

SINTESIS NANOPARTIKEL PLATINA DENGAN VARIASI ION Ag^+ DAN UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI PEREDAM RADIKAL BEBAS

SYNTHESIS OF PLATINUM NANOPARTICLE WITH VARIATION OF Ag^+ ION AND FREE RADICAL SCAVENGING ACTIVITY ASSAY

Dewi Nur Mala* dan Titik Taufikurohmah

*Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
State University of Surabaya*

Jl. Ketintang Surabaya (60231), Telp. 031-8298761

*Corresponding author, email: hikari.azka.ilmiah@gmail.com

Abstrak. Telah dilakukan sintesis nanopartikel platina dengan variasi penambahan ion Ag^+ . Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan ion Ag^+ dalam sintesis nanopartikel platina serta mengetahui besarnya aktivitas peredaman radikal bebas (DPPH) yang dihasilkan. Pada penelitian ini variasi penambahan ion Ag^+ yang dilakukan adalah 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 dan 0,8 mL. Pada penelitian ini karakterisasi nanopartikel platina dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan untuk uji aktivitas peredaman radikal bebas menggunakan metode DPPH. Berdasarkan data panjang gelombang maksimum spektra UV penambahan ion Ag^+ mempengaruhi ukuran kluster nanopartikel platina, semakin besar penambahan ion Ag^+ maka ukuran kluster nanopartikel platina juga semakin besar, berturut-turut ukuran kluster nanoplatina yang terbentuk 9,905; 10,03; 10,05; 10,07; 10,25 dan 10,25 nm. Pada pengujian aktivitas nanopartikel platina sebagai peredam radikal bebas menggunakan metode DPPH menunjukkan bahwa nanopartikel platina dapat meredam radikal bebas dengan semakin bertambahnya ion Ag^+ yang ditambahkan semakin kecil persen peredamannya dikarenakan pengaruh dari diameter nanopartikel platina.

Kata kunci: Sintesis, nanopartikel platina, ion Ag^+ , aktivitas peredaman radikal bebas.

Abstract. Platinum nanoparticles with the addition of ion Ag^+ has been synthesized. The purposed of this study was to determine the effect of addition Ag^+ ion in the synthesis of platinum nanoparticles and to determine how much free radical scavenginng activity of platinum nanoparticles. On this research the addition of Ag^+ ion was 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 and 0.8 ml. The characterization of platinum nanoparticles on this research used UV-Visible spectrophotometer and for free radical scavenging activity assay by DPPH method. Based on maximum wavelength (λ) of UV spectra that the addition of Ag^+ ion was affect of the size platinum nanoparticle clusters, increasingly the addition of Ag^+ ion then the size of platinum nanoparticle clusters also increasingly, respectvelly the size of platinum nanoparticle clusters is 9.90, 10.03, 10.05, 10.07, 10.25 and 10.25 nm. The free radical scavenging activity used DPPH method showed that platinum nanoparticles be able free radical scavenging by increasingly the addition of ion Ag^+ free radical scavenging activity was decreased caused of the size platinum nanoparticle clusters.

Keywords: synthesis, platinum nanoparticles, Ag^+ ions, free radical scavenging activity.

PENDAHULUAN

Nanoteknologi meningkatkan perhatian yang sangat besar dari para ilmuwan di seluruh dunia, karena material yang berukuran nano memiliki sifat yang khas yang tidak dimiliki oleh material ukuran besar serta pemanfaatannya yang luas [1]. Pemanfaatan nanoteknologi mencakup dalam bidang yang luas termasuk dalam bidang kosmetik.

Dalam bidang kosmetik pemanfaatan nanoteknologi diantaranya adalah melalui penggunaan beberapa nanopartikel koloid logam mulia (emas dan perak) sebagai kosmetik anti *aging*, penghilang noda hitam dan flek pada wajah.

Kosmetik anti *aging* adalah kosmetik yang dapat memperlambat penuaan (*aging*) yang ditandai dengan timbulnya kerutan pada wajah, warna kulit tidak merata dan timbulnya noda hitam [2].

