

## Biosintesis dan uji Antioksidan Nanopartikel Emas Menggunakan Kuersetin

### *Biosynthesis and Antioxidant Assay of Gold Nanoparticles Using Quercetin*

Ratih Dyah Pertiwi<sup>1\*</sup>, Tyas Putri Utami<sup>1</sup>, dan Michelle<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departmen Farmasi, Fakultas Ilmu Ilmu Kesehatan, Universitas Esa Unggul, Jakarta, Indonesia

**Kata kunci:** karakterisasi nanopartikel, kuersetin, nanopartikel emas, uji aktivitas antioksidan

**Keyword:** nanoparticle characterization, quercetin, gold nanoparticles, antioxidant activity test,

**Korespondensi:**

Ratih Dyah Pertiwi  
Universitas Esa Unggul  
ratih.dyah@esaunggul.ac.id

### ABSTRAK

Sintesis nanopartikel emas dapat dilakukan dengan metode fisika dan metode kimia, namun kedua metode itu menimbulkan limbah berbahaya yang tidak ramah lingkungan dan tidak ekonomis. Untuk menghindari hal tersebut, sintesis nanopartikel emas pada penelitian ini dilakukan dengan metode *green synthesis* karena metode ini ramah lingkungan, dapat diproduksi ulang, relatif terjangkau dan sederhana. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kuersetin dalam pembuatan sediaan nanopartikel emas, serta menguji karakteristik dan aktivitas antioksidan pada sediaan nanopartikel emas yang dihasilkan. Larutan  $\text{HAuCl}_4$  0,002M disintesis menggunakan kuersetin. Larutan ini dilihat kestabilannya dengan mengamati panjang gelombang selama 8 minggu menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Larutan nanopartikel emas terbaik dikarakterisasi menggunakan *particle size analyzer* (PSA) untuk mengetahui *Z-average*, indeks polidispersitas, dan potensial zetanya. Pengujian aktivitas antioksidan sediaan nanopartikel emas dilakukan menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1- pikrilhidrazil). Uji panjang gelombang maksimum menunjukkan hanya sediaan nanopartikel emas dengan penambahan gom arab dan 3 mL larutan kuersetin 2 mM (F4) yang masuk ke dalam rentang 500-600 nm. Hasil uji kestabilan dan karakterisasi menunjukkan sediaan nanopartikel emas dengan penambahan gom Arab dan 3 mL larutan kuersetin 2 mM memiliki kestabilan terbaik dengan *Z-average* 116,7 nm, indeks polidispersitas 0,293, dan potensial zeta -12,2 mV. Sediaan nanopartikel emas ini mempunyai kemampuan sebagai antioksidan dengan nilai  $\text{IC}_{50}$  sebesar 82,80 ppm.

## ABSTRACT

Gold nanoparticle synthesis can be done using physical and chemical methods, but both methods produce hazardous wastes that are not environmentally friendly and expensive. To avoid this, gold nanoparticle synthesis in this study was done using the green synthesis method because this method is environmentally friendly, reproducible, relatively affordable and straightforward. This study aims to determine the ability of quercetin as a bioreduction in the preparation of gold nanoparticles to test the characteristics and antioxidant activity of the produced gold nanoparticles. HAuCl<sub>4</sub> 0.002M solution was synthesized using quercetin, and gum arabic solution was added as a stabilizer. The stability of this solution was assessed by observing the wavelength for eight weeks using a UV-Vis spectrophotometer. The best gold nanoparticle solution was characterized using a particle size analyzer (PSA) to determine the Z-average, polydispersity index and zeta potential. The antioxidant activity of gold nanoparticle preparations was tested using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method. The maximum wavelength test showed that only the preparation of gold nanoparticles with adding gum arabic and 3 mL of 2 mM quercetin solution (F4) fell into the 500-600 nm range. The results of stability and characterization tests showed that the gold nanoparticle preparation with the addition of gum Arabic and 3 mL of 2 mM quercetin solution had the best stability with a Z-average of 116.7 nm, a polydispersity index of 0.293, and a zeta potential of -12.2 mV. This gold nanoparticle preparation can act as an antioxidant with an IC<sub>50</sub> value of 82.80 ppm.

