

## SINTESIS NANOGOLD DAN KARAKTERISASI MENGGUNAKAN MATRIK CETOSTEARYL ALCOHOL SEBAGAI PEREDAM RADIKAL BEBASDALAM KOSMETIK

### SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NANOGOLD USING MATRIX CETOSTEARYL ALCOHOL AS FREE RADICALS SCAVENGING IN COSMETIC

*Eka Fitri Yanti\* dan Titik Taufikurohmah\*\**

*Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya*

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

*\*e-mail : fit\_v@ymail.com*

*\*\*e-mail : ttaufikurohmah@yahoo.com*

**Abstrak.** Telah dilakukan penelitian tentang sintesis dan karakterisasi nanogold menggunakan matrik cetostearyl alcohol sebagai peredam radikal bebas dalam kosmetik. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan  $\text{HAuCl}_4$  terhadap diameter cluster dan mengetahui aktivitas peredaman radikal bebas oleh nanogold menggunakan matrik cetostearyl alcohol. Sintesis nanopartikel emas dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu pembuatan larutan induk  $\text{HAuCl}_4$ , mereduksi larutan  $\text{HAuCl}_4$  melalui proses bottom-up yaitu dengan cara mereduksi ion logam ( $\text{Au}^{3+}$ ) menjadi logam yang tidak bermuatan ( $\text{Au}^0$ ) yang ditandai dengan perubahan warna dari kuning menjadi merah anggur, selanjutnya koloid nanopartikel emas diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan ukuran cluster meningkat seiring meningkatnya konsentrasi larutan  $\text{HAuCl}_4$ . Aktivitas peredaman radikal DPPH oleh nanogold menggunakan matrik cetostearyl alcohol meningkat seiring meningkatnya konsentrasi nanogold.

**Katakunci :** Cetostearyl Alcohol, DPPH, Nanogold, Sintesis.

**Abstract.** It has been done research about synthesis and characterization of nanogold using matrix cetostearyl alcohol as free radicals scavenging in cosmetic. The purpose of this study to determine the effect of the concentration of  $\text{HAuCl}_4$  solution to the size of cluster and determine the activity of free radicals by nanogold using cetostearyl alcohol matrix. Synthesis of gold nanoparticles through several stages, namely the manufacture of mother liquor  $\text{HAuCl}_4$ , reducing solution  $\text{HAuCl}_4$  through a bottom-up process that is by reducing the metal ions ( $\text{Au}^{3+}$ ) to metal charged ( $\text{Au}^0$ ) indicated by the color change from yellow to red wine, The next colloidal gold nanoparticles were tested using UV-Vis spectrophotometer. Based on the results obtained cluster size increased with increasing concentrations of  $\text{HAuCl}_4$  solution. Activity of free radicals by nanogold using cetostearyl alcohol matrix increases with increasing concentration of nanogold.

**Keywords:** Cetostearyl Alcohol, DPPH, Nanogold, Synthesis

#### PENDAHULUAN

Nanopartikel adalah partikel yang berukuran sangat kecil dengan diameter antara 1-100 nm. Nanopartikel dapat didefinisikan sebagai suatu partikel berdimensi tiga, yang memiliki ukuran berskala nanometer. Nanopartikel diketahui terdapat dalam bermacam bentuk seperti bola (*spherical*), kubik, pentagonal, dan balok (*rod-shaped*). Sifat dari nanopartikel yang paling utama yaitu memiliki warna berbeda-beda bergantung besar diameternya [1]. Ditemukan bahwa sifat materi yang berukuran nanometer sangat berbeda dibanding dengan sifat pada ukuran yang lebih besar (*bulk*). Perbedaan yang sangat dramatis terjadi pada sifat fisika, kimia dan biologinya. Perbedaan yang terjadi memberikan manfaat yang sangat besar yaitu material nanolebih unggul pada berbagai bidang terapan, termasuk biologi dan farmasi. Nanopartikel terkadang memiliki sifat terlihat (*visible*) yang tidak terduga, karena dengan ukurannya yang cukup kecil dapat menghamburkan cahaya dibandingkan

mengabsorpsinya. Sebagai contoh, nanopartikel emas terlihat berwarna merah gelap dalam larutan [2].

