

JURNAL BIOLOGI UDAYANA

P-ISSN: 1410-5292 E-ISSN: 2599-2856

Volume 27 | Nomor 1 | Juni 2023

DOI: <https://doi.org/10.24843/JBIOUNUD.2023.v27.i01.p04>

Sintesis nanopartikel perak dengan *Punica granatum* L. dan uji aktivitasnya pada *Staphylococcus aureus* dan *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA)

Synthesis of silver nanoparticles with *Punica granatum* L. and their activity test of *Staphylococcus aureus* and *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA)

Adhie Massardi*, Sandy Samsul Bahry, Dio Muhammad Fajri, Della Safitri, Merita Septyana Dewi, Elyn Tegar Monica, Lilis Nur Fatimah, Findi Indah Lestari, Syah Kalis, Ratna Setyaningsih

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami No.36, Ketingan, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia – 57126

*Email: adhiemassardi_01@student.uns.ac.id

Diterima
22 Oktober 2022

Disetujui
1 Maret 2023

INTISARI

Nanopartikel perak memiliki potensi dijadikan sebagai antibakteri. Koloid perak diketahui memiliki sifat antibakteri dan kemampuan antibakteri perak dapat membunuh semua mikroorganisme patogenik. Sementara, kulit buah delima memiliki kandungan senyawa flavonoid, saponin, dan tanin yang dapat menghambat pertumbuhan suatu bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk karakterisasi nanopartikel perak yang disintesis dari ekstrak kulit buah delima merah (*Punica granatum* L.) dan menguji aktivitas antibakterinya terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). Ekstraksi simplisia kulit buah delima menggunakan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) dengan pelarut berupa aquades. Sintesis nanopartikel perak dilakukan pada suhu ruang tanpa pengadukan. Karakterisasi nanopartikel perak dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis dan *Particle Size Analyzer* (PSA). Uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi cakram kertas yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu kontrol positif (erythromycin dan negatif, ekstrak kulit buah delima, serta nanopartikel perak dengan ekstrak kulit buah delima (AgNPs-PG). Hasil penelitian diperoleh nanopartikel perak berukuran 123,1 nm dengan puncak absorbansi sebesar 0,567 pada panjang gelombang 436 nm. Nanopartikel perak yang disintesis dengan ekstrak kulit buah delima memiliki aktivitas antibakteri yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak kulit buah delima. AgNPs-PG memiliki aktivitas antibakteri pada *S. aureus* dan *MRSA*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dan bermanfaat dalam pengembangan obat antibakteri.

Kata kunci: AgNPs, *Punica granatum*, antibakteri, *Staphylococcus aureus*, *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus*

ABSTRACT

Pomegranate peel has the potential to be employed as a reducing agent in the production of antibacterial compounds using silver nanoparticles. The goal of this study was to characterize silver nanoparticles made from red pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extract and test their antibacterial efficacy against *Staphylococcus aureus* and *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) bacteria. Making red pomegranate peel extract with aquades as a solvent using the *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) method. The production of silver nanoparticles was carried out at room temperature without stirring. UV-Vis spectrophotometry and a Particle Size Analyzer were used to characterize silver nanoparticles (PSA). The antibacterial activity test was conducted using a paper disc diffusion method that included four treatments: positive and negative controls, pomegranate peel extract, and silver nanoparticles with pomegranate peel extract (AgNPs-PG). The investigation yielded silver nanoparticles with a diameter of 123,1 nm.

Silver nanoparticles produced with pomegranate peel extract demonstrated antibacterial activity comparable to antibiotics and higher than pomegranate peel extract. AgNPs-PG has antibacterial activity on *S. aureus* and MRSA. The findings of this study are expected to aid in the development of antibacterial medications.

Keywords: AgNPs, Punica granatum, antibakteri, Staphylococcus aureus, Methicillin Resistant Staphylococcus aureus

PENDAHULUAN

Infeksi bakteri menjadi ancaman global bagi kesehatan manusia terutama di Indonesia. Salah satu jenis bakteri yang menginfeksi tubuh manusia adalah *Staphylococcus aureus*. Infeksi *S. aureus* ditandai dengan kerusakan jaringan pada infeksi ringan maupun berat. Bakteri *S. aureus* dapat menimbulkan infeksi nosokomial pada bayi, infeksi bekas operasi caesar, pasien dengan luka bakar, dan infeksi pada organ reproduksi perempuan. Berbagai penyakit yang disebabkan oleh bakteri *S. aureus* dilakukan dengan pemberian antibiotik. Namun, pada saat ini kasus resistensi bakteri di Indonesia semakin meningkat. Menurut data Komite Pengendalian Resistensi Antimikroba (KPRA), di tahun 2019 terjadi peningkatan bakteri resisten dari 40% menjadi 60%. Bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) telah resisten terhadap berbagai jenis antibiotik β -laktam termasuk penicillin dan turunannya methicillin. Infeksi MRSA dapat menyebabkan infeksi nosokomial dan infeksi sporadik (Erlin et al., 2020). Hal ini menyebabkan angka kematian akibat infeksi serius oleh MRSA menjadi tinggi, sehingga pengembangan alternatif antibiotik terhadap infeksi MRSA perlu dilakukan.

