

**SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK KULIT BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.) DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus***

Triyani Sumiati<sup>1\*</sup>, Devi Ratnasari<sup>2</sup>, Dinda Dwi Mutiani<sup>3</sup>

1. Program Studi Farmasi Sekolah Tinggi Teknologi Industri dan Farmasi Bogor
  2. Program Studi Farmasi Sekolah Tinggi Teknologi Industri dan Farmasi Bogor
  3. Mahasiswa Program Studi S1 Farmasi Sekolah Tinggi Teknologi Industri dan Farmasi Bogor
- Korespondensi: [triyanisumiati@gmail.com](mailto:triyanisumiati@gmail.com)

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis nanopartikel perak dan uji aktivitas nanopartikel perak terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Nanopartikel perak (NPAg) disintesis menggunakan metode *green synthesis* dengan meraksikan ekstrak kulit bawang merah (*Allium cepa* L.) dengan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ). Sintesis NPAg dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi larutan  $\text{AgNO}_3$  0,1mM(F1); 0,5mM(F2) dan 1,0mM(F3). Karakterisasi NPAg dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, dan *Particle Size Analyzer* (PSA). Analisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa NPAg pada F2 dan F3 berada pada kisaran panjang gelombang 400-500nm. Ukuran partikel diukur menggunakan PSA pada F1, F2 dan F3 berturut-turut 390,7nm, 62,34nm dan 50,63nm. Uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S.aureus* dari F3, hasil menunjukkan bahwa aktivitasnya lebih baik dibandingkan larutan  $\text{AgNO}_3$  1,0 mM yang tidak berukuran nanometer.

**Kata Kunci:** Kulit bawang merah, nanopartikel perak, antibakteri

**ABSTRACT**

Synthesis of silver nanoparticle and determination of its antibacterial activity for *Staphylococcus aureus* were studied in this research. Silver nanoparticle (NPAg) were synthesized using method green synthesis by reacting extract peel of onion (*Allium cepa* L.) and silver nitrate ( $\text{AgNO}_3$ ). NPAg synthesis used variation  $\text{AgNO}_3$  0,1mM (F1); 0,5mM (F2) and 1,0mM (F3). Characterization using UV-Visible spectroscopy and Particle Size Analyzer (PSA). UV-Visible spectroscopy analysis showed that the NPAg at F2 and F3 in 400-500 nm wavelength. The particle size used PSA at F1, F2 and F3 in 390,7 nm, 62,34 nm and 50,63 nm. F3 has been tested for antibacterial activity *S.aureus*, the result showed that the antibacterial activity at F3 much better than  $\text{AgNO}_3$  1,0 mM which is not nanometer scale.

**Keywords:** Antibacterial, peel of onion, silver nanoparticle

## PENDAHULUAN

Nanoteknologi dapat didefinisikan sebagai partikel yang mempunyai ukuran 1-100 nm. Material berukuran nanometer memiliki sejumlah sifat kimia dan fisika yang lebih unggul dari material yang berukuran besar (*bulk*) [1]. Nanopartikel logam, seperti emas, perak, besi, zinc dan logam oksida merupakan salah satu nanoteknologi yang banyak dikembangkan [2]. Nanopartikel perak banyak digunakan dalam bidang medis, Nanopartikel perak juga ditemukan sebagai aplikasi dalam salep topikal dan krim yang digunakan untuk mencegah infeksi luka bakar dan luka terbuka [3].

Metode yang digunakan untuk mensintesis nanopartikel perak yaitu metode sintesis secara fisika atau secara kimia, sehingga didapatkan nanopartikel dengan bentuk, ukuran dan komposisi yang diinginkan. Sebagian besar metode fisika dan metode kimia yang digunakan untuk sintesis dan produksi nanopartikel perak mahal dan tidak ramah lingkungan [4]. Melihat kekurangan kedua metode tersebut maka perlu dilakukan suatu inovasi metode sintesis yang pengembangannya sederhana, biokompatibel, tidak beracun, dan ramah lingkungan [5].