Secara umum ada dua metode yang dapat digunakan dalam sintesis nanopartikel, yaitu secara *top-down* dan *bottom-up*. *Top-down* adalah sintesis partikel berukuran nano secara langsung dengan memperkecil material yang besar dengan metode *grinding* (penggerusan), misalkan dengan alat *milling*. Sedangkan *bottom-up* adalah menyusun atom-atom atau molekul-molekul hingga membentuk partikel berukuran nanometer, menggunakan teknik sol-gel, presipitasi kimia, dan aglomerasi fasa gas [3]. Pada penelitian ini digunakan metode sintesis nanomaterial menggunakan metode *bottom-up* yaitu mengubah material  $\text{HAuCl}_4$  yang berukuran sangat kecil ke partikel yang berukuran nanometer. Larutan  $\text{HAuCl}_4$  tereduksi menjadi  $\text{Au}^0$  dengan adanya natrium sitrat sebagai agen pereduksi. Pada proses sintesis akan terjadi tumbukan antar partikel emas dan pergerakan partikel yang tidak terkontrol sehingga menyebabkan *agregasi* dan ukuran partikel yang lebih besar. Untuk mencegah hal ini maka pada

proses sintesis digunakan matrik yang akan mengontrol gerakan kluster emas [4].

Berdasarkan literatur dari Abdullah (2009), untuk koloid emas surfaktan yang biasa digunakan adalah alkanthiol, yaitu alkena dengan gugus fungsional thiol (-SH). Atom sulfida pada alkanthiol suka menempel pada permukaan emas sehingga teradsorpsi di permukaan emas membentuk lapisan tipis. Kehadiran lapisan tersebut disamping menghentikan pertumbuhan ukuran partikel lebih lanjut, juga menghindari penggumpalan partikel membentuk agregat yang lebih besar lagi sehingga koloid emas tetap stabil dalam jangka waktu yang lama[3]. *Cetostearyl alcohol* disini mempunyai kemiripan dengan matrik-matrik yang sudah pernah digunakan yaitu mempunyai atom O yang suka menempel pada atom emas karena atom O punya banyak elektron seperti pada matrik gliserol monostearat dan atom sulfid pada matrik alkanthiol yang kemudian membentuk lapisan tipis.

## METODE PENELITIAN

### Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitis, gelas kimia 250 mL, pipet volume 10 mL, labu ukur 1000 mL, *hotplate* dan *stirer*, kaca arloji, spatula, pipet, seperangkat alat spektrofotometer UV-Vis Shimadzu UV-1800, dan seperangkat alat SEM JSM-6360.

### Bahan

Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah lempengan emas murni, *aquaregia* (air raja), aquabides, natrium sitrat, *cetostearyl alcohol* (laurex), DPPH dan alkohol 96%.

## PROSEDUR PENELITIAN

### Pembuatan larutan induk HAuCl<sub>4</sub> 1000 ppm

1 gram emas dilarutkan ke dalam 8 mL *aquaregia* sambil dipanaskan. Pemanasan dilakukan hingga emas larut sempurna dan telah dihasilkan gas klor, nitrit, hidrogen. Setelah yang tersisa air dan larutan HAuCl<sub>4</sub>, pemanasan dihentikan dan larutan HAuCl<sub>4</sub> diencerkan dalam labu ukur 1000 mL menggunakan aquadest.

### Sintesis nanopartikel emas dengan menggunakan matrik *cetostearyl alcohol*

Memanaskan 100 mL aquabidest hingga mendidih. Menambahkan 0,5 gram matrik *cetostearyl alcohol* dan 0,5 gram natrium sitrat. Campuran di aduk menggunakan *stirer* dengan kecepatan 300 rpm. Menambahkan larutan HAuCl<sub>4</sub> 1000 ppm sesuai dengan volume untuk konsentrasi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm dan 50 ppm. Pemanasan dihentikan apabila larutan telah berubah menjadi warna merah anggur.