## PENDAHULUAN

Saat ini nanoteknologi berkembang sangat pesat seiring dengan kemajuan zaman (Fabiani *et al.*, 2019). Nanoteknologi menghasilkan produk pada skala nano (Khan *et al.*, 2019). Nanopartikel adalah partikel koloid padat dengan ukuran diameter 1-1000 nm (Kurniasari and Atun, 2017). Salah satu pengembangan dari nanoteknologi adalah nanopartikel emas (AuNPs) (Putri *et al.*, 2021).

Nanopartikel emas (AuNPs) memiliki ukuran partikel yang kecil dan luas permukaan yang besar sehingga memudahkan dalam proses penembusan membran sel (Putri *et al.*, 2021). Material yang berukuran nanometer mempunyai sifat kimia dan sifat fisika yang lebih unggul dibandingkan dengan material berukuran besar (*bulk*) karena material yang berukuran nanometer memiliki jarak antar atom yang sangat kecil yang dapat memudahkan terjadinya reaksi antar atom.

Emas sering digunakan karena bersifat biokompatibel dan *inert*, sehingga tidak mengalami oksidasi atau korosi (Zeni *et al.*, 2018). AuNPs juga memiliki efek antioksidan, anti bakteri, dan dapat meningkatkan elastisitas kulit. Saat membuat AuNPs harus memperhatikan proses sintesis AuNPs (Putri *et al.*, 2021).

Metode sintesis nanopartikel emas dapat dilakukan dengan metode *top-down* (fisika) dan metode *bottom-up* (kimia) (Fabiani *et al.*, 2019). Metode *top-down* dilakukan dengan cara mengubah partikel berukuran besar menjadi nanopartikel, sedangkan metode *bottom-up* dilakukan dengan mengubah partikel berukuran kecil menjadi nanopartikel. Kedua metode tersebut menimbulkan beragam masalah, seperti menggunakan pelarut beracun, mengeluarkan limbah berbahaya yang tidak ramah lingkungan, dan mahal (Dewi *et al.*, 2020; Masykuroh and Puspasari, 2020),

sehingga memerlukan inovasi baru berupa *green synthesis* yang lebih ramah lingkungan dan tidak toksik. Metode *green synthesis* dapat dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan alami yang memiliki senyawa aktif yang bersifat sebagai pereduksi, stabilisator, dan dapat berperan dalam oksidasi, misalnya protein, asam amino, polisakarida, flavonoid, senyawa fenolik, asam organik, terpenoid dan polifenol (Putri *et al.*, 2021).

Flavonoid berperan aktif sebagai agen antioksidan, agen pereduksi, donor hidrogen, penghambat oksidasi, dan pengkhelat logam (Vifta *et al.*, 2019). Biosintesis nanopartikel emas dilakukan dengan metode reaksi kimia yang mudah menggunakan aglikon flavonoid dari tumbuhan, yaitu kuersetin sebagai agen pereduksinya (Nathiya *et al.*, 2018). Kuersetin tidak hanya merupakan agen pereduksi kuat, tetapi juga dinilai berpotensi dalam membantu menstabilkan nanopartikel emas (Milanezi *et al.*, 2019). Kuersetin merupakan salah satu senyawa flavonol yang merupakan turunan flavonoid dengan kerangka 3-hidroksiflavon. Adanya gugus hidroksil (-OH) pada struktur senyawa kuersetin menjadikan kuersetin memiliki beragam bioaktivitas, seperti aktivitas antioksidan (Cahyono *et al.*, 2021).

Antioksidan dibutuhkan untuk menetralkan senyawa radikal bebas. Senyawa antioksidan merupakan senyawa yang memiliki mekanisme untuk menangkap radikal bebas (*radical scavenger*) sehingga reaksi radikal berantai dapat diputus (Cahyono *et al.*, 2021). Radikal bebas sendiri

merupakan atom atau molekul dengan elektron bebas tidak berpasangan. Senyawa radikal bebas bersifat sangat reaktif dan selalu berusaha mencari pasangan elektron untuk menstabilkan kondisinya. Radikal bebas yang terus-menerus dihasilkan dalam proses metabolisme normal dianggap sebagai penyebab terjadinya kerusakan fungsi sel-sel tubuh yang pada akhirnya menjadi pemicu timbulnya penyakit degeneratif (Amiruddin and Taufikurrohman, 2013).

Pengujian aktivitas antioksidan dapat dilakukan secara *in vitro* dengan metode peredaman radikal bebas menggunakan 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) (Wulansari, 2018). Molekul DPPH merupakan radikal bebas yang stabil dan umumnya digunakan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan dari beberapa senyawa atau ekstrak bahan alam (Cahyono *et al.*, 2021).