Metode yang dikembangkan oleh banyak peneliti adalah *green synthesis*. *Green synthesis* adalah metode sintesis nanopartikel dengan memanfaatkan agen biologi salah satunya menggunakan ekstrak tanaman [6]. Prinsipnya proses sintesis nanopartikel yaitu dengan memanfaatkan senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam tanaman untuk mereduksi ion logam. Biosintesis nanopartikel diduga melibatkan senyawa-senyawa metabolit sekunder dari tumbuhan, seperti flavonoid, triterpenoid, polifenol dan kuersetin [7].

Kulit bawang merah merupakan salah satu tanaman yang diketahui memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder diantaranya flavonoid, saponin, tanin, dan polifenol [8]. akan dilakukan penelitian dengan mensintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak kulit bawang merah dengan menggunakan metode *green synthesis*. Nanopartikel perak terbukti efisien dan baik sebagai antibakteri [9], sehingga dilakukan pengujian aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan menggunakan metode cakram.

## Bahan dan Metode

Bahan-bahan yang digunakan meliputi kulit bawang merah, *aquadest*,  $\text{AgNO}_3$ , nutrient broth (NB), nutrient agar (NA), dan suspensi bakteri *Staphylococcus aureus*.

Alat-alat yang digunakan meliputi alat-alat gelas (Pyrex), spektrofotometer *UV-Vis* (Shimadzu), *Particle size analyzer* (Malvern), *Magnetic stirrer* (IKA), kertas cakram, cawan petri, inkubator, autoklaf.

## Preparasi Sampel

Kulit bawang merah yang akan digunakan dicuci dan dikeringkan kemudian dihaluskan lalu diayak. Sebanyak 25 gram serbuk kering kulit bawang merah dilarutkan dalam 100 ml *aquadest* lalu dipanaskan hingga suhu  $50^\circ\text{C}$  dan dilanjutkan perebusan selama 10 menit kemudian didinginkan. Setelah mencapai suhu  $25^\circ\text{C}$ , air rebusan disaring. Air rebusan tersebut selanjutnya dapat digunakan langsung sebagai sampel untuk proses biosintesis.

Larutan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) dibuat variasi konsentrasi 0,1 mM (F1); 0,5 mM (F2); dan 1,0 mM (F3). Larutan  $\text{AgNO}_3$  1,0 mM sebagai larutan induk, dibuat dengan melarutkan 85 mg serbuk  $\text{AgNO}_3$  dengan *aquadest* dalam labu ukur 500 mL hingga tanda batas dan dihomogenkan. Dilakukan pengenceran dari larutan induk sehingga diperoleh larutan  $\text{AgNO}_3$  dengan konsentrasi larutan sebesar 0,1 mM dan 0,5 mM.

## Sintesis Nanopartikel Perak

Sintesis nanopartikel perak akan dilakukan dengan mengadopsi metode yang digunakan oleh [10] dengan sedikit modifikasi. Sintesis dilakukan dengan mencampur 50 mL larutan  $\text{AgNO}_3$  dan 5 mL rebusan kulit bawang merah. Campuran larutan tersebut diaduk menggunakan magnetik stirrer pada kecepatan 150 rpm dengan pemanasan pada suhu  $50^\circ\text{C}$  selama 20 menit, kemudian diamati perubahan warna. Sebagai indikator telah terbentuknya nanopartikel perak secara visual adalah adanya perubahan warna larutan dari bening menjadi kekuningan hingga kecokelatan. Perubahan warna diamati setiap 20 menit.

## Pengujian Aktivitas Antibakteri

Bakteri uji *Staphylococcus aureus* yang telah disuspensikan dalam media NB kemudian diinokulasikan sebanyak 0,2 ml ke dalam media NA 200 ml yang telah steril. Media NA yang

telah berisi kultur bakteri di tuang ke dalam cawan petri steril sebanyak 20 ml dan dibiarkan menjadi padat. Setelah memadat, diletakkan kertas cakram dan diteteskan dengan larutan uji sebanyak 10 µl, dibuat 3x pengulangan. Cawan petri kemudian di inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Pengukuran zona hambat diukur menggunakan jangka sorong.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sintesis Nanopartikel Perak