Penelitian-penelitian terdahulu telah menyatakan bahwa nanopartikel platina merupakan golongan baru dari antioksidan yang telah terbukti efisien meredam spesies oksigen reaktif. Nanopartikel platina saat ini digunakan dalam pembuatan kosmetik dan telah diteliti sebagai agen terapeetik pada radang paru [3]. Selain itu, platina merupakan logam yang tingkat alerginya rendah dan digunakan secara luas sebagai katalis dalam

berbagai macam aplikasi [4]. Nanopartikel platina merupakan superoksida dismutase (SOD) [5]. Superoksida dismutase (SOD) merupakan antioksidan endogen.

Reaksi katalitik bergantung pada bentuk dan ukuran dari nanopartikel, dan karena itu sintesis dengan mengendalikan bentuk dan ukuran dari partikel koloid bisa jadi sangat penting dalam aplikasinya sebagai katalis. Ukuran dan bentuk dari nanopartikel platina dikontrol dengan merubah perbandingan konsentrasi materi *capping* polimer dengan konsentrasi kation logam platina [6]. Bentuk partikel juga dapat dikontrol dengan penambahan *foreign* ion selama sintesis dari nanopartikel logam. *Foreign* ion yang dapat ditambahkan dalam sintesis nanopartikel platina adalah ion Ag^+ [7].

Berdasarkan hal tersebut peneliti ingin melakukan sintesis nanopartikel platina dengan variasi penambahan ion Ag^+ dan uji aktivitasnya sebagai peredam radikal bebas menggunakan metode DPPH.

METODE PENELITIAN

Alat

Spektrofotometer UV-Vis, gelas ukur 10 mL dan 100 mL, gelas kimia 100, 250, 600 dan 800 mL, labu ukur 50 mL, pipet volume 1 dan 5 mL, kompor listrik, timbangan digital, pipet tetes.

Bahan

H_2PtCl_6 0,0625 M (merck), larutan AgNO_3 2×10^{-3} M (merck), Natrium sitrat, gliserin (Brataco), ethanol p.a., DPPH (SIGMA), akuades.

PROSEDUR PENELITIAN

Sintesis nanopartikel platina.

Pada penelitian ini sintesis nanopartikel platina menggunakan metode *bottom-up*, yaitu proses sintesis nanomaterial yang diawali dari material dasar berukuran kecil (jari-jari atom platina sebesar 139 pm, $\text{pm} = 10^{-12}$ m) (Pt^{4+} dari $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$) dibangun menjadi material yang berukuran besar yaitu nanometer. Sebanyak 95 mL akuades dipanaskan sampai suhu mencapai 95°C kemudian ditambahkan 3 mL gliserol dan dipanaskan selama 10 menit. Selanjutnya ditambahkan sebanyak 0,3-0,8 mL larutan AgNO_3 2×10^{-3} M sesuai dengan variasi yang ditentukan, ditambahkan 1,8 mL H_2PtCl_6 , ditambahkan 0,3 gram natrium sitrat dan dibiarkan selama 5 menit.

Karakterisasi nanopartikel platina

Karakterisasi nanopartikel platina yang dihasilkan menggunakan spektrofotometer UV-

Vis. Sebanyak 3 mL nanopartikel platina dimasukkan kedalam kuvet. Kemudian diukur panjang gelombang maksimum dan absorbansi pada rentang panjang gelombang 200-400 nm. Besarnya nilai panjang gelombang maksimum digunakan untuk menentukan ukuran kluster nanopartikel platina yang dihasilkan.

Uji aktivitas peredaman radikal bebas dengan metode DPPH

1. Pembuatan larutan DPPH 0,004%

Sebanyak 2 mg kristal DPPH dilarutkan dalam 50 mL etanol (p.a) dalam labu ukur 50 mL kemudian dikocok. Disimpan dalam wadah yang gelap dan tertutup.

