatu produk dengan kegunaan sebagai zat antimikroba, antioksidan, detektor sensor optik, dan katalis.

Kata kunci: sintesis hijau, nanopartikel perak, bioreduktor

1 PENDAHULUAN

Nanoteknologi ialah suatu bidang ilmu yang fokus pada partikel dengan ukuran skala nanometer yang semakin banyak dikembangkan oleh para ilmuwan. Nanoteknologi digunakan pada berbagai bidang, salah satunya ilmu farmasi (Emeka, *et al.*, 2014). Nanopartikel logam, seperti perak, besi, emas, logam oksida, dan seng memiliki peluang besar dalam aplikasi biomedis. Penggunaan bahan kimia banyak dimanfaatkan untuk sintesis nanopartikel logam, namun terdapat kekhawatiran terhadap penggunaan bahan kimia ini karena merupakan bahan yang beracun, berbahaya bagi lingkungan, serta tidak efektif karena dapat menyebabkan kerugian dari segi

ekonomi pada skala industri.

Oleh karena itu, dilakukan pengembangan metode yang dinamakan *green chemistry* atau pendekatan biologi berbasis kandungan tumbuhan sebagai bioreduktor untuk sintesis nanopartikel, dimana metode ini dapat menghasilkan nanopartikel dengan morfologi dan stabilitas yang lebih baik (Purnamasari, 2015).

Stabilitas nanopartikel memegang peranan penting apalagi jika nanopartikel tersebut diaplikasikan menjadi sebuah produk (Ariyanta, 2014). Nanopartikel perak (AgNP) banyak diaplikasikan terhadap alat kesehatan dan produk rumah tangga karena mempunyai potensi sebagai antibakteri (Purnamasari, 2015).

Menurut tinjauan literatur, terdapat beberapa

penelitian yang melaporkan sintesis nanopartikel perak dapat dilakukan menggunakan tanaman seperti *Myristica fragrans* (Sasidharan, *et al.*, 2019), *Nauclea latifolia* (Odeniyi, *et al.*, 2019), *Ananas comosus* (Emeka, *et al.*, 2013), *Parkia speciosa* (Ravichandran, *et al.*, 2018), *Gymnema sylvestris* (Gomathi, *et al.*, 2019), dan *Limonia acidissima* Groff. (Wisnuwardhani, *et al.*, 2019b).

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, penulis tertarik untuk melakukan kajian pustaka sintesis nanopartikel perak (AgNP) menggunakan ekstrak tanaman sebagai bioreduktor dan aplikasi penggunaan AgNP dalam bidang farmasi.

Review ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi mengenai biosintesis nanopartikel perak menggunakan bioreduktor dari ekstrak tanaman.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman terhadap penggunaan ekstrak tanaman sebagai agen pereduksi alami untuk sintesis nanopartikel perak (AgNP), serta dapat menambah pengetahuan mengenai aplikasi penggunaan AgNP.

2 LANDASAN TEORI

Nanopartikel didefinisikan sebagai partikulat yang terdispersi atau partikel padat dengan ukuran partikel 1-100 nm (Abdassah, 2017). Nanopartikel memiliki banyak kegunaan antara lain sebagai zat pelapis permukaan, katalis, detektor, dan antibakteri (Ristian, 2013). Perak (Ag) umumnya digunakan karena memiliki sifat toksisitas yang rendah serta stabilitas yang sangat baik terhadap panas dan cahaya (Dwistika, 2018). Nanopartikel perak memiliki kenampakan *Surface Plasmon Resonance* (SPR) dalam respon optis yang ditandai dengan puncak serapan pada panjang gelombang 400-500 nm yang dapat diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Maryani, 2017).

Secara garis besar, sintesis nanopartikel dapat dilakukan melalui 3 metode, yaitu metode fisika (*top-down*), kimia (*bottom-up*), dan pendekatan biologi (*green chemistry*). Pendekatan biologi merupakan solusi alternatif dari metode yang lain karena aman, hemat biaya, dan ramah lingkungan (Purnomo, 2017).

Beberapa jenis tumbuhan yang memiliki kandungan senyawa fenolat atau polifenolat yang dapat berupa golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kumarin, tokoferol, dan asam-asam polifungsional dapat berperan sebagai agen

pereduksi (Fatihin, 2016).

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan yaitu studi pustaka dengan cara menganalisis beberapa jurnal nasional terakreditasi SINTA dan jurnal internasional terindeks SCOPUS yang berkaitan tentang sintesis nanopartikel perak. Penelusuran jurnal nasional terakreditasi SINTA dilakukan dengan memasukkan kata kunci “sintesis nanopartikel perak” pada mesin pencari *google scholar*, sedangkan untuk penelusuran jurnal internasional terindeks SCOPUS dilakukan dengan cara memasukkan kata kunci “*silver nanoparticles*” pada laman *science direct*. Kemudian isi dari jurnal-jurnal terpilih dipahami, dianalisis, dan dikorelasikan dengan judul penelitian ini yaitu “Kajian Pustaka Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Tanaman Sebagai Bioreduktor dan Aplikasinya”.