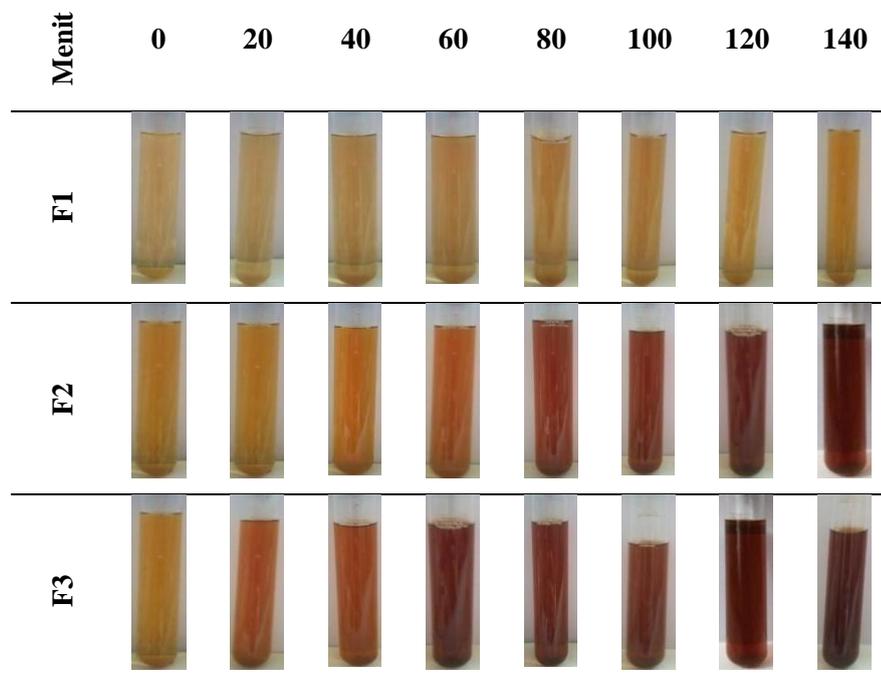
Sintesis nanopartikel perak menggunakan reduktor dari ekstrak kulit bawang merah dicampurkan dengan larutan perak  $\text{AgNO}_3$ , dipanaskan dengan suhu 60°C disertai dengan pengadukan selama 20 menit dan didinginkan sampai suhu ruangan. Proses pemanasan dan pengadukan tersebut bertujuan untuk mempercepat pembentukan nanopartikel perak.

Salah satu indikator terbentuknya nanopartikel perak dalam larutan ini ditandai dengan adanya perubahan warna dari kekuningan hingga cokelat kemerahan seiring bertambahnya waktu. Terjadinya perubahan warna koloid pada pembentukan nanopartikel perak disebabkan oleh proses oksidasi reduksi [11]. Senyawa organik yang diduga flavonoid yang terdapat pada ekstrak kulit

bawang merah berperan sebagai agen pereduksi yang mereduksi  $\text{Ag}^+$  menjadi  $\text{Ag}^0$ . Warna awal campuran ekstrak dan  $\text{AgNO}_3$  adalah kuning muda dan berubah menjadi kuning tua, cokelat kemerahan, hingga cokelat pekat.

Warna yang terbentuk dari proses sintesis nanopartikel perak berasal dari senyawa organik yang teroksidasi. Semakin pekat warna yang dihasilkan menunjukkan semakin banyak senyawa organik yang teroksidasi dan semakin banyak pula  $\text{Ag}^+$  yang mengalami reduksi menjadi  $\text{Ag}^0$ , sehingga semakin banyak nanopartikel perak yang terbentuk [3].

Perubahan warna larutan pada F1 dari menit ke 0 sampai menit ke 140 tidak mengalami perubahan warna menjadi kecokelatan. Proses sintesis F2 pada menit ke-40 hingga menit ke-140 warna larutan F2 menjadi kecokelatan. Hasil sintesis F3 pada menit ke-20 menjadi menjadi kecokelatan sampai menit ke-140 warna kecokelatan menjadi semakin pekat. Hal tersebut dikarenakan adanya variasi konsentrasi larutan  $\text{AgNO}_3$  dalam proses sintesis nanopartikel perak sehingga warna yang dihasilkan juga berbeda-beda.