### Uji aktivitas antioksidan

Larutan nanopartikel emas yang dihasilkan kemudian diuji aktivitas antioksidan menggunakan radikal DPPH yaitu dengan perbandingan volume (v/v) 1:1. Kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimal DPPH. Hasil pengukuran dihitung persen peredaman menggunakan rumus sebagai berikut:

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

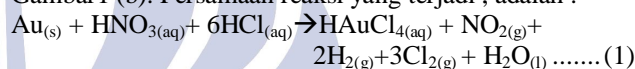
## Karakterisasi nanopartikel emas menggunakan SEM

Larutan nanopartikel emas sebanyak 20 mL dimasukkan ke dalam cawan petri dan di angin-anginkan ±3 minggu. Setelah kering sampel dikarakterisasi menggunakan SEM untuk mengetahui ukuran *nanogold* dan morfologi partikel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembuatan larutan induk HAuCl<sub>4</sub> 1000 ppm

Tahap pertama dalam mensintesis nanopartikel emas yaitu membuat larutan induk HAuCl<sub>4</sub> dengan cara melarutkan logam emas pada Gambar 1(a) dengan menggunakan *aquaregia* (air raja). *Aquaregia* dibuat dengan cara mencampurkan larutan HCl 16N dengan larutan HNO<sub>3</sub> 12N dengan perbandingan HCl dan HNO<sub>3</sub> adalah 3:1. Dalam penelitian ini larutan induk HAuCl<sub>4</sub> dibuat dengan melarutkan 1 gram logam emas dengan 8 mL *aquaregia* seperti yang terlihat pada Gambar 1 (b). Persamaan reaksi yang terjadi, adalah :



Pada saat proses pelarutan logam emas, juga ditambah dengan pemanasan beberapa saat sampai terlihat letupan-letupan yang berupa gas H<sub>2</sub> dan gas berwarna coklat yang merupakan gas NO<sub>2</sub>. Pemanasan dilakukan karena reaksi tidak dapat berlangsung secara spontan sehingga dibutuhkan pemanasan untuk menghilangkan gas NO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>. Pemanasan dilakukan hingga logam emas larut sempurna menjadi larutan berwarna kuning jernih seperti pada gambar 1 (b). Pemanasan dihentikan apabila tidak ada lagi uap putih yang berbau menyengat, uap putih berbau menyengat tersebut membuktikan pada proses reaksi terbentuk gas klorin. Sehingga pada larutan hanya tersisa larutan HAuCl<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub>O.



Gambar 1. (a) Lempengan Logam Emas, (b) Lempengan Logam emas dilarutkan dalam *aquaregia* (6ml HCl : 2mL HNO<sub>3</sub>)

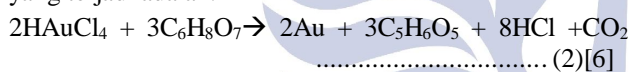
Selanjutnya larutan diencerkan dengan labu ukur 1000 mL sampai tanda batas, sehingga dihasilkan larutan HAuCl<sub>4</sub> 1000 ppm dan disebut sebagai larutan induk yang digunakan sebagai material awal dalam sintesis *nanogold*. Pada penelitian ini, digunakan emas dalam bentuk larutan

$\text{HAuCl}_4$  yang perlu disintesis terlebih dahulu menjadi bentuk material *nanogold* sebelum digunakan pada kosmetik karena larutan  $\text{HAuCl}_4$  ini bersifat korosif dan berbahaya, apabila terjadi kontak langsung dengan kulit mengakibatkan efek iritasi dan terbakar. Selain itu, adanya sintesis *nanogold* ini juga bermanfaat untuk memperkaya sifat-sifat emas dalam bentuk nanopartikel emas, salah satunya adalah dapat memperbesar luas permukaan material. Hal inilah yang menjadi dasar bahwa nanopartikel dapat berfungsi sebagai suatu katalis aktif [5].

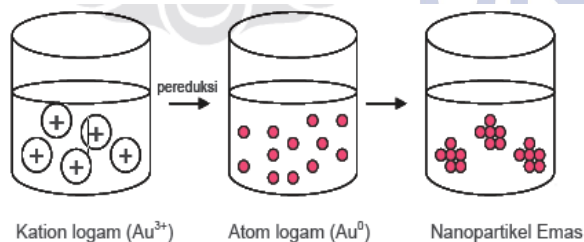
### Sintesis nanopartikel emas

Proses pembuatan nanopartikel emas dalam penelitian ini dengan cara mereduksi ion logam ( $\text{Au}^{3+}$ ) menjadi logam yang tidak bermuatan lagi ( $\text{Au}^0$ ) pada kondisi mendidih dan pengadukan yang sempurna. Nanopartikel terjadi dengan adanya transfer elektron dari zat pereduksi menuju ion logam. Proses sintesis dilakukan dengan metode *bottom up*, yaitu menggabungkan partikel yang sangat kecil menjadi partikel berukuran nanometer.

