

**Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Kluwak
Pangium edule Reinw Sebagai Bioreduktor dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan**

Indrawati Patabang¹, Syahrudin Kasim¹, Paulina Taba¹

¹Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin

E-mail: kasimsyahrudin@gmail.com

Abstract

*Silver nanoparticles have been synthesized using kluwak leaf extract (*Pangium edule* Reinw) as bioreduktor and antioxidant activity assay. The nanoparticles formed were monitored by observing UV-Vis absorption and characterized by using FTIR, PSA, XRD and SEM instruments. The result of functional group characterization with FTIR show that the functional groups OH, C = O, C-O and CH₂ act as Ag⁺ reducing agent. The size of silver nanoparticles was determined by using Particle Size Analyzer (PSA) and the result show average particle size distribution of 93.2 nm. Morphology of AgNp were observed by Scanning Electron Microscope (SEM) and X-Ray Diffraction (XRD) analysis show result of 51,78 nm. The antioxidant activity was shown by in kluwak leaf extract and silver nanoparticles with IC₅₀ values respectively 831,33 ppm dan 1493,09 ppm.*

Kata kunci: Characterization, Reduction Method, Silver Nanoparticles

PENDAHULUAN

Perkembangan nanoteknologi sekarang ini sangat pesat karena memiliki peranan penting pada berbagai bidang. Nanoteknologi secara umum dapat didefinisikan sebagai teknologi perancangan (desain), pembuatan dan aplikasi struktur atau material yang berdimensi nanometer. Salah satu penerapan nanoteknologi saat ini adalah preparasi material yang berukuran 1-100 nm (nanopartikel). Nanopartikel memiliki sifat kimia dan fisika yang lebih unggul dibandingkan partikel yang berukuran besar. Nanopartikel memiliki banyak kegunaan seperti dalam bidang sains, teknologi, industri dan kesehatan. Nanopartikel yang menarik dikembangkan adalah nanopartikel perak (Ariyanta, 2014; (Nagarajan dan Hotton, 2008). Secara garis besar sintesis nanopartikel perak dapat dilakukan dengan menggunakan metode *top down* (fisika) dan *bottom up* (kimia). Namun, metode ini memiliki kekurangan seperti penggunaan bahan kimia yang berlebihan, pencemaran lingkungan, dan biaya yang mahal (Asri, 2015). Teknik lain yang digunakan dalam memproduksi nanopartikel perak adalah metode reduksi kimia, fotokimia, sonokimia dan lain-lain. Metode reduksi kimia sering digunakan karena prosesnya mudah, biaya relatif murah serta kemungkinan hasil diproduksi dalam skala besar (Wahyudin dkk., 2011). Penggunaan ekstrak tumbuhan untuk sintesis nanopartikel perak menguntungkan karena bahan mudah didapat dan nontoksik, bahan kimia yang digunakan relatif kurang dan beragam metabolit sekunder dapat digunakan sebagai bioreduktor nanopartikel perak. Ekstrak tumbuhan yang dapat

digunakan sebagai bioreduktor yaitu tumbuhan yang memiliki senyawa yang dapat berperan sebagai agen pereduksi ion Ag^+ dalam larutan menjadi Ag^0 (Isaac dkk., 2013). Senyawa yang terdapat pada tumbuhan dan dapat berfungsi sebagai agen pereduksi adalah terpenoid, fenolik, flavonoid, tanin, steroid, saponin, alkaloid dan lain-lain (Matutu dkk., 2016). Nanopartikel dapat dikembangkan dalam bidang kesehatan sebagai antioksidan. Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menunda, memperlambat dan mencegah terjadinya proses oksidasi dengan mengikat radikal bebas (Rumengan dan Mantiri, 2015). Proses tersebut dapat mencegah pembentukan radikal dan molekul yang sangat reaktif (Winarsi, 2007). Beberapa penelitian yang berhubungan dengan sintesis nanopartikel perak telah dilakukan dengan menggunakan ekstrak tumbuhan dan aktivitasnya diuji sebagai antioksidan. Abdel-Aziz dkk (2015) mensintesis nanopartikel perak dengan menggunakan buah kozan muda sebagai bioreduktor dan memperoleh nanopartikel perak dengan ukuran sebesar 30-50 nm dan nanopartikel perak yang diperoleh memiliki nilai IC_{50} sebagai antioksidan sebesar 13.720 ppm dan ekstrak sampel sebesar 12.630 ppm. Thomas dkk (2018) mensintesis nanopartikel perak dengan menggunakan ekstrak tumbuhan *Coleus Vettiveroids* sebagai bioreduktor, dimana diameter nanopartikel perak yang diperoleh adalah 5 nm serta nilai IC_{50} yang diperoleh dari nanopartikel perak adalah 719,01 ppm. Bharathi dkk (2018) mensintesis nanopartikel perak menggunakan ekstrak kulit batang *Diospyros Montana* sebagai bioreduktor. Nanopartikel perak yang terbentuk memiliki diameter rata-rata sebesar 28 nm dengan aktivitas antioksidan 89,12%.