Gambar 1. Perubahan Warna Sintesis Nanopartikel Perak

**Hasil Analisis Spektrofotometri UV-Vis**

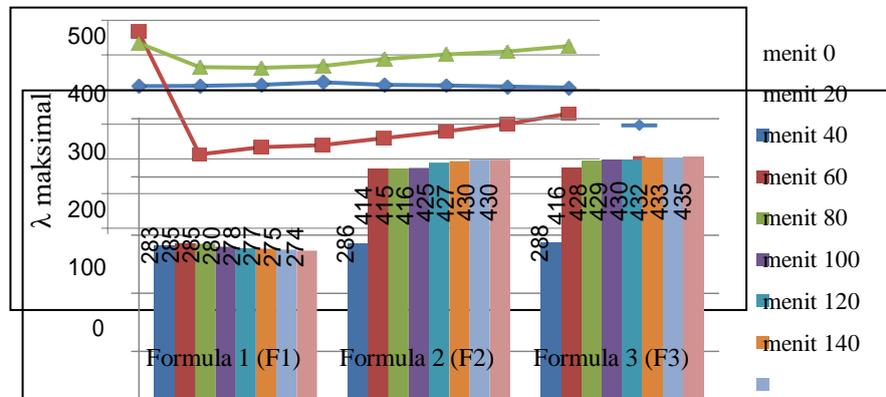
Analisis spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengkonfirmasi pembentukan nanopartikel dari hasil sintesis. Pengukuran absorbansi dan  $\lambda_{maks}$  nanopartikel perak menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilakukan pada rentang panjang gelombang 200-800 nm.

Proses sintesis nanopartikel perak, dengan pengamatan dilakukan selama 140 menit dan diukur setiap 20 menit.

Pengukuran spektrum panjang gelombang maksimum ( $\lambda_{maks}$ ) dapat menunjukkan sebaran ukuran dari nanopartikel yang dihasilkan [12]. Berdasarkan hasil pengukuran  $\lambda_{maks}$  F1 pada menit ke-0 hingga menit ke-140, serapan maksimum diperoleh pada panjang gelombang

berkisar 283–274nm. Pada F2 dan F3 dari menit ke-20 hingga menit ke-140 berturut-turut sebesar 414-430 nm, dan 416-435 nm.

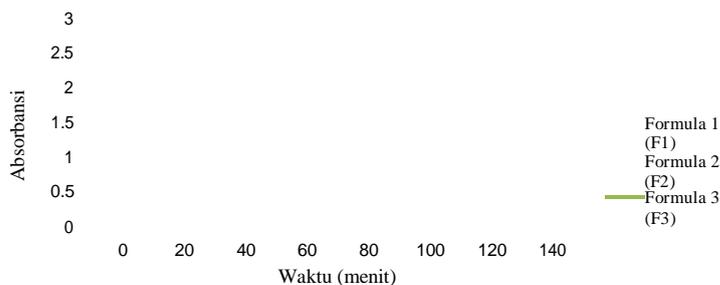
Nanopartikel perak telah terbentuk apabila memiliki serapan maksimum pada panjang gelombang antara 400 nm hingga 500 nm[12]. Berdasarkan hasil pengamatan panjang gelombang maksimum dapat disimpulkan bahwa F1 tidak menunjukkan adanya nanopartikel perak yang terbentuk, karena  $\lambda_{maks}$  yang dihasilkan berada dibawah 400 nm. Hasil panjang gelombang maksimum yang didapatkan F2 dan F3 pada menit ke-20 berada di kisaran 400-500 nm, hal ini menandakan bahwa pada F2 dan F3 nanopartikel perak mulai terbentuk pada menit ke-20.