Sintesis nanopartikel emas dilakukan dengan memanaskan larutan emas dengan zat pereduksi natrium sitrat, dimana natrium sitrat tidak hanya berfungsi sebagai zat pereduksi tetapi juga berperan sebagai zat penstabil (*capping agent*). Muatan negatif dari ion sitrat akan diadsorpsi oleh permukaan nanopartikel emas sehingga adanya muatan negatif di sekeliling permukaannya. Hal ini dapat mencegah *agregasi* dari nanopartikel emas. Reaksi yang terjadi adalah:



Ketika berada dalam bentuk ionnya,  $\text{Au}^{3+}$  akan saling tolak-menolak karena pengaruh muatan sejenis, namun setelah direduksi menjadi  $\text{Au}^0$  maka muatan atom Au menjadi netral sehingga memungkinkan antar atom Au akan saling mendekat dan berinteraksi satu sama lain melalui ikatan antar logam membentuk suatu *cluster* yang berukuran nano [2]. Penjelasan diatas dapat diilustrasikan pada gambar 2 berikut ini :

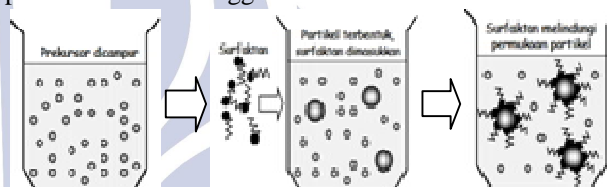


Gambar 2. Ilustrasi pembentukan nanopartikel [2]

Perubahan-perubahan warna yang terjadi selama sintesis menunjukkan pertumbuhan *cluster* yang dihasilkan semakin besar, dimana pada saat atom emas belum saling berinteraksi satu sama lain (larutan tidak berwarna). Dalam jumlah tertentu *cluster* emas memberikan warna biru tua yang diikuti menjadi warna merah, saat *cluster* semakin besar dan saat memasuki ukuran nano, emas menjadi berwarna merah anggur seperti yang terlihat pada gambar 2. Pada sintesis *nanogold* apabila pemanasan diteruskan, maka terjadi

pertumbuhan ukuran partikel (*cluster*) terus berkembang sehingga bentuk *nanogold* yang awalnya berupa koloid berubah menjadi suspensi yang menghasilkan endapan emas berwarna ungu kecoklatan dan ukuran partikel emas menjadi besar (*bulk*), dimana mulai terdapat endapan yang membentuk gumpalan-gumpalan cukup besar. Untuk menghindari gumpalan (*agregasi*) antar partikel, maka digunakan zat penstabil yang berupa surfaktan atau senyawa organik yang berperan dalam mencegah interaksi antar partikel.

Berdasarkan literatur dari Abdullah (2009), untuk mencegah pertumbuhan partikel yang semakin lama semakin membesar, maka dapat dilakukan deaktivasi permukaan koloid. Salah satu cara deaktivasi yang banyak dilakukan adalah menggunakan surfaktan. Molekul surfaktan akan menempel pada permukaan koloid yang dibuat dan akan melindungi permukaan tersebut dari bertambahnya atom *precursor* lebih lanjut meskipun di dalam koloid masih ada atom-atom *precursor* yang belum bereaksi. Gambar 3 adalah ilustrasi bagaimana membuat koloid dengan ukuran partikel tertentu menggunakan surfaktan.



Gambar 3. Ilustrasi Pembentukan Nanopartikel Emas dengan Penambahan Surfaktan

Dengan demikian zat penstabil yang digunakan untuk mensintesis *nanogold* ini berupa matrik dari material dasar pembuatan krim kosmetik *cetostearyl alcohol*. Matrik *cetostearyl alcohol* merupakan matrik yang memiliki kemiripan dengan matrik alkantol yaitu senyawa organik yang memiliki gugus fungsi OH yang akan menempel pada atom emas dan terdiri dari dua ligan non polar yang menjauhi atom emas. *Cetosteryl alcohol* akan melindungi atom emas berinteraksi dengan atom emas yang lain serta mencegah pertumbuhan partikel yang tidak terkontrol.