METODE PENELITIAN

Preparasi dan Pembuatan Ekstrak Daun Kluwak

Tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daun kluwak (*Pangium edule Reinw*). Daun kluwak (*Pangium edule Reinw*) yang telah dikeringkan dan dicuci bersih, dihaluskan kemudian ditimbang sebanyak 5 gram, dimasukkan ke dalam gelas kimia 200 mL dan ditambahkan 100 mL akuabides lalu dipanaskan hingga mendidih kemudian didinginkan. Setelah mencapai suhu ruang air rebusan disaring menggunakan kertas saring whatman no. 42. Sebagian filtrat dianalisis menggunakan FTIR dan selebihnya digunakan dalam sintesis nanopartikel perak.

Pembuatan Larutan AgNO_3 Variasi Konsentrasi 2 mM, 1,5 mM, 1 mM dan 0,5 Mm

Sebanyak 0,068 gram serbuk AgNO_3 dilarutkan ke dalam akuabides hingga volume 200 mL dan dicampur sampai homogen untuk membuat larutan AgNO_3 2 mM. Selanjutnya larutan diambil sebanyak 37,5 mL, 25 mL dan 12,5 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL dan ditambahkan akuabides hingga tanda batas untuk membuat konsentrasi AgNO_3 1,5 mM; 1 mM dan 0,5 mM.

Biosintesis Nanopartikel Perak

Dalam penelitian ini, sintesis nanopartikel perak dilakukan dengan mencampur larutan AgNO_3 dengan ekstrak daun kluwak. Kemudian dilakukan penentuan konsentrasi optimum larutan AgNO_3 dalam pembentukan nanopartikel perak yang akan digunakan untuk proses sintesis nanopartikel selanjutnya. Penentuan konsentrasi optimum dari AgNO_3 dilakukan dengan mencampur masing-masing konsentrasi larutan AgNO_3 2 mM; 1,5 mM; 1 mM; dan 0,5 mM dan air rebusan daun kluwak dengan perbandingan 40:1 kemudian diaduk, kemudian diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Sintesis Nanopartikel Perak

Larutan AgNO_3 1,5 mM sebanyak 40 mL dicampur dengan 1 mL ekstrak daun kluwak kemudian campuran diaduk menggunakan *magnetic stirrer* sampai terjadi perubahan warna menjadi kecoklatan. Setelah pencampuran pada waktu ke hari 1, hari 2, hari 3, hari 4, hari 7 hari 8 dan hari 9. Campuran kemudian disentrifugasi pada 1000 rpm selama 20 menit lalu di keringkan dengan cara *freeze drying* kemudian dikarakterisasi PSA, XRD, SEM, FTIR dan uji antioksidan.