Oleh karena itu, diperlukan penelitian mengenai *green synthesis* nanopartikel emas dan juga pengujian terhadap aktivitas antioksidannya. Sintesis nanopartikel emas dilakukan dengan menggunakan larutan H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> yang dibuat sendiri dengan cara mencampurkan emas murni menggunakan aqua regia (HCl : HNO<sub>3</sub> (3:1)). Kuersetin ditambahkan sebagai bioreduktor ke dalam larutan H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> dan gom arab ditambahkan sebagai penstabil. Hasil biosintesis dikarakterisasi dengan *particle size analyzer* meliputi *Z-average*, indeks polidispersitas, potensial zeta dan kestabilannya. Selanjutnya, dilakukan pengujian aktivitas antioksidan

sediaan nanopartikel emas yang disintesis menggunakan kuersetin dengan menggunakan metode DPPH.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain spektrofotometer UV-Vis TECAN model Infinite M200 PRO (TECAN, Switzerland), *particle size analyzer* HORIBA model SZ-100 (HORIBA Ltd., Kyoto, Japan), neraca analitik SECURA224-1S (Sartorius, Germany), *magnetic stirrers* C-MAG HS 7 (IKA, Malaysia), corong gelas (Pyrex, America), gelas ukur, *beaker glass* 50 mL dan 100 mL (Pyrex, Amerika), labu ukur 10 mL, 25 mL, dan 50 mL (Pyrex, America), botol semprot, mikro pipet, *microplate 96 well-plate* (Biologix), spatula, batang pengaduk, pipet tetes, gelas arloji, dan *magnetic bar*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain Au Foil 24 karat (PT Antam, Indonesia), asam klorida 37% (HCl), asam nitrat 65% (HNO<sub>3</sub>), aquadest, gom arab (Sigma-Aldrich, Germany), *aqua pro injection* (Otsu-WI), kuersetin 97% (Sigma-Aldrich, Germany), DMSO, serbuk DPPH (Himedia), metanol, dan asam askorbat 99,7% (Merck).

### Metode

#### *Pembuatan larutan H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> 0,002 M*

Larutan H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> 0,002 M dibuat dengan melarutkan 120 mg Au foil ke dalam 30 mL aqua regia (HCl : HNO<sub>3</sub> = 3 : 1).

Larutan ini dipanaskan dan ditambahkan 60 mL *aqua pro injection*. Pemanasan dan penambahan *aqua pro injection* dilakukan sebanyak 3 kali (Pertiwi *et al.*, 2019). Larutan akhir ditambahkan dengan 300 mL larutan HCl 0,01 M untuk menghasilkan larutan H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> 0,002 M (Pertiwi, 2014).

#### *Pembuatan larutan H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> 0,002 M dengan penambahan gom arab*

Gom arab sebanyak 3,000 g dilarutkan dalam 250 mL *aqua pro injection* dan dipanaskan pada suhu 90°C sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan pengadukan 1000 rpm (Pertiwi *et al.*, 2018). Larutan gom arab sebanyak 205 mL dan 7,5 mL *aqua pro injection* dipanaskan hingga 55°C dan diaduk secara terus-menerus dengan kecepatan 1000 rpm. Dalam larutan gom arab yang panas ini, ditambahkan 37,5 mL larutan H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> 0,002 M sambil terus diaduk (Pertiwi *et al.*, 2019).

#### *Sintesis nanopartikel emas menggunakan kuersetin*

Sintesis nanopartikel emas dilakukan dengan menambahkan 3 mL larutan kuersetin ke dalam 60,0 mL H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> 0,002 M dan ke dalam H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub> 0,002 M dengan penambahan gom arab sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* (Pertiwi *et al.*, 2019). Larutan kuersetin yang ditambahkan dibuat dengan melarutkan kuersetin dengan DMSO dan *aqua pro injection* dengan konsentrasi 2 mM,

4 mM, dan 8 mM (Das *et al.*, 2013). Larutan yang mengandung kuersetin mengalami perubahan warna dari warna oranye kemudian kuning menjadi ungu-merah (Pertiwi *et al.*, 2019). Campuran reaksi ini diaduk selama 1

jam 30 menit pada suhu 40°C dengan kecepatan pengadukan 1000 rpm (Das *et al.*, 2013).