**Gambar 2. Grafik Panjang Gelombang Maksimum Nanopartikel Perak**

Nilai absorbansi yang dihasilkan pada analisis spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk memprediksi jumlah nanopartikel perak yang terbentuk [12]. Berdasarkan hasil penelitian nilai absorbansi yang didapatkan pada F1 dari menit ke 0 hingga menit ke 140 tidak mengalami kenaikan yang signifikan. Pada F2 dan F3 nilai absorbansi pada menit ke 20 hingga menit ke 140 semakin besar. Saat terbentuk nanopartikel perak, nilai absorbansi semakin besar dengan semakin

bertambahnya waktu kontak. Nilai absorbansi yang meningkat merupakan indikator bahwa nanopartikel perak yang terbentuk semakin bertambah [13]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa F2 dan F3 menghasilkan nilai absorbansi yang semakin besar dengan seiringnya bertambah waktu kontak hal ini menandakan bahwa semakin bertambahnya waktu kontak jumlah nanopartikel perak yang terbentuk semakin banyak.



**Gambar 3. Grafik Pengukuran Absorbansi Nanopartikel Perak**

### Penentuan Ukuran Partikel & Zeta Potensial

Ukuran nanopartikel perak dari hasil sintesis nanopartikel perak di analisis menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA). Analisis ukuran partikel (PSA) digunakan untuk menggambarkan distribusi ukuran partikel

dalam sampel. Nanopartikel perak (NP<sub>Ag</sub>) merupakan partikel logam perak yang memiliki ukuran 1-100 nm. Hasil yang diperoleh pada F2 dan F3 menunjukkan ukuran partikel yang dihasilkan sesuai dengan ukuran nanopartikel perak yaitu berkisar antara 1-100 nm

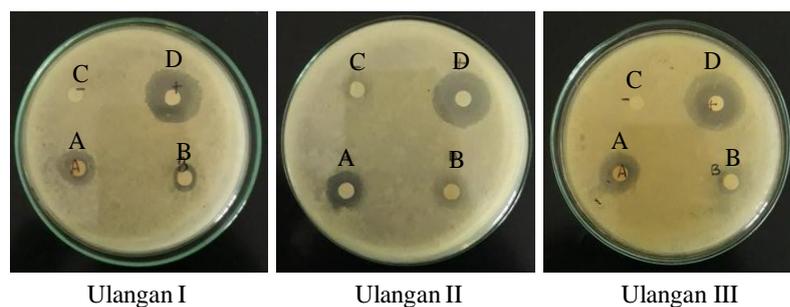
**Tabel 1. Data Ukuran Partikel dan Zeta Potensial Nanopartikel Perak**

Formula	Ukuran Partikel	Zeta Potensial
Formula 1	390,7 nm	-29,3 mV
Formula 2	62,34 nm	-14,6 mV
Formula 3	50,63 nm	-19,7 mV

Pengujian zeta potensial bertujuan untuk melihat kestabilan nanopartikel perak. Nilai zeta potensial yang baik yaitu  $\pm 30$  mV. Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa nilai zeta potensial untuk F1, F2 dan F3 kurang dari  $\pm 30$  mV, hal tersebut menunjukkan semakin rendah nilai zeta potensial maka daya tarik menarik muatan antar partikel dispersi melebihi daya tolak menolaknya hingga terjadi agregasi/penyatuan antar partikel. Nilai negatif yang didapat menandakan nanopartikel perak bersifat basa. Kestabilan nanopartikel perak dapat ditingkatkan dengan menggunakan agen penstabil untuk mencegah aglomerasi seperti polianilin, poliakrilonitril, polietilen glikol, polisakarida, selulosa, gelatin, dan kanji [14].

### Pengujian Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak

Nanopartikel perak yang terbentuk selanjutnya diuji terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan dengan Formula nanopartikel terpilih yaitu formula yang menghasilkan ukuran terkecil yaitu nanopartikel perak NP<sub>Ag</sub> 1,0 mM yang terdapat pada F3. Selanjutnya, formula yang terpilih tersebut akan dibandingkan aktivitas antibakteri dengan larutan AgNO<sub>3</sub> 1,0 mM. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah ukuran partikel memiliki pengaruh aktivitas antibakteri. Kontrol positif yang digunakan yaitu kloramfenikol. Kontrol negatif yang digunakan yaitu *aquadest steril*. Aktivitas dari nanopartikel perak terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ditunjukkan dengan timbulnya zona hambat pertumbuhan pada bakteri.