Hasil sintesis nanopartikel emas akan ditentukan ukuran *cluster* emas dan uji aktivitas peredaman nanopartikel emas terhadap radikal DPPH serta dilakukan karakterisasi morfologi permukaan *cluster* menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

### Pengaruh Konsentrasi Larutan $\text{HAuCl}_4$ terhadap Ukuran *Cluster* Emas

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan emas ( $\text{HAuCl}_4$ ) terhadap ukuran *nanogold* yang dihasilkan yaitu dengan menentukan serapan panjang gelombang maksimum *nanogold* menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Digunakan metode ini karena serapan panjang gelombang maksimum berhubungan dengan ukuran partikel yang berarti dalam suatu larutan *nanogold* terdapat berbagai ukuran partikel akan tetapi ukuran yang paling dominan adalah pada panjang gelombang maksimum. Serapan panjang gelombang maksimum yang didapatkan dibandingkan dengan tabel efek ukuran nanopartikel pada panjang gelombang absorpsi

maksimum koloid emas [2], untuk mengetahui ukuran *cluster* Au yang didapatkan. Hasil ukuran *cluster* Au yang didapatkan terlihat pada tabel 1.

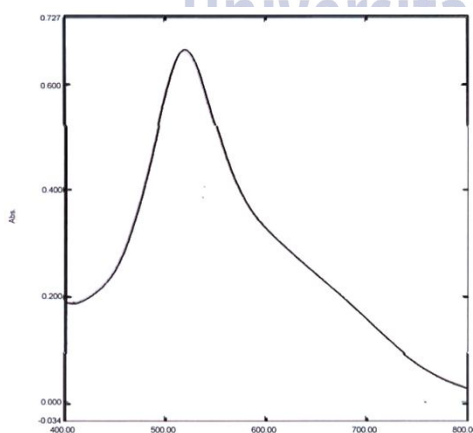
Tabel 1. Hasil pengukuran *cluster* Au dari spektrofotometer UV-Vis

Sampel	Konsentrasi (ppm)	Panjang gelombang (nm)	Ukuran <i>cluster</i> (nm)
A	10 ppm	526	40
B	20 ppm	529,5	55,27
C	30 ppm	531,5	55,48
D	40 ppm	532	55,53
E	50 ppm	535	59,00

Berdasarkan tabel 1 Terlihat bahwa nanopartikel emas yang terbentuk membentuk ukuran *cluster* yang berada pada kisaran nanomaterial yaitu pada rentang 1-100 nm. Ukuran *cluster* yang dihasilkan dari uji menggunakan spektrofotometer UV-Vis yaitu ukuran *cluster* yang paling dominan pada serapan panjang gelombang maksimum. Setiap partikel pada konsentrasi tertentu memiliki ukuran yang beragam, seperti yang dihasilkan pada uji SEM dihasilkan ukuran yang beragam pada setiap konsentrasi. Semakin meningkatnya konsentrasi larutan H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub>, maka ukuran *cluster* Au yang dihasilkan semakin besar sehingga hubungan antara konsentrasi larutan H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> berbanding lurus dengan ukuran *cluster* Au yang dihasilkan.

#### Uji Aktivitas Antioksidan koloid nanogold dengan Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Pada penelitian ini pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis berfungsi untuk mengetahui kemampuan koloid nanogold dalam meredam radikal DPPH. Hal pertama yang dilakukan adalah mengukur panjang gelombang maksimum DPPH. Panjang gelombang maksimum DPPH diperlukan untuk pembacaan absorbansi sampel koloid nanogold yang akan di uji.



Gambar 4. Spektrum panjang gelombang maksimum DPPH

Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer UV-1800 Shimadzu pada rentang panjang gelombang 400-800 nm diperoleh panjang gelombang maksimum DPPH sebesar 519,5 nm dan absorbansi sebesar 0,664, seperti yang terlihat pada gambar 4. Panjang gelombang 519,5 nm menunjukkan bahwa DPPH mempunyai warna hijau dan warna komplementer ungu dengan range panjang gelombang sebesar 500-560 nm. Panjang gelombang maksimum DPPH dapat digunakan untuk mengukur absorbansi koloid nanogold dari hasil sintesis.