Nanopartikel perak memiliki potensi dijadikan sebagai antibakteri. Berdasarkan penelitian Prasetya et al. (2019), nanopartikel ZnO-Ag pada konsentrasi 70 $\mu\text{g/ml}$ efektif menghambat pertumbuhan MRSA. Proses sintesis nanopartikel dapat dilakukan dengan metode fisika maupun kimia, tetapi dapat berbahaya bagi lingkungan dan biologis (Behravan et al., 2019). Menurut Qais et al. (2019), sintesis nanopartikel perak dapat ditingkatkan melalui pendekatan sintesis biologis. Sintesis nanopartikel perak melalui sistem biologis memiliki keunggulan yaitu laju sintesis yang lebih cepat; nanopartikel yang dihasilkan dari tanaman lebih beragam; serta kandungan senyawa bioaktif pada tanaman dapat berperan dalam bioremediasi, pembentukan dan stabilitas nanopartikel perak (Selim et al., 2020).

Berdasarkan penelitian sebelumnya bagian tanaman kulit buah delima merah mengandung senyawa flavonoid, saponin, dan tanin yang dapat menghambat pertumbuhan *Candida albicans* (Zakiah et al., 2021). Ekstrak kulit buah delima pada konsentrasi 25% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus sanguinis* (Diniasti et al., 2020). Penelitian Rahayuni dan Putra (2019) menunjukkan bahwa minyak biji buah delima memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Propionibacterium acnes* dengan KHM (Konsentrasi Hambat Minimum) sebesar 12,5 mg/mL. Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jyoti (2018), sintesis nanopartikel perak dengan ekstrak kulit buah *Punica granatum* L. (AgNPs-PG) dapat membunuh bakteri *E. coli* pada konsentrasi 20%.

Berdasarkan hal tersebut, kulit buah delima memiliki potensi sebagai biorekduktor dalam pembuatan nanopartikel perak sehingga dapat dijadikan sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk karakterisasi nanopartikel perak (AgNPs) yang disintesis dari ekstrak kulit buah delima merah dan menguji aktivitas antibakterinya terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Methicillin*

Resistant Staphylococcus aureus. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif obat dalam infeksi bakteri resisten maupun tidak resisten.

MATERI DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu dan Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan September – November 2021.

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu kulit buah delima merah (*Punica granatum* L.); *aquadest*; AgNO₃; *aquabidest*; media berupa *Nutrient Agar* (NA); *Nutrient Broth* (NB); *Mueller Hinton Agar* (MHA); bakteri *S. aureus* dan MRSA. Alat yang digunakan yaitu Spektrofotometri UV-Vis; *Biology Safety Cabinet* (BSC); *rotary evaporator*; cawan petri; Larutan standar *McFarland*; Sonikator, mikrotip dan mikropipet.

Metode

Preparasi dan ekstraksi kulit buah delima

Buah delima merah (*Punica granatum* L.) diperoleh di Kelurahan Mojosongo, Kecamatan Jebres, Surakarta dengan titik koordinat - 7.548371974173159, 110.85212243378793. Buah delima sebanyak 2,5 kg tersebut dicuci hingga bersih menggunakan air mengalir. Buah delima dikupas dan dipisahkan dari kulitnya kemudian kulit buah delima dipotong kecil-kecil lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50 °C selama ± 2x24 jam. Setelah kering, kulit buah delima dihaluskan dengan menggunakan grinder hingga berbentuk serbuk bertujuan agar proses ekstraksi lebih optimal. Simplisia kulit buah delima sebanyak 10 gram dilarutkan ke dalam 250 mL akuades dan diekstraksi dengan metode yang dilakukan oleh Dewi et al. (2019) dengan sedikit modifikasi yaitu menggunakan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) selama 20 menit. Hasil ekstraksi kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring kasar. Filtrat diambil sebanyak 5 mL dan ditambahkan akuades hingga 100 mL sehingga menjadi konsentrasi 5% (v/v) yang digunakan sebagai ekstrak uji. Konsentrasi ekstrak yang terlalu rendah dapat mengakibatkan rendemen AgNP yang terbentuk tidak optimal akan tetapi apabila terlalu tinggi dapat berakibat tidak stabilnya bentuk dan ukuran nanopartikel yang dihasilkan (Dwiastuti et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan konsentrasi ekstrak 5% (v/v) kulit buah delima.