Keterangan: A = NP AgNO<sub>3</sub> 1,0 mM  
 B = AgNO<sub>3</sub> 1,0 mM  
 C = Kontrol -  
 D = Kontrol +

**Gambar 4. Zona Hambat Nanopartikel Perak**

**Tabel 2. Hasil Uji Statistik Nanopartikel Perak terhadap bakteri *Staphylococcus aureus***

Larutan Uji	Diameter Zona Hambat
NP AgNO <sub>3</sub> 1,0 mM	11,0833 <sup>b</sup>
AgNO <sub>3</sub> 1,0 mM	5,5067 <sup>c</sup>
Kontrol +	18,2533 <sup>d</sup>
Kontrol -	0,0000 <sup>a</sup>

Keterangan : notasi a,b,c,d merupakan hasil dari uji Duncan. Apabila pada kolom yang sama, notasi Duncan ditulis dengan huruf yang sama maka menunjukkan konsentrasi nanopartikel perak tidak berbeda signifikan

Berdasarkan uji statistik menggunakan *Anova* yang dilanjutkan dengan uji *Duncan* dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada masing-masing pengujian. Hal tersebut didasari karena terdapat notasi huruf yang berbeda pada tiap kolom, hal ini menyatakan terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan.

Berdasarkan uji statistik antara NP Ag 1,0 mM dan larutan AgNO<sub>3</sub> 1,0 mM dapat diketahui bahwa keduanya memiliki perbedaan yang nyata dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Hal tersebut membuktikan bahwa perbedaan ukuran partikel dapat menyebabkan perbedaan aktivitas antibakteri, dimana perak dengan ukuran nanometer terbukti memiliki aktivitas yang lebih baik sebagai antibakteri dibandingkan dengan perak yang tidak berukuran nanometer.

Nanopartikel perak (NP Ag) sebagai antibakteri memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri dikarenakan memiliki ukuran yang kecil dan luas permukaan yang besar memungkinkan untuk kontak dengan permukaan mikroorganisme dengan sangat baik. Mekanisme NP Ag sebagai antibakteri adalah pada saat proses difusi berlangsung, NP Ag mendekat pada membran sel bakteri dan melakukan penetrasi ke dalam bakteri. Partikel NP Ag akan berinteraksi dengan fosfor dan sulfur yang terkandung pada DNA, sehingga menyebabkan kerusakan pada sel mikroba. Interaksi ini menyebabkan DNA akan kehilangan kemampuan replikasi, mencegah pembelahan sel dan pertumbuhan sel mikroba sehingga pada akhirnya sel tersebut menjadi mati [15].

#### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Limbah ekstrak kulit bawang merah dapat dimanfaatkan sebagai agen pereduksi ion Ag<sup>+</sup> menjadi Ag<sup>0</sup>.
2. Analisis ukuran partikel (PSA) menunjukkan F1, F2 dan F3 berturut-turut sebesar 390,7 nm, 62,34 nm dan 50,63 nm.
3. Nilai zeta potensial yang diperoleh pada F1, F2 dan F3 berturut-turut sebesar -29,3 mV, -14,6 mV dan -19,7 mV menunjukkan bahwa ketiga formula tersebut belum stabil, sehingga kemungkinan dapat terjadi aglomerasi.
4. Diameter zona hambat masing-masing nanopartikel perak (NP) AgNO<sub>3</sub> 1,0 mM (F3) sebesar 11,08 mm dan larutan AgNO<sub>3</sub> 1,0 mM sebesar 5,5 mm. Hal tersebut membuktikan bahwa perak yang berukuran nanometer memiliki aktivitas antibakteri yang lebih baik dibandingkan dengan perak yang tidak berukuran nanometer

#### SARAN

1. Perlu dilakukan optimasi jumlah ekstrak kulit bawang merah sebagai pereduksi ion Ag<sup>+</sup>.
2. Perlu ditambahkan suatu zat yang dapat menstabilkan nanopartikel perak yang telah terbentuk.
3. Perlu dilakukan karakteristik lebih lanjut terkait sintesis nanopartikel perak menggunakan kult bawang merah (*Allium cepa* L.).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullah, M & Khairurijal. 2010. *Karakterisasi Nanomaterial: Teori, Penerapan, dan Pengolahan Data*. Bandung: CV. Rezeki Putera Bandung.
- [2] Prasad, S.B. 2013. *Current Understanding of Synthesis and Pharmacological Aspects of Silver Nanoparticles*. *American Journal of*