Penentuan Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH

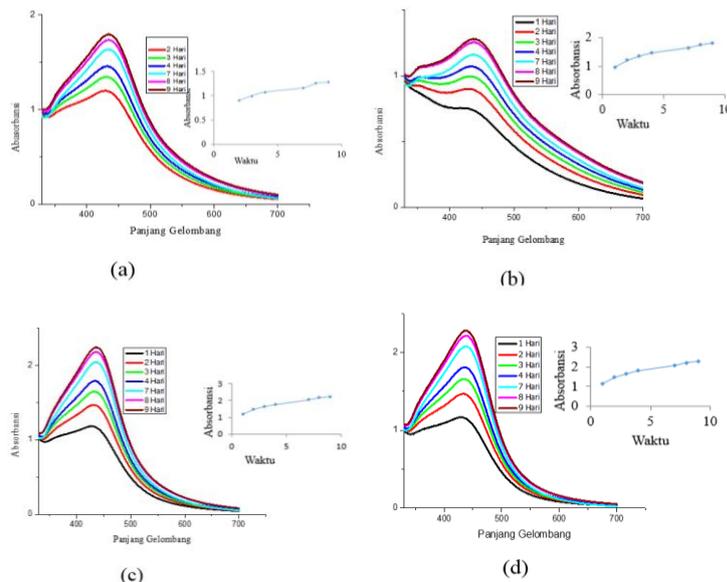
Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode efek perendaman terhadap radikal bebas N,N-diphenil-N-pikrilhidrazil (DPPH). Larutan induk 500 ppm dipipet sebanyak 0,1 mL; 0,2 mL; 0,4 mL; 0,8 mL dan 1,6 mL untuk membuat variasi konsentrasi berturut-turut 10 ppm; 20 ppm; 40 ppm; 80 ppm dan 160 ppm. Masing-masing larutan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 1 mL larutan DPPH 0,4 mM. Volume dicukupkan sampai 5 mL dengan menggunakan metanol, kemudian diinkubasikan pada suhu ruang selama 30 menit di ruang gelap, selanjutnya serapannya diukur pada panjang gelombang maksimum (λ_{max}). Hasil penetapan antioksidan dibandingkan dengan vitamin C sebagai kontrol positif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Nanopartikel Perak

Optimasi Konsentrasi Larutan AgNO_3

Penentuan konsentrasi optimum dengan menggunakan larutan AgNO_3 sebagai prekursor bertujuan untuk mengetahui perbandingan konsentrasi yang tepat dari larutan AgNO_3 dan ekstrak daun kluwak dan kestabilan pada proses pembentukan nanopartikel perak yang akan dilakukan. Pengukuran absorbansi larutan dilakukan pada kisaran panjang gelombang 200-700 nm. Hasil pengukuran spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa panjang gelombang dan absorbansi dari nanopartikel perak bertambah dengan bertambahnya waktu seperti yang terlihat pada Gambar 1.

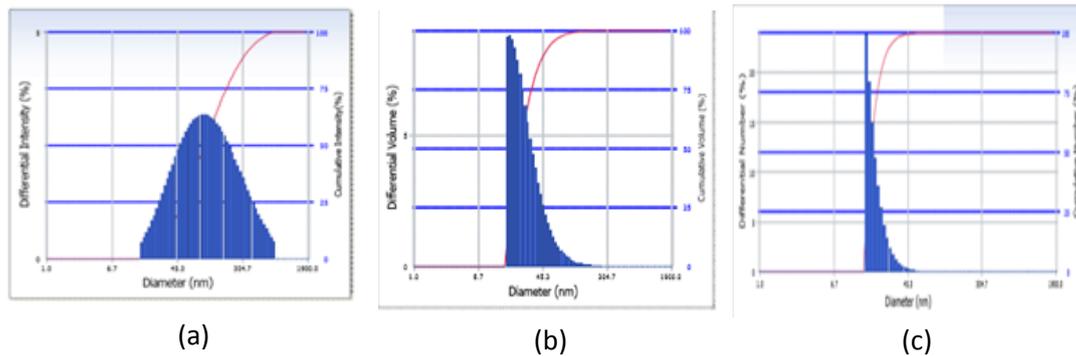


Gambar 1. Spektrum Serapan UV-Vis dari nanopartikel perak variasi konsentrasi AgNO_3 (a) 0,5 mM, (b) 1 mM, (c) 1,5 mM dan (d) 2 mM.

Dari keempat variasi konsentrasi larutan AgNO_3 menunjukkan bahwa nanopartikel perak cenderung lebih stabil pada konsentrasi AgNO_3 1,5 mM karena memiliki panjang gelombang yang cukup kecil dan absorbansi yang besar jika dilihat dari data panjang gelombang maksimum serta memiliki absorbansi yang cukup besar jika dibandingkan dengan konsentrasi lainnya.