Sintesis nanopartikel perak dengan ekstrak kulit buah delima

Ekstrak uji sebanyak 10 mL ditambah 90 mL AgNO₃ 10 mM. Proses sintesis dilakukan pada suhu ruang tanpa pengadukan. Larutan diamati absorbansinya setiap 30 menit dengan spektrofotometri UV-Vis. Selain itu, pengamatan secara visual juga dilakukan untuk mengamati perubahan warna yang terbentuk. Purifikasi larutan nanopartikel perak dilakukan dengan sentrifugasi pada 2800 xg selama 15 menit untuk menghilangkan pengotor. Supernatan yang diperoleh disentrifugasi kembali pada 8100 xg selama 20 menit untuk mengumpulkan nanopartikel. Pelet yang dihasilkan dicuci dengan menggunakan akuabides. Sebanyak 5 gram nanopartikel yang telah diperoleh digunakan untuk karakterisasi nanopartikel.

Karakterisasi AgNPs-PG

Karakterisasi nanopartikel perak dilakukan dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 350-600 nm (Junaidi, 2017). Ukuran partikel diamati dengan metode *Particle Size Analyzer* (PSA) (Putri et al., 2018).

Uji aktivitas antibakteri

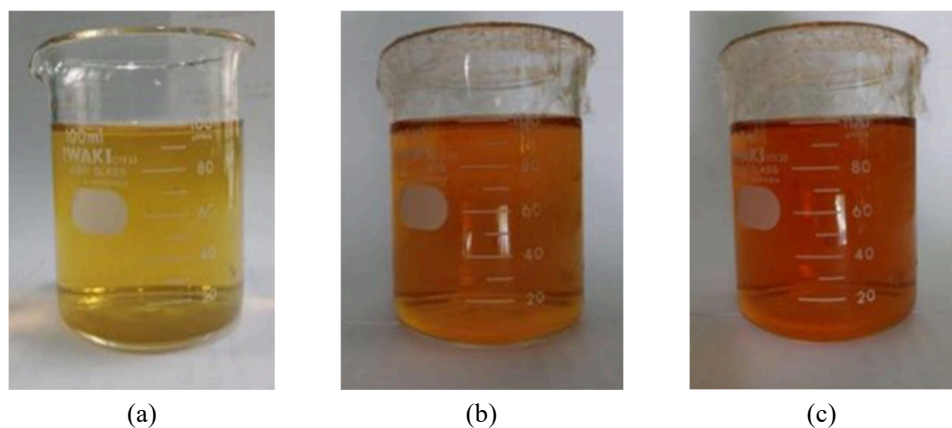
Bakteri yang digunakan dalam penelitian ini adalah *S. aureus* dan MRSA dari golongan bakteri Gram positif yang diperoleh dari Laboratorium FK UNS. Media yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri adalah nutrient agar (Millipore), nutrient broth (Oxoid), dan Mueller Hinton Agar (Himedia). Bakteri yang telah tumbuh pada agar miring diambil sebanyak 1 ose dan ditumbuhkan pada media NB dengan suhu 37 °C selama 24 jam. Suspensi bakteri diencerkan dan dihomogenkan menggunakan *vortex* hingga sesuai dengan larutan standar McFarland 0,5. Hasil pengenceran kemudian disebarkan pada media MHA hingga merata menggunakan kapas steril. Sebanyak 3 buah kertas cakram (5 mm) steril yang dipotong secara manual dicelupkan ke masing-masing sampel uji yaitu ekstrak, AgNPs-PG, dan antibiotik selama 1 menit kemudian secara aseptis diletakkan di atas permukaan medium agar. [24] Media selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Diameter zona hambat yang terbentuk diukur dengan satuan milimeter.

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *One Way ANOVA* dengan nilai signifikansi < 0.05 . Jika hasil analisis terjadi perbedaan maka data dianalisis lebih lanjut menggunakan uji Duncan dengan $\alpha = 0.05$. Data dianalisis dengan menggunakan SPSS (*Statistical Program for Social Sciences*) for Windows Series 16.0.