**Tabel 1.** Variasi Formulasi Sintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Kuersetin

Formula	Konsentrasi HAuCl <sub>4</sub>	Konsentrasi Kuersetin
F1	HAuCl <sub>4</sub> 0,002 M (60 mL)	2 mM
F2	HAuCl <sub>4</sub> 0,002 M (60 mL)	4 mM
F3	HAuCl <sub>4</sub> 0,002 M (60 mL)	8 mM
F4	HAuCl <sub>4</sub> 0,002 M dengan gom arab (60 mL)	2 mM
F5	HAuCl <sub>4</sub> 0,002 M dengan gom arab (60 mL)	4 mM
F6	HAuCl <sub>4</sub> 0,002 M dengan gom arab (60 mL)	8 mM

#### Analisa kestabilan dan karakterisasi

##### nanopartikel emas

Analisa kestabilan larutan nanopartikel emas yang telah disintesis menggunakan larutan kuersetin dengan semua formula mulai dari F1 hingga F6 ditentukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Konfirmasi perubahan warna ditandai dengan adanya puncak serapan pada rentang 400 nm sampai 700 nm. Pengujian ini dilakukan pada minggu ke-0, minggu ke-1, minggu ke-2, minggu ke-3, minggu ke-4, minggu ke-5, minggu ke-6, minggu ke-7, dan minggu ke-8 untuk mengetahui kestabilan nanopartikel emas (Pertiwi *et al.*, 2019). Untuk mengetahui *Z-average*, indeks polidispersitas, dan potensial zeta nanopartikel emas yang telah disintesis dianalisis dengan menggunakan *particle size analyzer* (PSA) HORIBA model SZ- 100 (HORIBA Ltd., Kyoto, Japan) (Pertiwi *et al.*, 2019).

##### Uji aktivitas antioksidan dengan metode

##### DPPH

Larutan DPPH 0,05 mM dibuat dengan cara mencampurkan 1 mg DPPH (BM 394,32) dengan metanol dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL (Setiawan *et al.*, 2021). Larutan DPPH 0,05 mM dipipet sebanyak 200 µL dan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 400-800 nm. Panjang gelombang maksimum didapatkan dari nilai absorbansi maksimal (Suyatmi *et al.*, 2019).

Sebanyak 5 mg asam askorbat bubuk dilarutkan dengan 50 mL metanol di dalam labu ukur hingga diperoleh konsentrasi 100 ppm. Serangkaian konsentrasi 40 ppm, 20 ppm, 10 ppm, 5 ppm, 2,5 ppm, 1,25 ppm, dan 0,63 ppm dibuat dan ditambahkan dengan metanol hingga 10 mL. Sebanyak 40 µL setiap konsentrasi asam askorbat dimasukkan ke

dalam *microplate 96 well-plate* dan ditambahkan 160  $\mu\text{L}$  larutan DPPH 0,05 M, dihomogenkan, dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 15 menit. Absorbansinya diukur pada panjang gelombang yang telah diukur sebelumnya (Setiawan *et al.*, 2021). Pengujian ini dilakukan dengan metode *serial dilution* dengan konsentrasi 85,90 ppm, 42,95 ppm, 21,48 ppm, 10,74 ppm, 5,37 ppm, 2,69 ppm, 1,34 ppm, 0,67 ppm, 0,34 ppm, dan 0,17 ppm dengan larutan nanopartikel emas F4 sebanyak 1 mL ditambahkan dengan 1 mL metanol pada *microtube* dengan ukuran 2 mL. Sebanyak 40  $\mu\text{L}$  larutan hasil dilusi ditambahkan dengan 160  $\mu\text{L}$  larutan DPPH pada *microplate 96 well-plate*. Larutan ini

dihomogenkan dan diinkubasi selama 15 menit pada suhu 37°C. Larutan ini diukur panjang gelombangnya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Djajadisastra *et al.*, 2014). Kemampuan peredaman radikal DPPH dihitung dengan persamaan 1 (Pertiwi *et al.*, 2019).