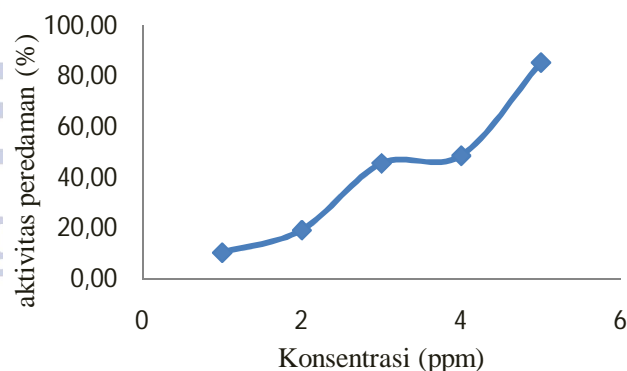
Aktivitas antioksidan nanogold menggunakan matrik cetostearyl alcohol dilakukan pada konsentrasi nanogold yang bervariasi, yaitu 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm. Hal ini dilakukan karena peneliti berkeinginan mengetahui pengaruh konsentrasi nanogold dalam meredam radikal bebas.

Berdasarkan hasil pengukuran dengan spektrofotometer UV-1800 Shimadzu pada panjang gelombang maksimum DPPH yaitu 519,5 nm diperoleh persen peredaman radikal bebas seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Persen peredaman radikal DPPH oleh emas

Konsentrasi sampel (ppm)	% peredaman
10 ppm	10,39
20 ppm	19,27
30 ppm	45,63
40 ppm	48,64
50 ppm	85,39

Berdasarkan tabel 2 dapat dibuat grafik hubungan antara konsentrasi larutan H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> dengan aktivitas peredaman yang dapat dilihat pada gambar 5.

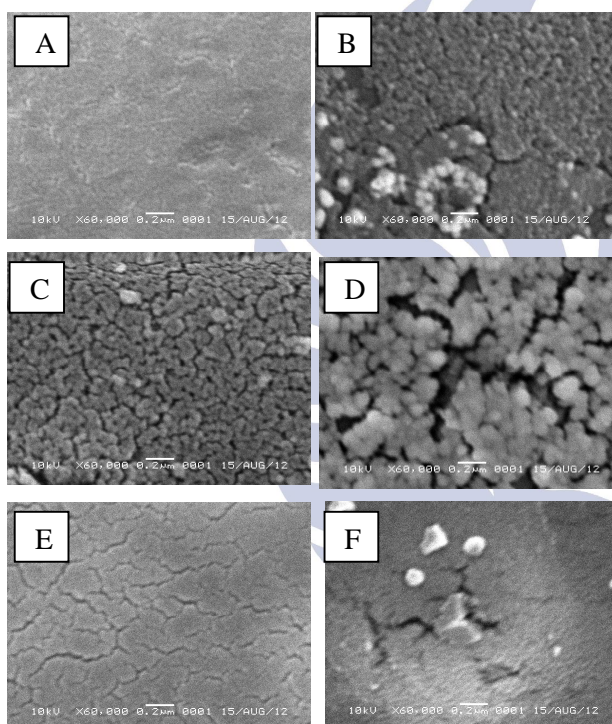


Gambar 5. Grafik hubungan konsentrasi nanogold dengan aktivitas peredaman radikal bebas (%)

Berdasarkan gambar 5 terlihat bahwa aktivitas peredaman radikal bebas DPPH oleh nanogold menggunakan matrik meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi nanogold. Aktivitas peredaman radikal bebas DPPH tertinggi terdapat pada konsentrasi nanogold 50 ppm yaitu sebesar 85,39%. Hal ini terjadi karena semakin besar konsentrasi nanogold, maka menghasilkan absorbansi yang semakin besar yang artinya semakin banyak partikel nanogold yang meredam atau menstabilkan radikal bebas.

Meningkatnya absorbansi mengacu pada kondisi fisik yang dihasilkan yaitu semakin besar konsentrasi nanogold warna larutan semakin pekat akan tetapi larutan masih berwarna merah anggur (warna dari nanogold). Pada grafik nanogold dengan matrik terbentuk lembah pada konsentrasi 20 ppm dan 40 ppm, yang artinya aktivitas peredaman radikal DPPH mengalami kenaikan yang tidak linear. Hal ini dapat disebabkan karena interaksi nanogold dengan radikal DPPH tidak maksimal, tetapi masih lebih tinggi dari konsentrasi yang lebih rendah. Selain itu pada konsentrasi 30, 40 dan 50 ppm apabila nanogold dibiarkan beberapa jam akan terbentuk endapan yang berarti nanogold pada konsentrasi 30, 40 dan 50 ppm sudah tidak homogen dan mengalami agregasi membentuk partikel bukan nano. Sehingga aktivitas peredaman radikal bebas kurang maksimal.