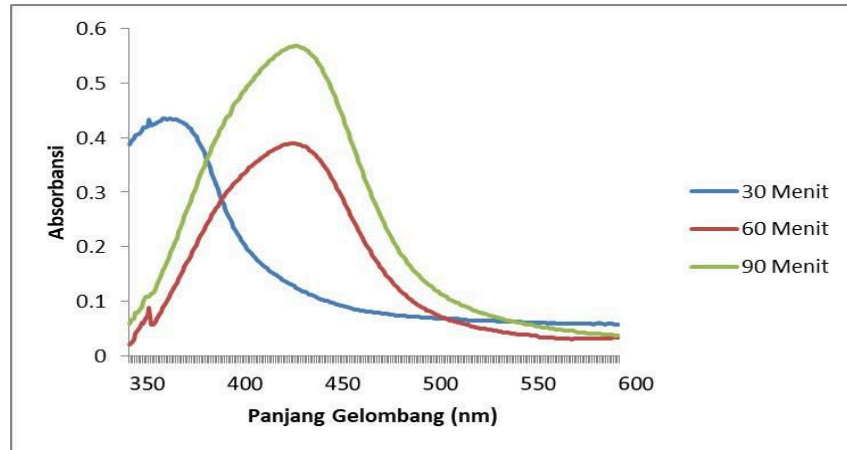
HASIL

Hasil sintesis nanopartikel perak ditunjukkan pada Gambar 1. dimana pada waktu pencampuran selama 30 menit telah terjadi perubahan warna. Kepekatan warna semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu inkubasi yaitu dari bening menjadi kuning jernih hingga berubah menjadi warna coklat jernih dan coklat pekat.



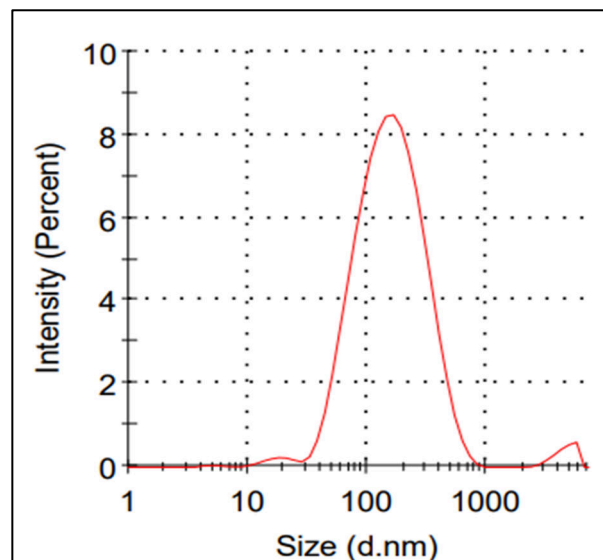
Gambar 1. Perubahan warna larutan seiring dengan pertambahan waktu pada proses sintesis nanopartikel perak dengan 5% (v/v) ekstrak kulit buah delima (a) AgNPs-PG inkubasi 30 menit ; (b) AgNPs-PG inkubasi 60 menit ; dan (c) AgNPs-PG inkubasi 90 menit.

Gambar 2 memperlihatkan hasil karakterisasi AgNPs-PG menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Pada menit-30 diperoleh nilai absorbansi sebesar 0,435 dengan panjang gelombang 367 nm. Sementara, pada menit ke-60 dan 90 secara berturut-turut diperoleh nilai absorbansi sebesar 0,389 dan 0,567 dengan panjang gelombang 435 nm dan 436 nm.



Gambar 2. Nilai absorbansi dan serapan panjang gelombang AgNP-PG

Gambar 3 menunjukkan karakterisasi AgNPs-PG menggunakan metode PSA yang menyatakan bahwa distribusi ukuran nanopartikel perak yang disintesis dengan ekstrak kulit buah delima belum merata, dimana sekitar 10% dari jumlah distribusi ukuran nanopartikel memiliki ukuran 63,6 nm. Namun, secara keseluruhan rata-rata ukuran nanopartikel perak yang dihasilkan berukuran 123,1 nm.



Gambar 3. Distribusi ukuran hasil sintesis nanopartikel perak dengan *Punica granatum*.