2. Penentuan panjang gelombang maksimum larutan DPPH

Sebanyak 2 mL larutan DPPH 0,004% ditambahkan 2 mL etanol kemudian campuran dikocok dengan kuat dan diinkubasi selama 30 menit dalam ruangan gelap. Kemudian diamati serapan dan panjang gelombang maksimumnya pada rentang panjang gelombang 400-600 nm dengan menggunakan blanko etanol.

3. Uji aktivitas peredaman radikal bebas

Sebanyak 2 mL sampel ditambahkan dengan 2 mL larutan DPPH. Campuran dikocok dengan kuat dan diinkubasi selama 30 menit dalam ruangan gelap. Selanjutnya absorbansi sampel diukur pada panjang gelombang maksimum DPPH yang telah diukur sebelumnya. Pengamatan aktivitas peredaman radikal bebas dilakukan dalam rentang waktu 30, 90, 150, 210, dan 270 menit. Untuk mengetahui besarnya aktivitas peredaman radikal bebas yang dimiliki oleh nanopartikel platina dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

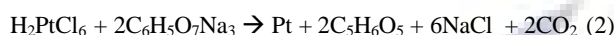
$$\% \text{peredaman} = \frac{A_{\text{DPPH}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{DPPH}}} \times 100 \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis dan karakterisasi nanopartikel platina dengan variasi penambahan ion Ag^+

Sintesis nanopartikel platina menggunakan bahan dasar H_2PtCl_6 (Pt^{4+}), natrium sitrat, akuades, gliserin dan larutan AgNO_3 . Pt^{4+} dalam larutan H_2PtCl_6 yang akan tereduksi menjadi Pt^0 dengan adanya natrium sitrat sebagai zat pereduksi dan penstabil, natrium sitrat bereaksi dengan H_2PtCl_6 yang menghasilkan Pt^0 dan ketoglutarat dapat dilihat pada persamaan (2). Fungsi dari penambahan gliserin adalah sebagai matrik tempat dimana kluster nanopartikel platina nantinya akan

tumbuh menjadi nanopartikel platina berukuran skala nano dan sekaligus sebagai surfaktan yang akan mengikat fasa air dan fasa minyak yang ada pada larutan tersebut. Fungsi dari penambahan larutan AgNO_3 adalah sebagai penyedia ion Ag^+ dalam sintesis nanopartikel platina. Ion Ag^+ dalam sintesis nanopartikel platina akan mampu mengontrol bentuk dari kristal nanopartikel platina yang dihasilkan dengan membentuk kluster kecil pada permukaan nanopartikel platina sebagai Ag. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan-bahan yang biasa digunakan pada berbagai jenis kosmetik.



Hasil sintesis nanoplatina yang dilakukan dengan variasi penambahan volume ion Ag^+ yang berasal dari larutan AgNO_3 didapatkan warna dari masing-masing larutan adalah coklat gelap.

Selanjutnya nanopartikel platina yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis Shimadzu 1800 pada rentang panjang gelombang UV yaitu 200-400 nm. Spektrum UV berupa panjang gelombang maksimum dari nanopartikel platina yang dihasilkan digunakan untuk mengetahui ukuran kluster dari nanopartikel platina yang disintesis menggunakan persamaan (3) yang diturunkan oleh Brus. Sedangkan data panjang gelombang maksimum dan absorbansi nanopartikel platina dapat digunakan untuk menentukan kecenderungan nanopartikel platina membentuk agregat berdasarkan nilai s (persamaan 4).

$$\frac{1240,6}{\lambda} = 1,3 + \frac{14,84}{R^2} \left(\frac{1}{m_e^2} + \frac{1}{m_h^2} \right) - \frac{2,6}{kR} \quad (3)$$

Tabel 1. Data Panjang Gelombang Maksimal dan Absorbansi dari Setiap Nanopartikel Platina yang Dihasilkan.