3 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Nanopartikel

Nanopartikel dapat diklasifikasikan sebagai liposom, nanopartikel logam, nanopartikel polimer, dan nanopartikel terikat albumin. Beberapa kelebihan nanopartikel adalah kemampuan untuk menembus ruang-ruang antar sel yang dapat ditembus oleh partikel koloidal. Selain itu, nanopartikel fleksibel untuk dikombinasikan dengan berbagai teknologi lain. Kemampuan ini membuka potensi luas untuk dikembangkan pada berbagai keperluan dan target (Abdassah, 2017).

Metode Sintesis Nanopartikel

Nanopartikel dapat disintesis melalui tiga metode yaitu kimia, fisika, dan pendekatan biologi. Metode kimia merupakan salah satu cara mudah untuk mensintesis AgNP dalam larutan, biasanya menggunakan pelarut air maupun pelarut organik (Guzman, 2008). Keuntungan menggunakan metode ini adalah nanopartikel yang dihasilkan akan lebih seragam dan presisi. Namun, dampak dari metode ini ialah menghasilkan sejumlah residu yang beracun (Strambeanu, 2015).

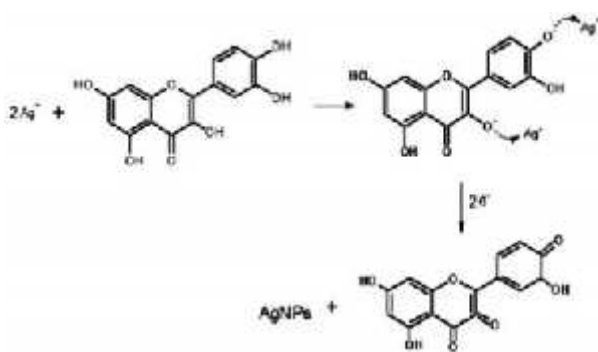
Metode fisika merupakan suatu metode pembuatan nanopartikel dengan cara memecah padatan logam menjadi partikel-partikel kecil berukuran nanometer (Purnomo, 2017). Metode

ini biasanya menggunakan laser atau litografi untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan. Keuntungan metode ini adalah kemampuan laser yang dapat membentuk permukaan nanopartikel dengan sangat presisi dan jelas. Kelemahannya adalah biaya produksi yang sangat mahal dan tidak dapat digunakan untuk produksi dengan skala besar (Strambeanu, 2015).

Baru-baru ini, pendekatan biologi untuk mensintesis nanopartikel sedang dipertimbangkan. Keuntungan menggunakan metode ini ialah ramah lingkungan, mudah dilakukan, tidak perlu menggunakan tekanan, energi, dan suhu yang tinggi, serta mudah ditingkatkan untuk sintesis skala besar (Ahmed, 2015). Dalam pendekatan biologi, zat pereduksi dan stabilisator diganti menggunakan molekul yang diperoleh dari organisme hidup seperti tanaman, bakteri, jamur, ragi, dan ganggang. Sintesis menggunakan jamur yang dimediasi, bakteri, dan organisme lain sulit dilakukan karena melibatkan isolasi dan pertumbuhan strain yang memerlukan beberapa langkah rumit serta harus menjaga kestabilan media kultur. Sebagai alternatif, ekstrak tumbuhan mulai dimanfaatkan dalam sintesis nanopartikel karena mudah diekstraksi dan ketersediaannya yang melimpah (Syafiuddin, 2017).

Mekanisme Pembentukan AgNP Menggunakan Ekstrak Tanaman

Ekstrak tanaman dapat bekerja sebagai zat pereduksi alami (bioreduktor) untuk mensintesis nanopartikel perak dan memberikan solusi alternatif yang ramah lingkungan, murah, dan mudah. Nanopartikel perak dibuat dengan cara mereduksi ion Ag^+ menjadi Ag^0 (Fabiani, 2019). Proses ini terjadi karena adanya transfer elektron dari zat pereduksi menuju ion perak. Mekanisme reaksi reduksi senyawa fenolik terhadap senyawa perak dapat diamati pada gambar berikut.



Gambar IV.1 Mekanisme reaksi pembentukan AgNP dari ekstrak tanaman (Fabiani, 2019)

Biosintesis dan Karakterisasi AgNP Menggunakan Ekstrak Tanaman

Tidak semua jenis tanaman dapat digunakan untuk sintesis nanopartikel perak. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi morfologi dan karakteristik nanopartikel perak menggunakan ekstrak tanaman, seperti zat pereduksi, konsentrasi prekursor, waktu reaksi, suhu, dan stabilisator (Fathia, 2018). Ekstrak tanaman yang mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, tannin, steroid, fenolik, saponin, dan flavonoid pada dasarnya dapat berperan sebagai zat pereduksi. Senyawa-senyawa tersebut mampu mereduksi ion perak menjadi atom perak dan membentuk nanopartikel perak (Rahmayani, dkk, 2018).