Nilai  $\text{IC}_{50}$  merupakan bilangan yang menunjukkan konsentrasi sampel uji yang memberikan peredaman sebesar 50%. Nilai  $\text{IC}_{50}$  dapat ditentukan dengan cara membuat kurva pengukuran  $\text{IC}_{50}$  antara konsentrasi larutan uji (sumbu x) dan % peredaman (sumbu y) dari persamaan  $y = bx + a$  yang dapat dihitung dengan persamaan 2 (Handayani *et al.*, 2018).

$$\% \text{inhibisi radikal DPPH} = \frac{\text{Absorbansi kontrol} - \text{Absorbansi Bahan Uji}}{\text{Absorbansi Kontrol}} \dots\dots\dots (\text{persamaan 1})$$

$$\text{IC}_{50} = \frac{(50-a)}{b} \dots\dots\dots (\text{persamaan 2})$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembuatan larutan $\text{HAuCl}_4$ 0,002 M

Larutan  $\text{HAuCl}_4$  0,002 M pada penelitian ini dibuat dengan melarutkan Au *foil* 24 karat yang dapat dilihat pada gambar 1 (a) dengan aqua regia karena larutan ini bersifat korosif, sehingga aqua regia mampu melarutkan hampir semua logam, termasuk logam-logam mulia, seperti Au, Pt, Pd (Rofika

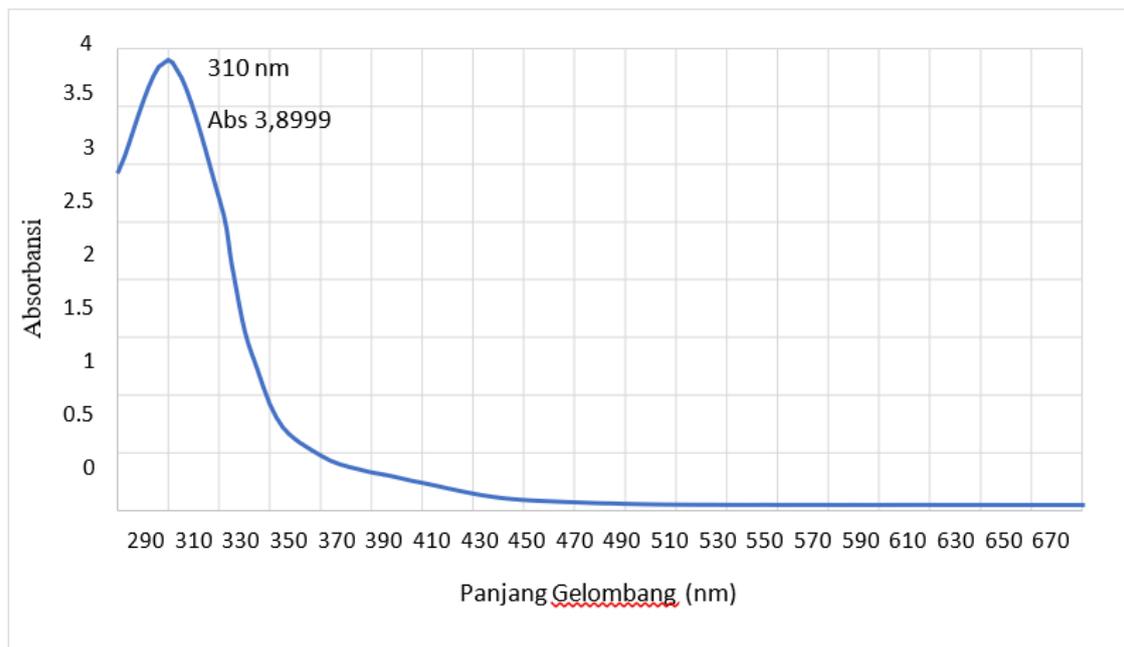
and Rachmanto, 2018). Larutan ini dipanaskan dan ditambahkan *aqua pro injection* sebanyak 3 kali untuk menghilangkan sisa gas NO yang terbentuk dari proses pelarutan (Setiawan *et al.*, 2012). Setelah larutan  $\text{HAuCl}_4$  sudah tidak lagi panas, ditambahkan larutan HCl 0,01 M untuk menghasilkan larutan  $\text{HAuCl}_4$  0,002 M berwarna kuning seperti gambar 1 (b).