| Volume Ion Ag^+ (mL) | Panjang Gelombang maksimum (nm) | Absorbansi |
|-------------------------------|---------------------------------|------------|
| 0,3 | 203,10 | 3,328 |
| 0,4 | 207,80 | 3,330 |
| 0,5 | 209,30 | 3,211 |
| 0,6 | 210,00 | 3,235 |
| 0,7 | 213,40 | 3,140 |
| 0,8 | 213,40 | 3,180 |

Pada Tabel 1. variasi penambahan ion Ag^+ yang berbeda-beda menghasilkan panjang gelombang dan absorbansi yang berbeda pula. Berdasarkan Tabel 1. harga dari panjang

gelombang maksimum nanopartikel platina, semakin banyak ion Ag^+ yang ditambahkan maka nilai panjang gelombang maksimumnya juga semakin besar. Panjang gelombang maksimum berhubungan dengan banyaknya ukuran kluster yang paling banyak/mendominasi yang dihasilkan selama sintesis, semakin besar nilai panjang gelombangnya maka ukuran kluster nanopartikel yang mendominasi selama sintesis juga semakin besar. Untuk membuktikan ukuran dari nanopartikel platina yang dihasilkan dapat dihitung diameter nanopartikel platina yang dihasilkan menggunakan persamaan Brus (3).

Berdasarkan data pada Tabel 1. juga dapat diamati bahwa nilai absorbansi nanopartikel platina besarnya nilai absorbansi lebih dari 3 padahal seharusnya nilai absorbansi suatu sampel jika dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis tidak boleh lebih dari 1 dengan rentang nilai absorbansi yang diperbolehkan adalah sekitar 0,2 – 0,8. Pada penelitian ini nilai absorbansi yang diperoleh adalah 3 sehingga $\%T=0,1\%$ ($\%T$ merupakan persen transmisi, $\%T = I_1/I_0 \times 100\%$) sedangkan nilai $I_1 = 1$ (I_1 merupakan intensitas cahaya yang ditransmisikan melewati sampel) dan nilai $I_0 = 1000$ (I_0 merupakan intensitas cahaya mula-mula sebelum melewati sampel) yang berarti bahwa intensitas cahaya yang datang hampir semuanya diabsorpsi oleh sampel dan sedikit sekali yang ditransmisikan/diteruskan, pengukuran ini rawan terjadi kesalahan (*instrumental error*) karena setiap instrumen mempunyai *limited detection* tersendiri.

Jika nilai absorbansi suatu sampel lebih dari 1 maka yang seharusnya yang dilakukan adalah melakukan pengenceran sampel beberapa kali pengenceran sehingga didapatkan nilai absorbansinya pada rentang 0,2 – 0,8. Akan tetapi pada penelitian ini tidak dilakukan pengenceran dikarenakan pertimbangan terjadinya pergeseran nilai panjang gelombang maksimumnya. Jika panjang gelombang maksimum bergeser maka perhitungan untuk menentukan diameter dari nanopartikel platina hasil sintesis tidak dapat mewakili diameter yang sesungguhnya dikarenakan ukuran diameter nanopartikel platina bisa saja menjadi lebih besar atau lebih kecil dari diameter yang sesungguhnya. Sehingga pada penelitian selanjutnya disarankan untuk mencari instrumen yang lainnya yang dapat digunakan untuk mengkarakterisasi nanopartikel platina yang dihasilkan.

Persamaan (4) berikut digunakan untuk menentukan kecenderungan suatu nanomaterial mengalami pengendapan/agregasi.

$$S = \frac{\log A}{\log \lambda} \quad (4)$$

Tabel 2. Nilai s dan Diameter Kluster Nanopartikel Platina yang Dihasilkan

| Volume Ion Ag^+ (mL) | Nilai s | Diameter (nm) |
|-------------------------------|-----------|---------------|
| 0,3 | 0,2262 | 9,905 |
| 0,4 | 0,2237 | 10,03 |
| 0,5 | 0,2183 | 10,05 |
| 0,6 | 0,2196 | 10,07 |
| 0,7 | 0,2123 | 10,25 |
| 0,8 | 0,2157 | 10,25 |