Beberapa peneliti telah menggunakan beberapa tanaman yang diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder seperti fenolik dan flavonoid untuk sintesis nanopartikel perak. Lestari, dkk (2019) menggunakan ekstrak buah andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) sebagai zat pereduksi alami untuk sintesis AgNP. Selain itu, Sasidharan, et al. (2019) juga melaporkan ekstrak buah pala (*Mysristica fragrans*) dapat digunakan sebagai agen pereduksi alami untuk sintesis AgNP. Emeka, et al. (2013) juga menggunakan bioreduktor dari ekstrak tanaman yaitu daun nanas (*Ananas comosus*) untuk sintesis AgNP. Wisnuwardhani, et al. (2019b) juga melakukan sintesis AgNP dari ekstrak tanaman yaitu daun kawista (*Limonia Acidissima* Groff.) yang juga berperan sebagai bioreduktor. Fatimah, dkk (2016) menggunakan ekstrak daun putri malu (*Mimosa Pudica*) sebagai zat pereduksi alami untuk sintesis AgNP. Semua penelitian tersebut menghasilkan warna koloid perak yang sama yaitu merah kecoklatan.

Sementara itu, menurut Ravichandran, et al. (2018) yang menggunakan ekstrak daun petai (*Parkia speciosa*); Wendri, dkk (2017) yang menggunakan ekstrak daun sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness); Rahmayani, dkk (2018) menggunakan ekstrak daun alpukat (*Percea americana*); Tamarasi dan Meena (2019) menggunakan ekstrak bunga kancing (*Gomphrena globosa*); dan Renuka, et al. (2019) menggunakan ekstrak buah malaka (*Phyllanthus*

emblica) sebagai zat pereduksi alami untuk sintesis nanopartikel perak menghasilkan koloid

perak berwarna coklat hingga coklat kehitaman.

Tabel IV.1 Ringkasan Ekstrak tanaman yang digunakan untuk sintesis AgNP

Ekstrak Tanaman	Prekursor	Senyawa Pereduksi	Warna Koloid	Ukuran Partikel (nm)	Struktur/Bentuk	Referensi
Buah <i>Zanthoxylum aranthopodium</i> DC.	AgNO ₃	Polifenol	Kuning kecoklatan-merah kecoklatan	9,04	Tidak disarankan	Lestari dkk, 2015
Buah <i>Murraya fragrans</i>	AgNO ₃	Terpenoid, flavonoid, fenol, tannin, gula pereduksi	Merah kecoklatan	31,31	Bola, heksagonal, segitiga, batang	Sasidharan, et al., 2020
Buah <i>Nerium indicum</i>	AgNO ₃	Tannin, saponin, alkaloid, fenol, steroid, flavonoid, antrakonon	Coklat (ekstrak air) dan kuning kecoklatan (ekstrak metanol)	10	Tidak beraturan	Odenyt, et al., 2019
Daun <i>Zingiber officinale</i> Linn. var. <i>rubrum</i>	AgNO ₃	Flavonoid, fenolik, terpenoid, keton, aldehid	Kuning-coklat kehitaman	Tidak disarankan	Tidak disarankan	Haryani dkk, 2016
Daun <i>Conocarpus erectus</i>	AgNO ₃	Fenolik, tannin, alkaloid	Tidak disarankan	< 20	Bola	Oda, 2017
Daun <i>Parkia speciosa</i>	AgNO ₃	Fenolik	Coklat	Antara 22-45	Bulat	Favithandran et al., 2019
Daun <i>Ananas comosus</i>	AgNO ₃	Terpenoid, keton, aldehid	Merah kecoklatan	12,4	Bulat beragam	Emeka et al., 2013
Daun <i>Andropogon paniculata</i> Nees	AgNO ₃	Flavonoid, fenol, tannin	Coklat	Antara 10-30	Bulat	Rahmayani dkk, 2019
Buah <i>Phyllanthus emblica</i>	AgNO ₃	Alkaloid, fenol, tannin, flavonoid, terpenoid	Coklat kehitaman	Antara 19-45	Bulat sempurna	Fenika et al., 2020
Daun <i>Limonia acidissima</i> Groff.	AgNO ₃	Asam askorbat, polifenol, flavonoid	Merah kecoklatan	130,4	Batang dan elips	Wanuwadhani, et al., 2019
Daun <i>Mimosa pudica</i>	AgNO ₃	Flavonoid, alkaloid, tannin	Merah kecoklatan	antara 20-50	Tidak disarankan	Fathrah dkk, 2016
Daun <i>Persea americana</i>	AgNO ₃	Alkaloid, tannin, steroid, fenolik, saponin, flavonoid	Coklat	46	Tidak bulat dan saling menyatu	Rahmayani dkk, 2019
Daun <i>Phaleria macrocarpa</i> (Scheff.) Boerl	AgNO ₃	Flavonoid, polifenol, saponin, alkaloid	Tidak disarankan	130,3	Bulat	Lestari dkk, 2019
Bunga <i>Gomphrena globosa</i>	AgNO ₃	Flavonoid, terpenoid, fenolik	Coklat	22,16	Bulat, segitiga, heksagonal	Tamaraani dan Meena, 2019
Biji <i>Gnetum gnetum</i> L.	CuSO ₄	Flavonoid dan polifenol	Coklat	53,7	Tidak disarankan	Wanuwadhani, et al., 2019
Kulit buah <i>Ananas comosus</i>	Cpa-Fe ²⁺ /H ₂ O ₂	Flavonoid, alkaloid, tannin	Tidak disarankan	5,7	Bulat	Rosales, et al., 2017
Daun <i>Gymnema sylvestre</i>	AgNO ₃	Alkaloid, flavonoid, saponin, fenol	Coklat	Antara 20-30	Bulat	Gomathi, et al., 2019
Biji <i>Terminalia bellerica</i>	AgNO ₃	Fenolik, alkaloid, terpenoid, tannin	Coklat	29,6	Bulat	Sherin, et al., 2019
Empelir batang <i>Arenga microcarpha</i>	AgNO ₃	Flavonoid dan terpenoid	Kuning kecoklatan-merah kecoklatan	10,59-50,07	Bulat	Tapa, dkk, 2016
Umbi <i>Arizoma flavum</i>	AgNO ₃	Polifenol	Coklat	Antara 5-8	Bulat	Rahman, et al., 2018