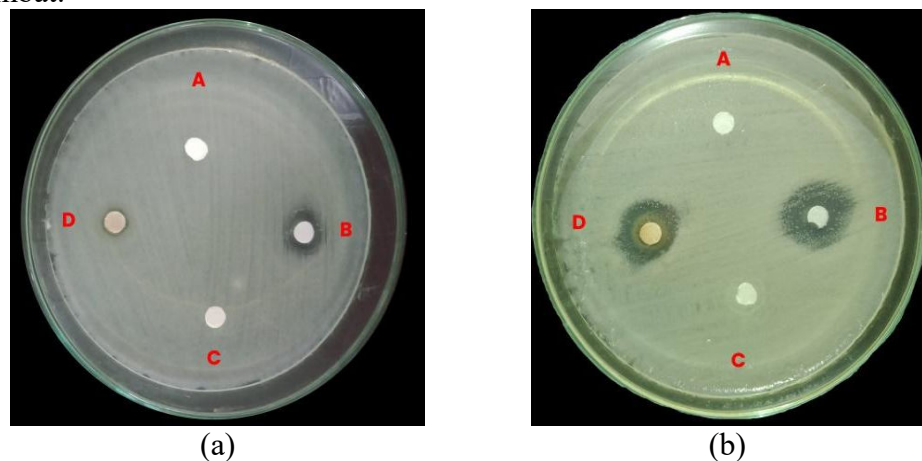
Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil pengujian aktivitas antibakteri AgNPs-PG dapat menghambat pertumbuhan isolat bakteri *Staphylococcus aureus* dan *MRSA*. Menurut Davis & Stout, (1971), jika diameter zona hambat 10 – 20 mm memiliki daya hambat kuat, diameter zona hambat 5 – 10 mm memiliki

daya hambat sedang, sedangkan jika diameter zona hambat <5 mm memiliki daya hambat lemah.

Tabel 1. Hasil uji aktivitas antibakteri

Bakteri	Perlakuan Sampel Uji	Zona Hambat (mm)	Kategori Davis & Stout (1971)
<i>S. aureus</i>	Kontrol positif 0,25% (erythromycin)	7,08	Sedang
	Kontrol negatif (akuades)	0	Lemah
	Ekstrak kulit buah delima 5% (v/v)	0	Lemah
	AgNPs-PG	4,28	Lemah
<i>MRSA</i>	Kontrol Positif 0,25% (supertetra)	16,32	Kuat
	Kontrol negatif (akuades)	0	Lemah
	Ekstrak kulit buah delima 5% (v/v)	0	Lemah
	AgNPs-PG	8,20	Sedang

Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian aktivitas antibakteri diketahui bahwa nanopartikel perak yang disintesis dengan ekstrak kulit buah delima menunjukkan adanya zona hambat pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *MRSA*, sedangkan ekstrak kulit buah delima tidak menunjukkan adanya zona hambat.



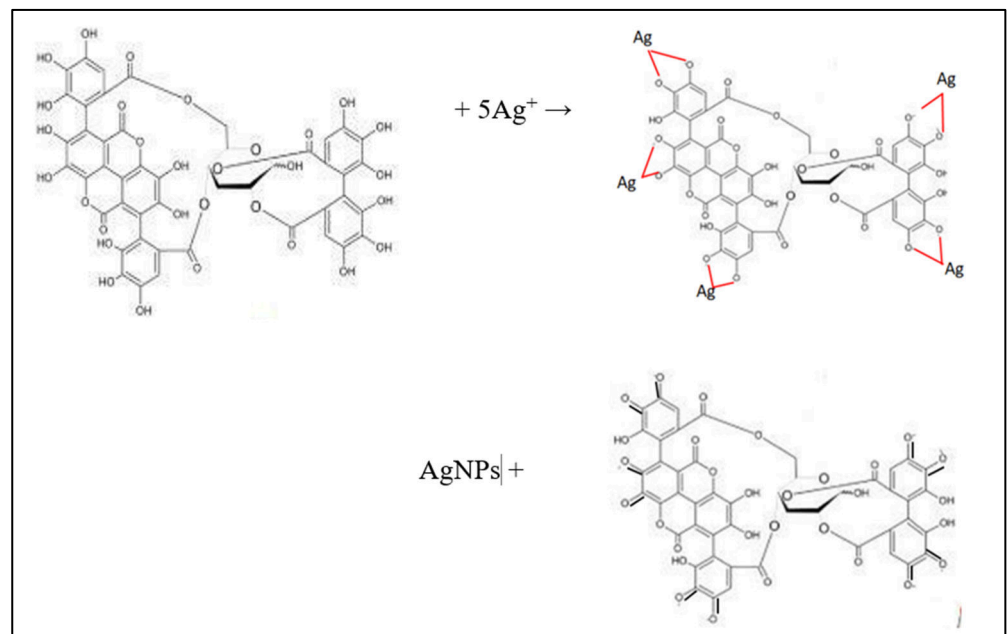
Gambar 4. Zona hambat nanopartikel AgNP-PG pada *S. aureus* (a) dan *MRSA* (b). (Keterangan : A = Akuades; B = Erythromycin (4a), Super tetra (4b); C = Ekstrak kulit buah delima; D = AgNP-PG).