Ukuran Nanopartikel Perak dengan Particle Size Analyzer

Particle Size Analyzer (PSA) digunakan untuk menentukan ukuran rata-rata nanopartikel perak. Data ukuran partikel yang diperoleh berupa tiga distribusi yaitu intensitas, nomor, dan volume, sehingga dapat menggambarkan keseluruhan kondisi sampel (Nikmatin dkk., 2011).

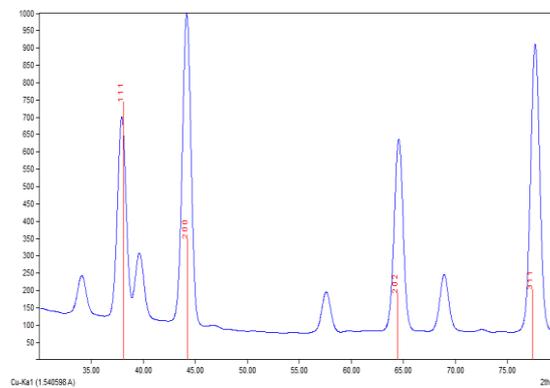


Gambar 2. Hasil analisis PSA nanopartikel perak, (a) dispersi ukuran dengan intensitas, (b) dispersi ukuran dengan nomor dan (c) dispersi ukuran dengan volume.

Hasil karakterisasi dengan menggunakan PSA menunjukkan secara keseluruhan rata-rata ukuran diameter nanopartikel perak yang telah berhasil disintesis (Gambar 6) yakni 93,2 nm. Analisis dengan PSA dilakukan di Laboratorium Fisika ITB (Institut Teknologi Bandung) dengan waktu pengiriman sampel sekitar 4-5 hari, sehingga diduga selama perjalanan terjadi guncangan yang menyebabkan ukuran partikel yang lebih besar karena kemungkinan telah mengalami aglomerasi.

Karakterisasi menggunakan XRD

Serbuk nanopartikel perak hasil sintesis selanjutnya dianalisis menggunakan XRD. Karakterisasi nanopartikel perak dengan menggunakan XRD dilakukan untuk mendukung pembuktian bahwa nanopartikel yang disintesis adalah murni nanopartikel perak.

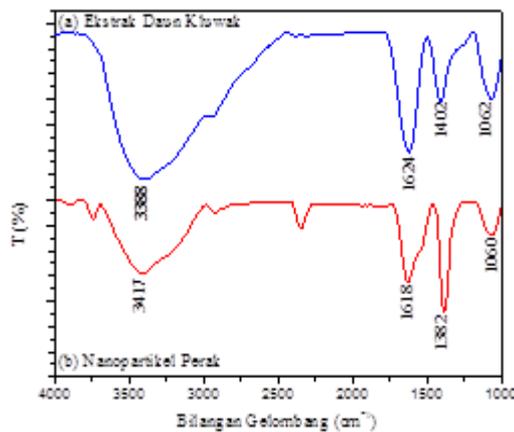


Gambar 3. Difraktogram XRD Nanopartikel Perak

Hasil pengukuran XRD menunjukkan adanya ukuran nanopartikel perak. Perkiraan ukuran partikel perak dapat dihitung dari persamaan *Debye-Scherrer* (Ahmad dkk., 2010). Difraktogram memperlihatkan adanya puncak selain puncak khas nanopartikel perak, hal ini menandakan bahwa nanopartikel perak yang dihasilkan belum murni nanopartikel perak atau masih banyak mengandung pengotor. Data difraktogram juga memberikan informasi distribusi ukuran butir nanopartikel perak. Dari perhitungan ukuran butir melalui XRD pada Tabel 4 terlihat bahwa distribusi ukuran nanopartikel perak yang berhasil disintesis memiliki ukuran rata-rata yaitu 51,78 nm.