Berdasarkan Tabel 2. nilai s dari setiap nanopartikel platina memiliki perbedaan yang tidak terlalu besar, dengan nilai s yang terbesar dimiliki oleh nanopartikel platina dengan penambahan ion Ag^+ sebanyak 0,3 mL sedangkan nilai s yang paling kecil dimiliki oleh nanopartikel platina dengan penambahan ion Ag^+ pada penambahan ion Ag^+ sebanyak 0,7 mL. Jika berdasarkan nilai s maka seharusnya yang mengalami pengendapan/agregasi adalah nanopartikel platina dengan penambahan ion Ag^+ sebanyak 0,3 mL akan tetapi dari hasil pengamatan yang mengalami pengendapan/agregasi adalah nanopartikel platina dengan penambahan ion Ag^+ sebanyak 0,7 mL hal dikarenakan ukuran kluster dari nanopartikel platina juga dapat mempengaruhi agregasi/pengendapan yang terjadi pada nanopartikel platina dan tidak hanya bergantung dari nilai s saja disebabkan kluster yang lebih besar akan memiliki gaya gravitasi yang lebih besar dibandingkan dengan kluster yang berukuran lebih kecil sehingga cenderung akan mengalami agregasi/pengendapan.

Berdasarkan Tabel 2. Juga dapat diketahui bahwa semakin banyak ion Ag^+ yang ditambahkan maka ukuran kluster nanopartikel yang terbentuk semakin besar berturut-turut diameter kluster nanopartikel yang didapatkan adalah 9,905; 10,03; 10,05; 10,07; 10,25 dan 10,25 nm.

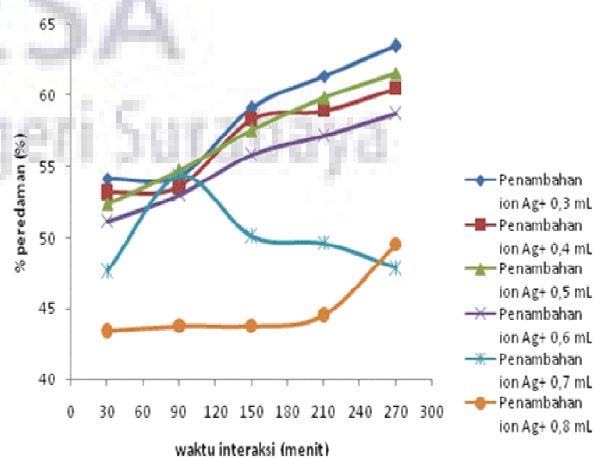
Ukuran kluster nanopartikel platina yang dihasilkan dengan gliserin sebagai matriks memiliki rentang 9,9 – 10,25 nm hal ini cocok digunakan sebagai bahan tambahan pada pembuatan kosmetik. Dimana ukuran kluster sesuai dengan ukuran pori-pori kulit manusia pada rentang 20 – 50 nm [8]. Sehingga nanopartikel platina dapat digunakan sebagai alternatif lain sebagai bahan tambahan dalam pembuatan kosmetik yang berfungsi sebagai anti *aging* dan

antioksidan selain nanopartikel emas atau material yang lainnya.

Uji Aktivitas Peredaman Radikal Bebas Nanopartikel Platina

Uji aktivitas peredaman radikal bebas (uji antioksidan) dilakukan dengan menggunakan metode DPPH. Analisis pada metode ini didasarkan pada penurunan nilai absorbansi DPPH setelah diinteraksikan dengan suatu antioksidan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. DPPH yang digunakan pada uji ini adalah larutan DPPH 0,004%, larutan DPPH kemudian diukur panjang gelombang maksimum dan absorbansinya pada rentang 400-600 nm dan diperoleh panjang gelombang maksimum DPPH sebesar 516,40 nm dengan absorbansinya sebesar 0,523. Berdasarkan nilai panjang gelombang maksimum yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk mengukur absorbansi larutan DPPH setelah berinteraksi dengan nanopartikel platina. Absorbansi yang terukur merupakan absorbansi sisa DPPH yang tidak bereaksi dengan larutan uji.