**Gambar 1.** Au foil (a) dan Larutan  $\text{HAuCl}_4$  0,002 M (b)

Larutan  $\text{HAuCl}_4$  0,002 M yang terbentuk tersebut kemudian diukur panjang gelombang maksimumnya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang 290-700 nm dengan selisih panjang gelombang pengujian adalah 20 nm

dari panjang gelombang sebelumnya. Dari hasil pengujian, didapatkan hasil bahwa larutan  $\text{HAuCl}_4$  0,002 M ini memiliki panjang gelombang maksimum sebesar 310 nm yang kurva hasil pengujiannya dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Spektrum UV-Vis Larutan  $\text{HAuCl}_4$  0,002 M

### **Pembuatan larutan $\text{HAuCl}_4$ 0,002 M dengan penambahan gom arab**

Larutan  $\text{HAuCl}_4$  0,002 M dengan penambahan gom arab pada penelitian ini

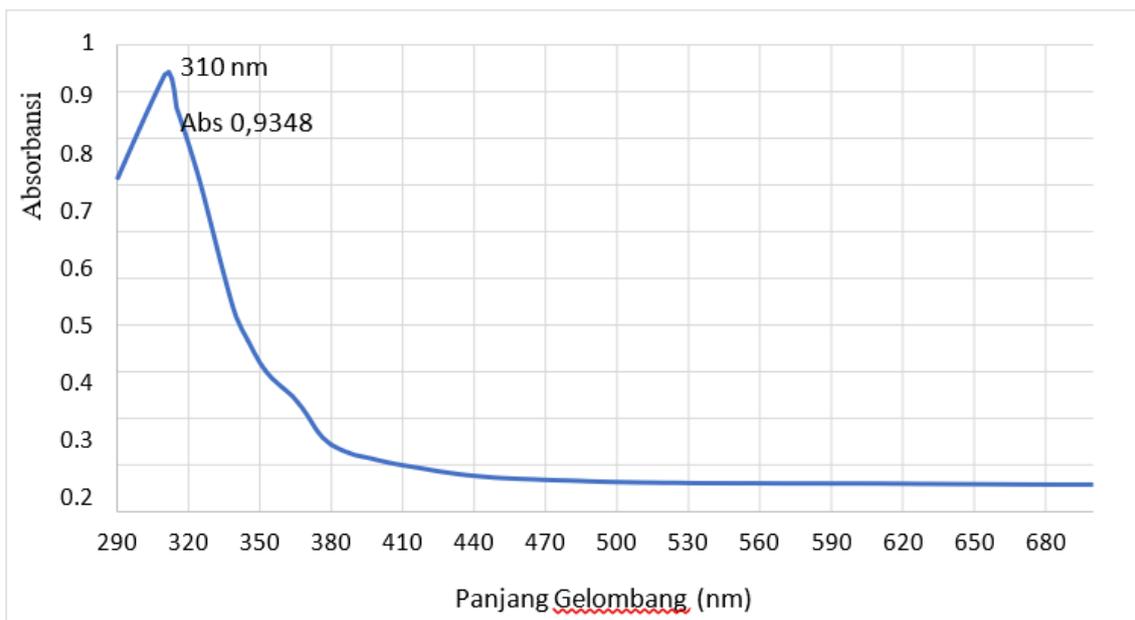
dibuat dengan menggunakan larutan  $\text{HAuCl}_4$  0,002 M yang ditambahkan dengan gom arab yang dapat dilihat pada gambar 3. Gom arab ditambahkan karena muatan molekul gom arab

dapat secara fisik mengikat permukaan partikel, sehingga dapat menstabilkan partikel (Pertiwi *et al.*, 2018). Larutan ini diukur panjang gelombang maksimumnya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang 290-700 nm dan didapatkan hasil bahwa larutan ini memiliki panjang

gelombang maksimum sebesar 310 nm yang kurvanya dapat dilihat pada gambar 4. Berdasarkan panjang gelombang maksimum diketahui bahwa tidak ada perbedaan panjang gelombang maksimum antara larutan  $\text{HAuCl}_4$  0,002 M dengan larutan  $\text{HAuCl}_4$  0,002 M yang ditambahkan gom arab.