Semakin pekat warna yang dihasilkan menunjukkan semakin banyak senyawa organik yang teroksidasi dan semakin banyak pula ion Ag⁺

yang mengalami reduksi menjadi Ag⁰, sehingga semakin meningkat pula konsentrasi nanopartikel perak yang dihasilkan (Haryani, dkk, 2016).

Penggunaan rasio yang tepat antara konsentrasi prekursor dan zat reduktor dalam sintesis AgNP sangat berpengaruh terhadap karakteristik AgNP.

Lestari, dkk (2019) melaporkan sintesis AgNP ekstrak buah andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) yang dilakukan dengan menggunakan dua macam konsentrasi prekursor AgNO₃ yaitu 1x10⁻³ M dan 5x10⁻⁴ M menunjukkan hasil yang berbeda. Berdasarkan hasil pengamatannya, perubahan warna yang terjadi pada sampel A yang menggunakan AgNO₃ 5x10⁻⁴ M cukup lambat dibandingkan dengan sampel B yang menggunakan AgNO₃ 1x10⁻³ M. Hal tersebut disebabkan karena konsentrasi AgNO₃ pada sampel A sangat kecil sehingga reaksi berjalan sangat lambat. Analisis menggunakan spektroskopi UV-Vis dapat dilakukan sebagai konfirmasi adanya pembentukan AgNP dan untuk mengetahui kestabilan AgNP yang terbentuk berdasarkan absorbansi dan panjang gelombang maksimum.

Gomathi, et al. (2019) menggunakan prekursor AgNO₃ dengan konsentrasi 0,1 mM untuk sintesis AgNP dari ekstrak daun *Gymnema sylvestre* menunjukkan puncak serapan maksimumnya berada pada panjang gelombang 442 nm. Sasidharan, et al. (2019) juga menggunakan AgNO₃ sebagai prekursor untuk sintesis AgNP dari ekstrak buah pala (*Myristica fragrans*), untuk konsentrasi AgNO₃ 0,1 M didapatkan puncak serapan maksimumnya pada panjang gelombang 360 nm. Haryani, dkk (2016) melakukan biosintesis nanopartikel perak ekstrak daun jahe merah (*Zingiber officinale* Linn. var. rubrum) menggunakan larutan AgNO₃ 10⁻³ M sebagai prekursor, berdasarkan hasil analisis spektroskopi UV-Vis ditunjukkan panjang gelombang maksimumnya ialah 417 nm.