### Karakterisasi Morfologi Nanopartikel Emas Menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM)



Gambar 7. Hasil Foto SEM (a) nanopartikel emas tanpa matrik konsentrasi 20 ppm, nanopartikel emas dengan matrik (b) Konsentrasi 10 ppm (c) Konsentrasi 20 ppm, (d) Konsentrasi 30 ppm, (e) Konsentrasi 40 ppm, (f) Konsentrasi 50 ppm

Berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa nanopartikel emas terdispersi pada permukaan matrik *cetostearyl alcohol* yang terlihat dari foto sem nanopartikel tanpa matrik mempunyai morfologi permukaan yang lebih halus daripada foto SEM nanopartikel emas dengan matrik. Nanopartikel emas berinteraksi dengan matrik. *Cluster* emas yang terbentuk akan berikatan kovalen dengan atom O pada matrik *cetostearyl alcohol* dan rantai nonpolar pada matrik akan menjauhi emas, sehingga *cluster* emas akan lebih susah berinteraksi

dengan *cluster* yang lain dan mencegah *agregasi* antar sesama partikel emas. Besar *cluster* yang terbentuk dari gambar hasil SEM terlihat sangat bervariasi tidak seragam ada yang besar dan kecil.

Adanya perbedaan besar pada *cluster* nanopartikel emas ini dikarenakan pengaruh dari *cetostearyl alcohol* sebagai matrik. Penelitian yang dilakukan Wijaya (2008) mensintesis dengan menggunakan matrik natrium sitrat. Besar nanopartikel emas yang dihasilkan tidak seragam, hal ini dikarenakan sifat dari natrium sitrat sebagai zat penstabil tidak terlalu kuat. Natrium sitrat menstabilkan hanya dengan adsorpsi muatan negatif dari ion sitrat pada permukaan nanopartikel emas sehingga memungkinkan terjadinya *agregasi* antar nanopartikel emas. Kemampuan natrium sitrat sebagai zat penstabil tidak sebaik zat penstabil lainnya seperti ligan organik yang mengandung gugus thiol atau gugus amina yang menstabilkan nanopartikel emas melalui pembentukan ikatan kovalen koordinasi Au-S atau Au-N, dimana atom S pada gugus thiol atau atom N pada gugus amina akan memberikan pasangan elektron bebasnya pada atom emas (Au). Dengan adanya ikatan kimia (ikatan kovalen koordinasi) akan membuat nanopartikel emas lebih stabil.

### PENUTUP Simpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah dengan dilakukannya variasi konsentrasi larutan  $\text{HAuCl}_4$ , ukuran *cluster* Au yang dihasilkan semakin bertambah seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan  $\text{HAuCl}_4$ . Aktivitas peredaman radikal bebas oleh nanogold menggunakan matrik meningkat dengan meningkatnya konsentrasi nanogold, sehingga nanogold dapat dimanfaatkan sebagai antiaging dalam kosmetik

### DAFTAR PUSTAKA

1. Widyanti, AL., 2010, Pembuatan Sensor Elektrokimia Berbasis Emas Nanopartikel Untuk Kuantisasi Rasa Pedas Secara Voltameter Siklik, *Skripsi*. Surabaya: Universitas Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2. Wijaya, L., 2008, *Modifikasi Elektroda Karbon*. FMIPA: Universitas Indonesia
3. Abdullah, M., 2009, *Pengantar Nanosains*. Bandung: ITB Bandung
4. Awaludin, Rohadi., 2009, Pembuatan Nanopartikel Emas Radioaktif dengan Aktivasi Neutron, *Jurnal makara teknologi*, Vol. 13, No. 1, 42-467
5. Abdullah, M., et al., 2010, *Computer Applications in Engineering Education*. Bandung: in press
6. Tabrizi, A., Fatma, A., and Hakan, A., 2009, Gold Nanoparticle Synthesis and Characterisation, *Journal of biology and chemistry Hacettepe J. Biol. & Chem* 37(3), 217-226