Pada Tabel 3. dapat diketahui bahwa kemampuan nanopartikel platina meredam senyawa radikal bebas (DPPH) dari nanopartikel platina pada penambahan ion Ag^+ sebanyak 0,3 mL sampai dengan 0,8 mL semakin menurun hal ini dikarenakan diameter nanopartikel platina yang dihasilkan dengan bertambahnya ion Ag^+ yang ditambahkan selama proses sintesis juga menyebabkan ukuran kluster yang dihasilkan semakin besar sehingga kemampuan untuk meredam radikal bebas semakin menurun hal ini dikarenakan kemampuan katalitik nanopartikel platina bergantung dengan ukuran nanopartikel yang dihasilkan.



Gambar 1. Grafik Antara Waktu Interaksi Dengan Persen Peredaman Radikal Bebas Dari Berbagai Variasi Nanopartikel Platina Yang Dihasilkan

Tabel 3. Data Uji Aktivitas Peredaman Radikal Bebas Nanopartikel Platinum Dengan Variasi Ion Ag^+ .

| Volume ion Ag^+ (mL) | Waktu interaksi (menit) | Nilai Absorbansi Nanopartikel Platina setelah interaksi dengan DPPH | % Peredaman |
|-------------------------------|-------------------------|---|-------------|
| 0,3 | 30 | 0,240 | 54,11 |
| | 90 | 0,239 | 54,30 |
| | 150 | 0,214 | 59,08 |
| | 210 | 0,202 | 61,37 |
| | 270 | 0,191 | 63,47 |
| 0,4 | 30 | 0,245 | 53,15 |
| | 90 | 0,243 | 53,54 |
| | 150 | 0,218 | 58,31 |
| | 210 | 0,215 | 58,89 |
| | 270 | 0,207 | 60,42 |
| 0,5 | 30 | 0,249 | 52,39 |
| | 90 | 0,237 | 54,68 |
| | 150 | 0,222 | 57,55 |
| | 210 | 0,210 | 59,84 |
| | 270 | 0,201 | 61,56 |
| 0,6 | 30 | 0,254 | 51,14 |
| | 90 | 0,246 | 52,96 |
| | 150 | 0,231 | 55,83 |
| | 210 | 0,224 | 57,17 |
| | 270 | 0,216 | 58,69 |
| 0,7 | 30 | 0,274 | 47,60 |
| | 90 | 0,239 | 54,30 |
| | 150 | 0,261 | 50,09 |
| | 210 | 0,198 | 62,14 |
| | 270 | 0,173 | 66,92 |
| 0,8 | 30 | 0,296 | 43,40 |
| | 90 | 0,295 | 43,59 |
| | 150 | 0,294 | 43,78 |
| | 210 | 0,290 | 44,55 |
| | 270 | 0,264 | 49,52 |

Pada Gambar 1. dapat diamati bahwa nanopartikel platina dengan penambahan ion Ag^+ sebanyak 0,3 – 0,6 mL dengan semakin lamanya waktu interaksi antara DPPH dengan nanopartikel platina semakin besar persen peredaman radikal bebasnya sedangkan pada nanopartikel platina dengan penambahan ion Ag^+ sebanyak 0,7 dan 0,8 mL memiliki kemampuan meredaman radikal bebas dengan semakin lamanya waktu interaksi cenderung mengalami penurunan hal ini dimungkinkan karena terjadi agregasi pada kluster nanopartikel platina karena ukurannya yang cenderung lebih besar dibandingkan dengan nanopartikel platina dengan penambahan ion Ag^+