Tamiliarasi dan Meena (2019) mempelajari bahwa AgNP dapat disintesis dengan menggunakan bioreduktor ekstrak daun *Gomphrena globosa* dan prekursor AgNO₃ 2 mM yang menghasilkan ukuran partikel rata-rata 22,16 nm pada analisis XRD. Hasil karakterisasi dengan SEM dan HR-TEM menunjukkan gambar dengan berbagai bentuk nanopartikel perak seperti bola-segitiga, heksagonal, dan segitiga. Selanjutnya Tapa dkk (2016) juga melakukan analisis karakteristik AgNP dari ekstrak *Arenga microcarpha* dan menggunakan prekursor AgNO₃

10⁻³ M lalu dianalisis dengan TEM didapatkan hasil yang menunjukkan diameter nanopartikel perak dan membuktikan bahwa partikel perak yang dihasilkan memiliki ukuran dalam skala nano dengan ukuran terkecil yang terukur adalah 10,59 nm dan yang terbesar mencapai 50,07 nm. Ukuran rata-rata kristal yang terdeteksi menggunakan XRD adalah 30 nm. Rahman et al. (2018) melaporkan bahwa AgNP berbentuk bulat dapat disintesis menggunakan bioreduktor umbi *Arisaema flavum* dan prekursor AgNO₃ dengan konsentrasi 3 mM. Karakteristik AgNP yang terbentuk dianalisis dengan spektroskopi UV-Vis, XRD, TEM, dan FTIR, diperoleh partikel nano dengan ukuran 5-8 nm dan dapat terdistribusi dengan baik. Semakin besar nilai absorbansi suatu nanopartikel perak, maka panjang gelombangnya semakin kecil. Hal ini menunjukkan ukuran partikel AgNP yang terbentuk juga semakin kecil (Taba dkk, 2019).

Waktu reaksi sangat berpengaruh terhadap nanopartikel perak yang dihasilkan. Penentuan waktu kontak dan perbandingan volume optimum sintesis AgNP dilihat dari nilai absorbansi yang dihasilkan pada rentang panjang gelombang 400 - 500 nm. Absorbansi berhubungan dengan jumlah nanopartikel yang terbentuk. Jika dikaitkan dengan konsentrasi reduktor, semakin tinggi konsentrasi reduktor mengakibatkan proses reduksi nanopartikel perak jadi semakin lama (Oda, 2017).

Sasidharan, et al. (2019) melakukan sintesis AgNP, ketika ekstrak buah *Myristica fragrans* dicampur dengan larutan perak nitrat pada suhu kamar atau suhu sekitar dalam kondisi gelap, itu tidak menghasilkan warna karakteristik nanopartikel perak bahkan setelah 24 jam. Kishore dan Rao (2018) melakukan sintesis AgNP dari ekstrak akar *Ampelocissus latifolia* pada suhu ruang selama 4 jam, kemudian AgNP yang terbentuk analisis menggunakan TEM dengan bantuan sonikasi selama 5 menit dan didapatkan ukuran partikel nano sekitar 10-70 nm. Lestari, dkk (2019) melakukan sintesis nanopartikel perak dengan membandingkan variasi suhu pada 25°C, 40°C dan 60°C. Pada sampel dengan pemanasan pada suhu 60°C dihasilkan AgNP dengan ukuran paling kecil yaitu 9,04 nm. Proses sintesis nanopartikel perak dengan memvariasikan temperatur dapat menghasilkan ukuran nanopartikel yang berbeda-beda. Semakin tinggi

suhu reaksi maka ukuran partikel perak yang dihasilkan semakin kecil (Lestari, dkk, 2019).

Begitu juga dengan Tapa, dkk (2016), pada penelitiannya mengamati pengaruh waktu terhadap sintesis AgNP, digunakan suhu pemanasan 40, 80, dan 100°C. Berdasarkan hasil penelitiannya, koloid AgNP yang terbentuk menunjukkan warna yang berbeda, mulai dari kuning pucat, kuning keruh hingga kuning kecoklatan berdasarkan lama penyimpanan. Jadi dapat disimpulkan bahwa jumlah nanopartikel perak yang terbentuk bertambah seiring dengan bertambahnya waktu sintesis.

Stabilitas nanopartikel perak (AgNP) memegang peranan penting terutama saat AgNP tersebut akan dikarakterisasi dan diaplikasikan menjadi suatu produk (Yani, dkk, 2014). Tamilarasi dan Meena (2019) melakukan studi menggunakan spektroskopi FTIR dan mengkonfirmasi bahwa ekstrak daun *Gomphrena globosa* memiliki peran ganda yaitu sebagai bioreduktor dan stabilisator dalam sintesis nanopartikel perak. Menurut Pawliszak, *et al.* (2018) pada penelitiannya, sintesis AgNP menggunakan ekstrak *Rhodiola rosea* sebagai bioreduktor dan NaBH₄ sebagai stabilisator. Konsentrasi stabilisator yang lebih tinggi bertindak secara merugikan menyebabkan penurunan intensitas kurva penyerapan, yang membuktikan generasi nanopartikel dalam jumlah yang lebih kecil.