Karakterisasi FTIR

Karakterisasi dengan menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang berperan sebagai bioreduktor. Spektrum FTIR ekstrak daun kluwak dan nanopartikel perak ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Spektrum FTIR (a) Ekstrak Daun Kluwak dan (b) Nanopartikel Perak

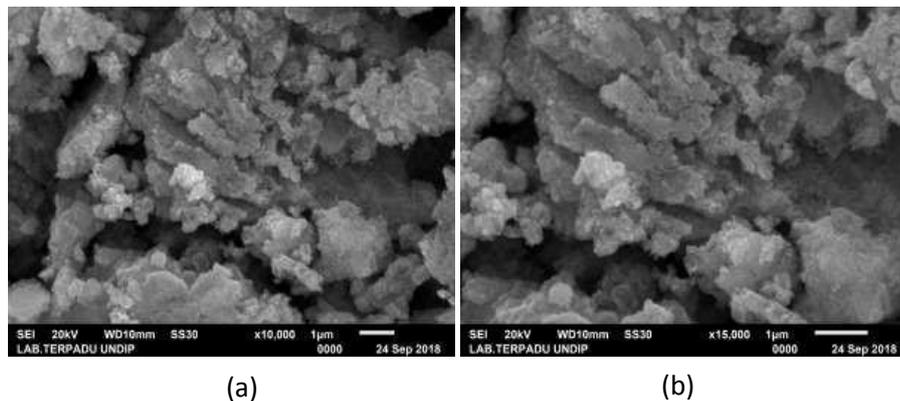
Spektrum FTIR tersebut menunjukkan adanya kelompok fungsional yang berbeda-beda. Serapan pada bilangan gelombang 3388 cm⁻¹ terlihat pada spektrum IR ekstrak daun kluwak. Serapan ini menunjukkan serapan khas dari gugus –OH dengan pita yang melebar dan kuat. Pita serapan yang tajam pada bilangan gelombang 1624 cm⁻¹ menunjukkan serapan gugus C=O. Pita serapan pada bilangan gelombang 1062 cm⁻¹ menunjukkan gugus C-O dan pada bilangan gelombang 1402 cm⁻¹ menunjukkan gugus CH₂. Gambar 8 (b) menunjukkan spektrum IR setelah bioreduksi dengan menggunakan ekstrak daun kluwak. Spektrum tersebut memperlihatkan pergeseran bilangan gelombang gugus –OH, gugus C=O, CH₂ dan C-O dengan bilangan gelombang berturut-turut menjadi 3417 cm⁻¹, 1618 cm⁻¹, 1382 cm⁻¹ dan 1060 cm⁻¹. Pergeseran bilangan gelombang yang terjadi pada gugus –OH menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara gugus –OH dengan Ag karena proses oksidasi reduksi. Perubahan intensitas pada setiap serapan gugus juga dapat menjadi indikasi proses bioreduksi yang terjadi (Nurafni dkk., 2017).

Pergeseran panjang gelombang terlihat jelas antara ekstrak air daun kluwak dan nanopartikel perak. Pergeseran bilangan gelombang menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara gugus fungsi dengan nanopartikel. Berdasarkan pergeseran tersebut dapat disimpulkan kemungkinan gugus-gugus yang berperan dalam proses reduksi. Carillo-Lopez dkk (2014), menyatakan bahwa gugus –OH pada

sampel dari senyawa seperti flavonoid, tanin saponin, dan alkaloid yang kemungkinan bertanggung jawab dalam reduksi ion perak.

Karakterisasi SEM

Analisis SEM bertujuan untuk menunjukkan morfologi partikel. Pembesaran gambar nanopartikel perak dilakukan pada skala 5.000x, 7500x, 10.000x, dan 15.000x. Sampel yang dianalisis dengan SEM adalah sampel nanopartikel pada Gambar 5.



Gambar 5. Analisis morfologi nanopartikel perak menggunakan SEM (a). perbesaran 10.000x dan (b) 15.000x

Gambar 5 memperlihatkan bentuk serta ukuran partikel nano yang diperoleh melalui hasil pengamatan menggunakan SEM. Morfologi dari nanopartikel perak memiliki peran penting dalam menentukan sifat nanopartikel seperti sifat optik, mekanik, konduktif dan toksisitas (Masakke dkk., 2015). Berdasarkan data SEM terlihat bahwa partikel nanopartikel perak yang disintesis tidak seragam, bulat, ada yang berbentuk agak memanjang dan bergerigi pada setiap pinggir nanopartikel dengan ukuran yang cenderung bervariasi akibat dari agregasi partikel nano (Nurafni dkk., 2017).