- Phytomedicine and Clinical Therapeutics*.1(7): 536-547
- [3] Elumalai, E.K., T.N.K.V. Prasad, P.C. Nagajyothi dan E. David. 2011. A Bird's eye view on Biogenic Silver nanoparticles and Their Application. *Pelagia Research Library*, 2(2): 88-97.
- [4] Tolaymat, T.M., Amro, M.E.B., Ash, G., Kirk, G., Scheckel., Todd, P.L., Makram, S. 2010. An Evidence Based Environmental Perspective Of Manufactured Silver Nanoparticle In Syntheses And Applications : A Systematic Review And Critical Appraisal Of Peer Reviewed Scientific Papers. *Sciences of Total Environment* 408: 999-1006.
- [5] Ramya, M., & Subapriya, M. S. 2012. Green Synthesis Of Silver Nanoparticles. *Int J Pharm Med Biol Sci* 1:54-61.
- [6] Kumar, P., Singh, P., Kumari, K., Mozumdar, S., Chandra, R.A. 2011. Green Approach For The Synthesis Of Gold Nano Triangles Using Aqueous Leaf Extract Of *Callistemon Viminalis*. *Mater Lett* 65:595-597.
- [7] Akhtar, M.S., Jitendra, P., Yun, S.Y. 2013. Biogenic Synthesis Of Metallic Nanoparticles By Plant Extracts. *American Chemical Society Sustainable Chemistry and Engineering*.
- [8] Singh, B.N., Singh, B.R., Singh, R.L., Prakash, D., Singh, D.P., Sarma, B.K. 2009. Polyphenolics from various extracts/fractions of red onion (*Allium cepa*) peel with potent antioxidant and antimutagenic activities. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 450-452.
- [9] Niraimathi, K.L., Sudha, V., Lavanya, R., Brindha, P. 2012. Biosynthesis Of Silver Nanoparticles Using *Alternanthera Sessilis* (Linn.) Extract And Their Antimicrobial, Antioxidant Activities. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 02 (2013) 288- 29
- [10] Saxena, A., Tripathi, R.M., Singh, R.P. 2010. Biological Synthesis Of Silver Nanoparticles By Using Onion (*Allium Cepa*) Extract And Their Antibacterial Activity. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures* Vol. 5, No 2, p. 427 - 432.
- [11] Haryani, Y., Ganis, K., Yuharmen., Eka, M. Putri., Dhia, T. A., Yonatha, M. 2016. *Pemanfaatan Ekstrak Air Rimpang Jahe Merah (Zingiber Officinale Linn. Var. Rubrum) Pada Biosintesis Sederhana Nanopartikel Perak*. Pekanbaru: Universitas Riau.
- [12] Solomon, S.D., Bahadory, M., Jeyarajasingam, A.V., Rutkowsky, S.A., Boritz, C. 2007. Synthesis and study of silver nanoparticles. *Journal of Chemical Education*, Vol. 84 (No.2), 322-325.
- [13] Handayani, W., Bakir, I. Dan Purbaningsih S. 2010. *Potensi Ekstrak Beberapa Jenis Tumbuhan Sebagai Agen Pereduksi Untuk Biosintesis Nanopartikel Perak*. Seminar Nasional Biologi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- [14] Ravindran, P.N., Babu, K.N. & K.N. Shiva. 2005. Botany and Crop Improvement of ginger. Di dalam: Ravindran, P.N. & Babu, K.N. (eds). *Ginger: The Genus Zingiber*. Florida: CRC Press.
- [15] Nalawati, A.N. 2015. *Sintesis Nanopartikel Perak (NPAg) Dengan Metode Yang Ramah Lingkungan Dan Kajian Aktifitasnya Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Gram Positif Dan Bakteri Gram Negatif*. Institut Pertanian Bogor.