Review Aplikasi Penggunaan Nanopartikel Perak

Nanopartikel perak (AgNP) mempunyai banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Nanopartikel perak memiliki sifat yang stabil dan berperan dalam berbagai bidang antara lain sebagai antimikroba, katalis, antioksidan, dan detektor sensor optik. Beberapa penelitian terkait aplikasi penggunaan AgNP sebagai katalis telah dilakukan oleh Sherin *et al.* (2019) menggunakan AgNP dari ekstrak biji *Terminalia bellerica*; Rahman *et al.* (2018) menggunakan AgNP dari ekstrak umbi *Arisaema flavum*; Sasidharan *et al.* (2019) menggunakan AgNP dari ekstrak buah *Myristica fragrans*.

Akan tetapi, sebagian besar pemanfaatan nanopartikel perak adalah sebagai agen antimikroba. Diketahui koloid perak memiliki sifat bakterisida yang tinggi. Perak terhubung dengan struktur protein sehingga dapat mencegah

ikatan dengan DNA bakteri untuk menghambat replikasi (Purnamasari, 2015).

Bakteri Gram-positif yang sering digunakan untuk pengujian aktivitas antibakteri nanopartikel perak ialah *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, dan *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida* merupakan contoh bakteri Gram-positif. Sasidharan *et al.* (2019) melakukan pengujian aktivitas antibakteri AgNP ekstrak buah *Myristica fragrans*, diperoleh zona penghambatan maksimum *S. aureus* dan *B. subtilis* berturut-turut yaitu 7 mm dan 8 mm. Kishore and Rao (2018) juga melakukan pengujian aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* pada konsentrasi AgNP ekstrak akar *Ampelocissus latifolia* diperoleh zona hambat maksimumnya sebesar 12,64 mm. Emeka *et al.* (2013) melaporkan AgNP ekstrak daun *Ananas comosus* mempunyai potensi sebagai antibakteri karena menunjukkan zona penghambatan maksimum terhadap *S. aureus* sebesar 15 mm. Rahman *et al.* (2018) melaporkan AgNP ekstrak umbi *Arisaema flavum* mampu memberikan zona hambat maksimum terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* 16 mm dan terhadap *P. Putida* 23 mm. Oda (2017) melakukan uji aktivitas antibakteri AgNP ekstrak daun *Conocarpus erectus* terhadap bakteri Gram-positif (*Staphylococcus aureus*) menghasilkan zona hambat maksimum sebesar 19 mm. Sama halnya dengan Vijayakumar *et al.* (2019), melakukan uji potensi antibakteri AgNP ekstrak *Garlic clove* terhadap *S. aureus* yang menghasilkan zona hambat sebesar 9,5 mm.

Sementara itu, bakteri Gram-negatif yang biasanya digunakan dalam pengujian aktivitas antibakteri nanopartikel perak ialah *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Staphylococcus typhi*. Sasidharan *et al.* (2019) melaporkan aktivitas antibakteri AgNP ekstrak buah *Myristica fragrans* menghasilkan zona hambat maksimum terhadap *P. aeruginosa* 15 mm dan terhadap *E. coli* 12 mm. Kishore dan Rao (2018) melakukan pengujian aktivitas antibakteri AgNP ekstrak akar *Ampelocissus latifolia* terhadap *S. typhi* diperoleh zona hambat maksimumnya sebesar 13,51 mm. Emeka *et al.* (2013) melaporkan AgNP ekstrak daun *Ananas comosus* mempunyai potensi sebagai antibakteri terhadap *E. coli* karena menunjukkan zona penghambatan maksimum sebesar 20 mm. Begitu juga dengan Rahman *et al.* (2018) melaporkan AgNP ekstrak umbi *Arisaema flavum* mampu

memberikan zona hambat maksimum terhadap pertumbuhan bakteri *E. coli* sebesar 16 mm (ekstrak air) dan 20 mm (ekstrak metanol). Oda (2017) juga melakukan uji aktivitas antibakteri terhadap *E. coli* menghasilkan zona hambat maksimum 24 mm. Sama halnya dengan Vijayakumar *et al.* (2019), melakukan uji potensi antibakteri AgNP ekstrak *Garlic clove* terhadap *P. aeruginosa* yang menghasilkan zona hambat 11,8 mm. Dengan menggunakan konsentrasi yang sama, dapat ditunjukkan bahwa zona hambat maksimum yang dihasilkan oleh bakteri gram-negatif selalu lebih besar dibandingkan bakteri gram-positif. Hal ini disebabkan karena bakteri Gram-positif memiliki lapisan tipis peptidoglikan dan protein beta barrel yang disebut porin. Maka dari itu, potensi aktivitas antibakteri AgNP terhadap bakteri gram-negatif lebih tinggi dibandingkan bakteri gram-positif (Jannah, 2019).