PEMBAHASAN

Hasil sintesis nanopartikel perak menunjukkan bahwa setiap selang waktu 30 menit telah terjadi perubahan warna. Hal tersebut mengindikasikan bahwa proses sintesis AgNP telah berlangsung saat dilakukan penambahan 5% (v/v) ekstrak kulit buah delima dengan 10 mM AgNO₃. Perubahan warna dari kuning hingga kuning kecoklatan menandakan bahwa telah terbentuk AgNPs sehingga dapat diindikasikan bahwa proses sintesis AgNPs telah berhasil. Perubahan warna ini disebabkan oleh reduksi Ag⁺ ke atom Ag⁰ dan pembentukan AgNPs dengan ukuran yang berbeda (Hemmati et al.,2019).

Prinsip kerja senyawa metabolit sekunder pada tanaman dalam membentuk nanopartikel adalah senyawa metabolit sekunder dapat mereduksi Ag⁺ menjadi

nanopartikel Ag yang tidak bermuatan. Dalam hal ini, senyawa metabolit sekunder berperan sebagai reduktor. Kulit buah delima banyak mengandung senyawa metabolit sekunder, salah satunya yaitu punicalagin yang merupakan golongan polifenol. Ekstrak kulit buah delima mentah mengandung 353 mg polifenol/g bahan buah segar, sedangkan buah yang sudah matang mengandung 67,5 mg polifenol/g bahan segar (Russo et al., 2021). Oleh karenanya, punicalagin memiliki peranan yang sangat penting dalam proses sintesis AgNPs. Proses reduksi AgNO_3 oleh senyawa punicalagin melibatkan pembentukan ikatan koordinatif antara O-dihidroksi dalam ekstrak dan ion perak (Ag^+) (Nasri Boroumand et al., 2019). Gugus hidroksil bebas pada punicalagin dapat menyebabkan Ag^+ tereduksi menjadi Ag^0 . Mekanisme reaksi reduksi dari senyawa punicalagin dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Mekanisme reaksi reduksi nanopartikel dari punicalagin

Karakterisasi AgNPs-PG menggunakan spektrofotometri UV-Vis menunjukkan bahwa proses sintesis AgNPs telah terjadi yang ditandai dengan adanya absorbansi pada panjang gelombang 400-500 nm. Namun, pada 30 menit awal inkubasi, AgNPs belum terbentuk yang ditandai dengan puncak absorbansi pada panjang gelombang 367 nm. Menurut Mou et al. (2020), ion Ag memiliki puncak absorbansi dengan panjang gelombang sekitar 320-380 nm sehingga selama 30 menit proses sintesis belum terbentuk nanopartikel perak. Sementara, pada inkubasi selama 60 menit AgNPs telah terbentuk yang ditandai dengan puncak absorbansi pada panjang gelombang 435 nm. Absorbansi semakin meningkat menjadi 0,567 pada masa inkubasi 90 menit dengan serapan panjang gelombang 436 nm. Hal tersebut menunjukkan bahwa jumlah nanopartikel perak yang disintesis semakin meningkat. Adanya pita serapan pada panjang gelombang 400-500 nm menunjukkan bahwa ion Ag telah tereduksi menjadi partikel Ag (Mou et al., 2020).

Berdasarkan penelitian Patel et al. (2020), AgNPs yang disintesis dengan menggunakan ekstrak *Gunnera prepena* memiliki karakteristik dengan puncak absorbansi berkisar 421-425 nm diperoleh nanopartikel yang berukuran sekitar 13-24 nm. AgNPs dengan ukuran 10-100 nm menunjukkan efek antimikroba yang kuat terhadap bakteri Gram-positif dan negatif (Loo et al., 2018). Ukuran

partikel yang kecil memungkinkan AgNPs untuk menempel pada dinding sel dan menembus ke dalam sel bakteri sehingga dapat mengganggu aktivitas bakteri (Loo et al., 2018).

Sementara karakterisasi AgNPs-PG menggunakan metode PSA menunjukkan bahwa distribusi ukuran nanopartikel perak yang disintesis dengan ekstrak kulit buah delima belum merata, dimana sekitar 10% dari jumlah distribusi ukuran nanopartikel memiliki ukuran 63,6 nm. Namun secara keseluruhan rata-rata ukuran nanopartikel perak yang dihasilkan berukuran 123,1 nm. Hal ini dapat disebabkan karena telah terjadi agregasi nanopartikel perak karena pengaruh lamanya masa inkubasi.