Uji Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan zat yang mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi yang disebabkan oleh radikal bebas. Adapun metode yang digunakan untuk pengujian antioksidan pada sampel ekstrak daun kluwak dan nanopartikel perak adalah metode DPPH. Metode DPPH didasarkan pada kemampuan antioksidan untuk menghambat radikal bebas dengan mendonorkan atom hidrogen dan metode ini lebih sederhana, mudah, dan menggunakan sampel dalam jumlah yang sedikit dengan waktu yang singkat. Hasil pengukuran aktivitas antioksidan ekstrak daun kluwak dan nanopartikel perak dengan variasi konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Aktivitas antioksidan ekstrak daun kluwak dan NPAg

No	Konsentrasi (ppm)	%Aktivitas antioksidan	
		Ekstrak Daun Kluwak	NPAg
1	10	1,08	4,10
2	20	1,63	4,35
3	40	2,71	4,87
4	80	4,89	6,15
5	160	10,05	8,71

Aktivitas antioksidan terbesar terdapat pada ekstrak daun kluwak sebesar 10,05% dengan konsentrasi 160 ppm dan nanopartikel perak sebesar 8,71% dengan konsentrasi 160 ppm. Sedangkan aktivitas antioksidan terkecil terdapat pada ekstrak daun kluwak sebesar 1,08% dengan konsentrasi 10 ppm dan nanopartikel perak sebesar 4,10% dengan konsentrasi 10 ppm. Pada konsentrasi yang tinggi senyawa yang terkandung akan semakin banyak dan menyebabkan semakin besar pula aktivitas antioksidannya. Adapun aktivitas antioksidan senyawa pembanding yaitu asam askorbat dapat terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai aktivitas antioksidan Asam Askorbat sebagai Pembanding

No	Konsentrasi (ppm)	%Aktivitas Antioksidan
		Asam Askorbat
1	0,25	35,18
2	0,5	37,65
3	1	41,97
4	2	53,08
5	4	74,07

Semakin tinggi konsentrasi sampel uji maka akan semakin besar pula peredamannya yang ditandai dengan terbentuknya warna kuning dikarenakan pada konsentrasi yang tinggi senyawa yang terkandung akan semakin banyak dan menyebabkan semakin besar pula aktivitas antioksidannya (Niche dkk.,2017). Asam askorbat yang digunakan sebagai pembanding atau kontrol positif memiliki aktivitas antioksidan jauh lebih besar dari ekstrak daun kluwak dan nanopartikel perak yaitu pada konsentrasi 4 ppm sebesar 74,07%.

Berdasarkan data aktivitas antioksidan yang diperoleh maka dibuat persamaan regresi linear yang menyatakan hubungan antara konsentrasi larutan uji (x) dengan aktivitas antioksidan (y) sehingga diperoleh nilai IC50 yang merupakan konsentrasi larutan uji yang diperlukan untuk meredam DPPH sebesar 50% (Molyneux, 2004). Nilai IC50 berbanding terbalik dengan aktivitas antioksidan dari ekstrak daun kluwak dan nanopartikel perak. Semakin besar aktivitas antioksidannya maka semakin kecil nilai IC50.

Tabel 3. Nilai IC₅₀ dari Ekstrak Daun Kluwak, Nanopartikel Perak dan Asam Askorbat

No.	Larutan Uji	IC ₅₀ (ppm)
1	Ekstrak daun Kluwak	831,33
2	Nanopartikel perak	1493,09
3	Asam Askorbat	1,70