Tabel IV.2 Aplikasi AgNP sebagai katalis

Ekstrak Tanaman	Agen Pereduksi	Referensi
<i>Terminalia bellerica</i>	Ekstrak biji	Sherin <i>et al.</i> , 2019
<i>Artocarpus flavum</i>	Ekstrak umbi	Rahman <i>et al.</i> , 2019
<i>Myrtila fragrans</i>	Ekstrak buah	Saidharan <i>et al.</i> , 2019

Tabel IV.3 Aplikasi AgNP sebagai antimikroba terhadap bakteri Gram-negatif

Ekstrak Tanaman	Agen Pereduksi	Bakteri	Zona Hambat (mm)	Referensi
<i>Myrtila fragrans</i>	Ekstrak buah	<i>Staphylococcus aureus</i>	7	Saidharan <i>et al.</i> , 2019
<i>Myrtila fragrans</i>	Ekstrak buah	<i>Sacchara zoffra</i>	8	Saidharan <i>et al.</i> , 2019
<i>Angelica latifolia</i>	Ekstrak akar	<i>Staphylococcus aureus</i>	12,54	Kahoon and Rao, 2018
<i>Artemis comosa</i>	Ekstrak daun	<i>Staphylococcus aureus</i>	15	Emeka <i>et al.</i> , 2018
<i>Artocarpus flavum</i>	Ekstrak umbi	<i>Staphylococcus aureus</i>	16	Rahman <i>et al.</i> , 2018
<i>Artocarpus flavum</i>	Ekstrak umbi	<i>Staphylococcus aureus</i>	23	Rahman <i>et al.</i> , 2018
<i>Conocarpus erectus</i>	Ekstrak daun	<i>Staphylococcus aureus</i>	19	Oda, 2017
<i>Garlic clove</i>	Ekstrak (tang)	<i>Staphylococcus aureus</i>	9,55	Vijayakumar <i>et al.</i> , 2019

Tabel IV.4 Aplikasi AgNP sebagai antimikroba terhadap bakteri Gram-positif

Ekstrak Tanaman	Agen Pereduksi	Bakteri	Zona Hambat (mm)	Referensi
<i>Myrtila fragrans</i>	Ekstrak buah	<i>Escherichia coli</i>	12	Saidharan <i>et al.</i> , 2019
<i>Myrtila fragrans</i>	Ekstrak buah	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15	Saidharan <i>et al.</i> , 2019
<i>Angelica latifolia</i>	Ekstrak akar	<i>Staphylococcus typhi</i>	18,51	Kahoon and Rao, 2018
<i>Artemis comosa</i>	Ekstrak daun	<i>Escherichia coli</i>	20	Emeka <i>et al.</i> , 2018
<i>Artocarpus flavum</i>	Ekstrak umbi	<i>Escherichia coli</i>	16 (air) dan 20 (metanol)	Rahman <i>et al.</i> , 2018
<i>Conocarpus erectus</i>	Ekstrak daun	<i>Escherichia coli</i>	24	Oda, 2017
<i>Garlic clove</i>	Ekstrak (tang)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	11,8	Vijayakumar <i>et al.</i> , 2019

4 KESIMPULAN

Studi ini telah mengkaji sintesis dan karakterisasi nanopartikel perak (AgNP) yang menggunakan ekstrak tanaman sebagai bioreduktor. Berbagai ekstrak tanaman dilaporkan berpotensi sebagai bioreduktor dalam sintesis AgNP. Bentuk, ukuran, stabilitas, dan aktivitas AgNP sangat bergantung pada kandungan zat pereduksi, konsentrasi prekursor, waktu reaksi, suhu, dan stabilisator. Karakteristik AgNP dapat diketahui melalui analisis spektroskopi UV-Vis, SEM, TEM, XRD, FTIR, dan PSA. Stabilitas AgNP memegang peranan yang sangat penting terutama ketika AgNP tersebut dikarakterisasi dan diaplikasikan menjadi sebuah produk. Nanopartikel perak dengan kestabilan yang cukup tinggi dapat diaplikasikan sebagai zat antimikroba, katalis, antioksidan, dan detektor sensor optik.

SARAN

Berdasarkan kajian pustaka yang telah dilakukan tentang sintesis AgNP menggunakan ekstrak tanaman, penulis memberikan saran untuk dapat melakukan penelitian terkait sintesis dan karakterisasi nanopartikel perak menggunakan ekstrak tanaman sebagai bioreduktor.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdassah, M. (2017). Nanopartikel Dengan Gelasi Ionik, *Farmaka* Vol.15, No.1.
- Ahmed, S., M. Ahmad, B.L. Swami, S. Ikram. (2014). A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: A green expertise, *Journal of Advanced Research: October*.
- Ariyanta, H.A. (2014). *Preparasi nanopartikel*

perak dengan metode reduksi dan aplikasinya sebagai antibakteri penyebab luka infeksi, MKMI, Maret.