sebanyak 0,3 – 0,8 mL. Dengan aktivitas peredaman radikal bebas tertinggi dimiliki oleh nanopartikel platina dengan penambahan ion Ag^+ sebanyak 0,3 mL yaitu sebesar 61,37% dengan waktu interaksi selama 270 menit sedangkan aktivitas peredaman radikal bebas yang paling rendah dimiliki oleh nanopartikel platina dengan penambahan ion Ag^+ sebanyak 0,7 mL yaitu sebesar 47,80% dengan waktu interaksi selama 270 menit pada. Secara keseluruhan terjadi penurunan kemampuan aktivitas peredaman radikal bebas nanopartikel platina seiring dengan bertambahnya ion Ag^+ yang ditambahkan selama proses sintesis nanopartikel. Hal ini disebabkan karena semakin banyak ion Ag^+ yang ditambahkan pada sintesis nanopartikel platina semakin besar ukuran kluster nanopartikel platina yang dihasilkan sehingga menyebabkan kemampuan meredam radikal bebasnya semakin rendah karena kemampuan meredam radikal bebas nanopartikel platina bergantung pada ukuran kluster nanopartikel platina yang dihasilkan.

PENUTUP

Kesimpulan

Dalam sintesis nanopartikel platina penambahan ion Ag^+ mempengaruhi ukuran kluster yang dihasilkan yaitu semakin banyak volume AgNO_3 yang ditambahkan dalam sintesis nanopartikel platina maka semakin besar pula nanopartikel platina yang dihasilkan.

Pada nanopartikel platina dengan variasi penambahan ion Ag^+ semakin lama waktu interaksi antara DPPH dengan nanopartikel platina hasil sintesis semakin besar pula kemampuan meredam radikal bebas yang dimiliki. Nanopartikel platina dengan penambahan ion Ag^+ 0,3 mL memiliki aktivitas peredaman radikal bebas yang tertinggi yaitu sebesar 61,37% pada waktu interaksi antara radikal bebas DPPH dengan nanopartikel platina selama 270 menit sedangkan pada penambahan ion Ag^+ sebanyak 0,7 mL pada sintesis nanopartikel platina memiliki aktivitas peredaman radikal bebas yang paling rendah yaitu sebesar 47,80% pada waktu interaksi antara radikal bebas DPPH dengan nanopartikel platina selama 270 menit.

DAFTAR PUSTAKA

1. Abdullah, M., & Khairurrijal. (2010). *Karakterisasi Nanomaterial : Teori, Penerapan, dan Pengolahan Data*. Bandung: Rezeki Putera.

2. Taufikurohmah, T. (2013). Sintesis, Karakterisasi, Penentuan Mekanisme dan Uji Preklinik Nanogold Sebagai Material Esensial Dalam Kosmetik Antiaging. *Disertasi* yang tidak dipublikasikan. Surabaya: Universitas Airlangga.
3. Onizawa, S., et. al. (2010). Platinum Nanoparticle Antioxidants Inhibit Pulmonary Inflammation in Mice Exposed to Cigarette Smoke . *Pulm Parmachol Term.* Vol. 22 (4): pp 340-349.
4. Hoshika, S., et. al. (2010). Effect of Application Time of Colloidal Platinum Nanoparticles on the Microtensile Bond Strength to Dentin. *Dental Material Journal.* Vol. 29 (6): pp 682-689.
5. Kim, J., et. al. (2008). Effect of A Potent Antioxidant, Platinum Nanoparticle, on the Lifespan of *Caenorhabditis elegans*. *Mech Ageing Dev.* Vol. 129 (6): pp 322-331.
6. Ahmadi, T. S., et. al. (1996). Shape-Controlled Synthesis of Colloidal Platinum Nanoparticles. *Science.* Vol. 272 (5270): pp 1924-1926.
7. Rioux, R. M., et al. (2006). Monodisperse Platinum Nanoparticles of Well-Defined Shape: Synthesis, Characterization, Catalytic Properties and Future Prospect. *Topics in Catalysis.* Vol. 39: pp 3-4.
8. Taufikurohmah, T., Sanjaya, I. G. M., Baktir, A., dan Syahrani, A. 2014. Characterization the Stability of Colloidal Silver Nanoparticles Synthesized With Variance Silver Ions as Anti-Microbial in Cosmetic Formulation. *Asian Journal Of Chemistry.* Vol 26 (24): hal 1-4.