Nanopartikel perak yang terbentuk selanjutnya diuji terhadap bakteri *S. aureus* dan *MRSA*. Hasil pengujian aktivitas antibakteri AgNPs-PG menunjukkan adanya penghambatan pertumbuhan bakteri seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan pengujian aktivitas antibakteri diketahui bahwa nanopartikel perak yang disintesis dengan ekstrak kulit buah delima memiliki daya hambat yang lemah pada bakteri *S. aureus* karena memiliki zona hambat yaitu 4,275 mm sedangkan pada *MRSA*, AgNPs-PG memiliki daya hambat yang sedang karena membentuk zona hambat 8,2 mm. Sementara ekstrak kulit buah delima tidak menunjukkan adanya zona hambat. Hal tersebut menunjukkan penggunaan nanopartikel perak yang disintesis dengan ekstrak kulit buah delima lebih efektif dibandingkan hanya menggunakan ekstrak saja dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *MRSA*.

Hasil uji aktivitas antibakteri nanopartikel AgNPs-PG menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah delima dapat dijadikan sebagai reduktor dalam sintesis nanopartikel perak. Ekstrak dalam konsentrasi 5% (v/v) tidak dapat menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *MRSA*, sedangkan ekstrak yang telah direaksikan dengan AgNO_3 dapat menghambat bakteri *S. aureus* dan *MRSA*. Hasil zona hambat AgNPs yang terbentuk pada bakteri *MRSA* dan *S. aureus* menunjukkan hasil lebih rendah dibandingkan dengan kontrol positif yang digunakan. Hasil daya hambat yang sedang tersebut dapat diakibatkan ukuran AgNP yang dihasilkan lebih dari standar yaitu di bawah 100 nm. Ukuran nanopartikel yang melebihi 100 nm dapat diakibatkan tidak tepatnya rasio antara prekursor (AgNO_3) dan reduktor (ekstrak) atau adanya proses aglomerasi pasca sintesis. Aglomerasi pada AgNP diakibatkan adanya gaya Brown dan Van Der Waals yang berakibat bergabungnya nanopartikel menjadi ukuran yang lebih besar. Menurut penelitian Dewi et al. (2019), sifat antibakteri dari perak akan meningkat ketika direduksi menjadi nanopartikel perak. Hal ini berkaitan dengan mekanisme antibakteri nanopartikel AgNPs-PG, yaitu menyebabkan kerusakan DNA bakteri dan membran sel bakteri. Nanopartikel AgNPs-PG mampu masuk ke dalam sel bakteri karena memiliki ukuran yang kecil dan permukaan yang lebar sehingga mampu mengubah sifat membran bakteri. Menurut Ansaria & Alzohairy (2018), kematian bakteri *S. aureus* disebabkan karena hilangnya permeabilitas membran dan kebocoran komponen intraseluler yang diakibatkan AgNPs yang bermuatan positif berikatan dengan asam teichoic yang bermuatan negatif dari membran sel *S. aureus*. Selain itu, ion Ag^+ yang masuk ke dalam sel bakteri akan berinteraksi dengan struktur seluler dan biomolekul seperti protein, lipid dan DNA yang menyebabkan peningkatan ROS dan berakibat pada respon apoptosis, peroksidasi lipid, dan kerusakan DNA (Yun'an et al., 2018). *MRSA* memiliki beberapa mekanisme resistensi yang tidak dimiliki oleh *S. aureus* seperti protein PBP2a yang memiliki afinitas rendah terhadap antibiotik β -laktam. Nanopartikel perak tidak secara langsung menghambat ekspresi PBP2a sehingga dapat dikatakan bahwa nanopartikel

perak merupakan agen antimikroba dengan kinerja yang luas dan tidak terhalang oleh mekanisme resistensi obat. Berdasarkan hasil penelitian ini maka diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai konsentrasi minimum dalam menghambat dan membunuh bakteri *S. aureus* dan MRSA.

SIMPULAN

Sintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak kulit buah delima (*Punica granatum* L.) dengan rata-rata ukuran 123,1 nm. Nanopartikel perak yang disintesis dengan ekstrak kulit buah delima memiliki aktivitas antibakteri yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak kulit buah delima (5%). AgNP-PG dapat menghambat pertumbuhan bakteri *S.aureus* yang tergolong lemah dan *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* yang tergolong sedang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak terkait yang telah membantu dan mendukung penelitian ini. Penelitian ini didukung dan didanai oleh Universitas Sebelas Maret melalui program Hibah Merdeka Belajar Kampus Merdeka 2021.