- Dwistika, R. (2018). *Karakteristik Nanopartikel Perak Hasil Produksi Dengan Teknik Elektrolisis Berdasarkan Uji Spektrofotometer UV-Vis Dan Particle Size Analyzer (PSA)* [Skripsi], Program Studi Fisika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Emeka, E.E., Oseghale Charles O., Chuku Aleruchi, Labulo A.H., Owoseni M.C., Mfon Rebeccac, Enock O.D., Adesuji E.T., (2013). Evaluation of Antibacterial Activities of Silver Nanoparticles Green-Synthesized Using Pineapple Leaf (*Ananas comosus*). JMIC, September.
- Fatihin, S. (2016). *Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Aquades Buah Jambu Biji Merah (Psidium Guajava L.) Dan Irradiasi Microwave* [Skripsi], Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Guzman, M.G., Jean., and Stephan G. (2008). Synthesis of silver nanoparticles by chemical reduction method and their antibacterial activity, *International Journal of Chemical and Biomolecular Engineering*, Vol 2, hal. 3.
- Haryani, Y., G.F. Kartika, Yuharmen, E.M. Putri, D.T. Alchalis, Y. Melanie. (2016). *Pemanfaatan Ekstrak Air Rimpang Jahe Merah (Zingiber Officinale Linn. Var. Rubrum) Pada Biosintesis Sederhana Nanopartikel Perak*, *Chimica et Natura Acta*: Vol. 4 No. 3, Desember, 151-155.
- Jannah, Aimmatul. (2019). *Formulasi dan Karakteristik Fisikokimia serta Aktivitas Antibakteri Sintesis Nanopartikel Perak (Ag-NP) dan Gel Nanopartikel Perak (Ag-NP) terhadap Staphylococcus aureus*. [Skripsi], Jurusan Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Kishore, M. dan Y. Hanumantha Rao. (2018). Green synthesis and characterization of silver nanoparticle from ampelocissus latifolia root extract, *Materials Today: Proceedings* 5, 26271–26279.
- Lestari, G.A.D., I.E. Suprihatinb, J. Sibaranib. (2019). *Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Menggunakan Ekstrak Air Buah Andaliman (Zanthoxylum acanthopodium DC.) dan Aplikasinya pada Fotodegradasi Indigosol Blue*, *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*: 22 (5), Juni, 200-205.
- Odeniyi, M.A., V.C. Okumah, B.C. Adebayo-Tayo, O.A. Odeniyi. (2019). Green synthesis and cream formulations of silver nanoparticles of *Nauclea latifolia* (African peach) fruit extracts and evaluation of antimicrobial and antioxidant activities, *Sustainable Chemistry and Pharmacy*: September, 100197.
- Ekstrak Daun Sirih (Piper betle linn.) menggunakan Irradiasi Microwave* [Skripsi], Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Rahman, A.U., A.U. Khana, Q. Yuana, Y. Weia, et al. (2018). Tuber extract of *Arisaema flavum* eco-benignly and effectively synthesize silver nanoparticles: Photocatalytic and antibacterial response against multidrug resistant engineered *E. coli* QH4, *Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology* 193, 31–38.
- Ravichandran, V., S. Vasanthi, S. Shalini, S.A.A. Shah, M. Tripathy, Neeraj Paliwala. (2018). Green synthesis, characterization, antibacterial, antioxidant and photocatalytic activity of *Parkia speciosa* leaves extract mediated silver nanoparticles, *Results in Physics*: 102565.
- Ristian, I. (2013). *Kajian Pengaruh Konsentrasi Perak Nitrat (AgNO₃) terhadap Ukuran Nanopartikel Perak* [Skripsi], Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Sasidharan, D., T.R. Namitha, Smera P. Johnson, Vimala Jose, Paulson Mathew. (2019). Synthesis of silver and copper oxide nanoparticles using *Myristica fragrans* fruit extract: Antimicrobial and catalytic applications, *Sustainable Chemistry and Pharmacy*: October, 100255.
- Strambeanu, N., Demetrovici, L., & Dragos, D. (2015). Natural Sources of Nanoparticles. In *Nanoparticles' Promises and Risks*,

Springer International Publishing.

- Tamilarasi, P. dan P. Meena. (2019). Green synthesis of silver nanoparticles (Ag NPs) using *Gomphrena globosa* (Globe amaranth) leaf extract and their characterization, *Materials Today: Proceedings*.
- Wisnuwardhani, H.A., A. Roosma, Y. Lukmayani, A. Arumsari, Sukanta. (2019a). *Optimasi Kondisi Sintesis Nanopartikel Tembaga Menggunakan Ekstrak Biji Melinjo* (*Gnetum gnemon L.*), *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*: Oktober, 4(2), 353-360.
- Wisnuwardhani, H.A., Y. Lukmayani, S. Hazar, and H. Hoeruniswah. (2019b). Optimization of Silver Nanoparticles Synthesis using *Kawista* (*Limonia Acidissima Groff.*) leaves ethanol extract, *Journal of Physics: Conference Series* 1375, 012077.