Berdasarkan Tabel 7 nilai IC₅₀ dari ekstrak daun kluwak sebesar 831,33 sedangkan untuk nanopartikel perak diperoleh sebesar 1493,09 dan sebagai pembanding asam askorbat mempunyai aktivitas antioksidan sangat kuat dengan nilai IC₅₀ sebesar 1,70 ppm. Menurut (Molyneux, 2004), suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan yang sangat kuat apabila nilai IC₅₀ kurang dari 50 ppm, antioksidan yang kuat apabila nilai IC₅₀ antara 50-100 ppm, antioksidan sedang apabila nilai IC₅₀ antara 100-150 ppm, antioksidan lemah apabila nilai IC₅₀ antara 150-200 ppm dan antioksidan sangat lemah jika diatas 200 ppm. Perbedaan nilai IC₅₀ ini dapat disebabkan oleh jumlah antioksidan yang terkandung di dalam ekstrak. Metode peredaman radikal bebas DPPH didasarkan pada reduksi dari larutan metanol radikal bebas DPPH yang berwarna oleh penghambatan radikal bebas (Tristantini dkk., 2016). Efek antioksidan dari DPPH yaitu senyawa ini bereaksi dengan senyawa antioksidan melalui pengambilan atom hidrogen dari senyawa antioksidan untuk mendapatkan pasangan elektron. Sehingga mengubah warna dari ungu menjadi kuning yang diukur pada panjang gelombang 515 nm. Reduksi dari tanaman disebabkan oleh transfer elektron atau hidrogen dari antioksidan tergantung pada struktur antioksidan yang berbeda (Tapa dkk., 2016).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa daun kluwak *Pangium edule* Reinw dapat digunakan sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel perak. Ukuran nanopartikel dari hasil karakterisasi menggunakan PSA adalah 93,2 nm. Ukuran nanopartikel perak yang dihasilkan berdasarkan rumus *Debye-Scherer* adalah 51,78 nm. Nanopartikel perak mempunyai aktivitas antioksidan sangat lemah dengan nilai IC₅₀ sebesar 1493,09 ppm dan ekstrak daun kluwak mempunyai aktivitas antioksidan sangat lemah dengan nilai IC₅₀ sebesar 831,33 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanta, H.A., 2014. Preparasi Nanopartikel Perak Dengan Metode Reduksi Dan Aplikasinya Sebagai Antibakteri Penyebab Luka Infeksi. *Jurnal MKMI*:36-42.
- Asri, M., 2015. Karakterisasi Nanopartikel Emas dan Aplikasinya sebagai Sensor Kadar Gula Darah. Tesis tidak diterbitkan. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Abdel-Aziz, M.S., Shaheen, M.S., Aziza A., El-Nekeety, A.A., dan Abdel-Wahhab, M.A., 2013. Antioxidant And Antibacterial Activity Of Silver Nanoparticles Biosynthesized Using *Chenopodium Murale* Leaf Extract. *Journal of Saudi Chemical Society*: 1-8.
- Bharathi, D., Josebin, M.D., Vasantharaj, S., dan Bhuvaneshwari, V., 2018, Biosynthesis Of Silver Nanoparticles Using Stem Bark Extracts Of *Diospyros Montana* And Their Antioxidant

- And Antibacterial Activities. *Journal of Nanostructure in Chemistry*: 1-10.
- Isaac, R.S., Sakthivel, G., dan Murthy, C., 2013. Green Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles Using Banana Peel Extract and Their Antimicrobial Activity Against Representative Microorganism. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences* 8: 265-275.
- Matutu, J.M., Maming, Taba, P., 2016, Sintesis Nanopartikel Perak Dengan Metode Reduksi Menggunakan Buah Merah (*Pandanus Conoideus*) Sebagai Bioreduktor, Skripsi Diterbitkan, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Nagarajan, R., dan Hatton, T.A., 2008. Nanoparticles Synthesis Stabilization Passivation and Functionalization, Am. Chem. Soc, Oxford University Press, London.
- Rumengan, A.P., Dan Mantiri, D.A., 2015. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Alga *Dictyosphaeria cavernosa* dari Perairan Teluk Manado, *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*, 2(2): 71-77.
- Thomas, B., Prasad, A.A., dan Vithiya, S.M., 2018. Evaluation Of Antioxidant, Antibacterial And Photocatalytic Effect Of Silver Nanoparticles From Methanolic Extract Of *Coleus Vettiveroids* – An Endemic Species. *Journal Nanostruct* 8(2): 179-190.
- Wahyudin, T., Sugiyana, D., dan Helmy, Q., 2011. Sintesis Nanopartikel Perak Dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri *E. Coli* Dan *S. Aureus*, *Balai Besar Tekstil*, 21(6): 55-60.
- Winarsi, H., 2007. Antioksidan Alami dan Radikal Bebas, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.