KEPUSTAKAAN

- Alsammarraie FK, Wang W, Zhou P, Mustapha A, Lin M. 2018. Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Turmeric Extracts and Investigation of Their Antibacterial Activities. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* **171**: 398-405.
- Ansari MA, Alzohairy MA. 2018. One-Pot Facile Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Seed Extract of Phoenix Dactylifera and Their Bactericidal Potential Against MRSA. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* **1**:1-9.
- Behravan M, Panahi AH, Naghizadeh A, Ziaee M, Mahdavi R, Mirzapour A. 2019. Facile Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Berberis Vulgaris Leaf and Root Aqueous Extract and Its Antibacterial Activity. *International Journal of Biological Macromolecules* **124**:148-54.
- 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 Science and Research* **6(2)**:69-81.
- Diniasti M, Delima AR, Zakki M. 2020. Antibacterial Effect of White Pomegranate Peel Extract (*Punica Granatum* L) Against *Streptococcus Sanguinis*. *Odonto: Dental Journal* **7(1)**: 18-24.
- Dwiastuti R, Suhendra PA, Yuliani S H, Riswanto FDO. 2022. Application of the central composite design approach for optimization of the nanosilver formula using a natural bioreductor from *Camellia* sintesis L. extract. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* **12(8)**: 048-056.
- Erlin E, Rahmat A, Redjeki S, Purwianingsih W. 2020. Deteksi *Methicilin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) Sebagai Penyebab Infeksi Nosokomial Pada Alat-Alat di Ruang Perawatan Bedah. Quagga: *Jurnal Pendidikan dan Biologi* **12 (2)**: 137-144.
- Fauziah S, Adriana Y. 2019. Potensi Antibiotik dan Uji Difusi Secara In Vitro pada Formulasi Krim Eritromisin. *Jurnal Medical Profession* **3(3)**: 277-282.
- Fiana FM, Kiromah NZW, Purwanti E. 2020. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Sukun (*Artocarpus altilis*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia* **1(1)**: 10-20.
- Hemmati S, Retzlaff-Roberts E, Scott C, Harris MT. Artificial Sweeteners and Sugar Ingredients as Reducing Agent For Green Synthesis of Silver Nanoparticles. *Journal of Nanomaterials* **21**: 1-16.
- Junaidi. 2017. Spektrofotometer UV-Vis untuk Estimasi Ukuran Nanopartikel Perak. *Journal Teori dan Aplikasi Fisika* **5(1)**: 97-102.
- Jyoti KG. 2018. Green Synthesis of Silver Nano Particles USI-NG Peels of *Punica granatum* (Pomegranate Fruit): Characterization and Assessment of Its Antimicrobial and Antifungal Activities. *Journal of Environmental Research and Public Health* **12 (4)**: 443-449.

- Loo YY, Rukayadi Y, Nor-Khaizura MA, Kuan CH, Chieng BW, Nishibuchi M, Radu S. 2018. In Vitro Antimicrobial Activity of Green Synthesized Silver Nanoparticles Against Selected Gram-Negative Foodborne Pathogens. *Frontiers in Microbiology* **9(1555)**: 1-7.
- Mou Y, Wang H, Peng Y, Liu J, Cheng H, Sun Q, Chen M. 2018. Low Temperature Enhanced Flexible Conductive Film by Ag Flake/Ion Composite Ink. *Materials & Design* **186**: 1-6.
- Nasiriboroumand M, Montazer M, Barani H. 2018. Preparation and Characterization Of Biocompatible Silver Nanoparticles Using Pomegranate Peel Extract. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* **179**: 98-104.
- Patel N, Kasumbwe K, Mohanlall V. 2020. Antibacterial screening of gunnera perpensa-mediated silver nanoparticles. *Journal of Nanotechnology* **1**: 1-7.
- Prasetya YA, Nisyak K, Ifitah ED. 2019. Aktivitas Nanokomposit ZNO-Ag dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). *Seminar Nasional Sains and Entrepreneurship* **1(1)**: 1-3.
- Purwanti NU, Yuliana S, Sari N. 2018. Pengaruh Cara Pengeringan Simplisia Daun Pandan (*Pandanus amaryllifolius*) Terhadap Aktivitas Penangkal. *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)* **1(2)**: 63-72.
- Putri, A.I., A. Sudaryono dan I.N. Chandra. 2018. Karakterisasi Nanopartikel Kitosan Ekstrak Daun Ubijalar (*Ipomoea batatas* L.) Menggunakan Metode Gelasi Ionik. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia* **2(2)**: 203-207.