**Gambar 3.** Larutan  $\text{HAuCl}_4$  0,002 M dengan Penambahan Gom Arab



**Gambar 4.** Spektrum UV-Vis Larutan  $\text{HAuCl}_4$  dengan Gom Arab

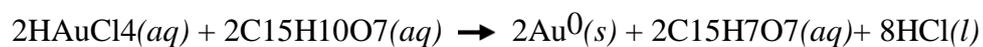
### Sintesis nanopartikel emas dengan kuersetin

Sintesis nanopartikel emas dilakukan dengan membuat larutan kuersetin dengan cara melarutkan kuersetin dengan DMSO

karena kuersetin merupakan senyawa lipofilik yang sangat larut dalam DMSO (Wang *et al.*, 2016). Setelah kuersetin larut sempurna ditambahkan dengan *aqua pro injection*. Sintesis dilakukan dengan beberapa

konsentrasi untuk mengetahui perbedaan konsentrasi bioreduktor dalam mereduksi nanopartikel emas (Wiyani *et al.*, 2021). Proses sintesis ini dilakukan dengan menggunakan *hot plate*. Pengadukan ini bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel karena kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap ukuran nanopartikel, dimana semakin cepat proses pengadukan maka akan semakin kecil ukuran nanopartikel yang

dihasilkan (Mannuela *et al.*, 2016). Sintesis nanopartikel emas pada penelitian ini dilakukan dengan cara mereduksi ion logam ( $\text{Au}^{3+}$ ) menjadi logam yang tidak lagi bermuatan ( $\text{Au}^0$ ) dengan pemanasan dan pengadukan yang sempurna. Nanopartikel terjadi karena transfer elektron dari zat pereduksi menuju ke ion logam (Yanti and Taufikurohmah, 2013). Persamaan reaksi yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

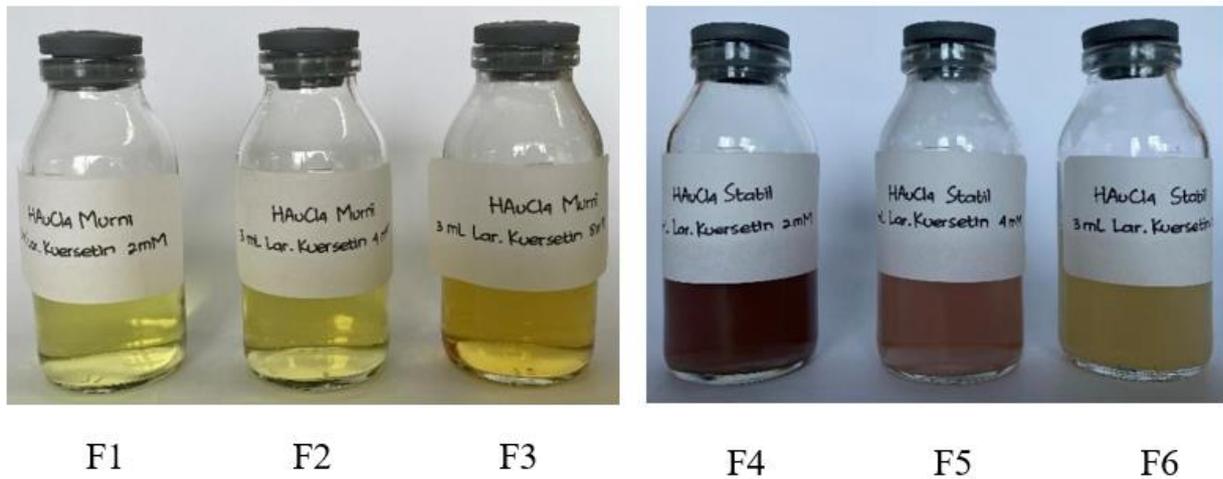


Hasil sintesis nanopartikel emas dengan kuersetin dengan variasi formula berupa F1, F2, F3 yang menggunakan larutan  $\text{HAuCl}_4$  dan F4, F5, F6 yang menggunakan larutan  $\text{HAuCl}_4$  dengan penambahan gom arab dengan variasi konsentrasi 2 mM, 4 mM, dan 8 mM dapat dilihat pada gambar 5. Berdasarkan hasil, diketahui bahwa untuk F1 perubahan warna hanya terjadi menjadi kuning jernih, F2 dan F3 menjadi kuning kecoklatan, F4 menjadi ungu, F5 menjadi *peach* seulas dan F6 menjadi coklat kekuningan. Perubahan warna yang terjadi selama sintesis menunjukkan bahwa pertumbuhan kluster yang dihasilkan semakin besar. Saat atom emas belum saling berinteraksi antara satu dengan yang lainnya larutan menjadi tidak berwarna. Saat kluster semakin besar dan memasuki ukuran nano, emas menjadi berwarna ungu karena atom-atom Au akan

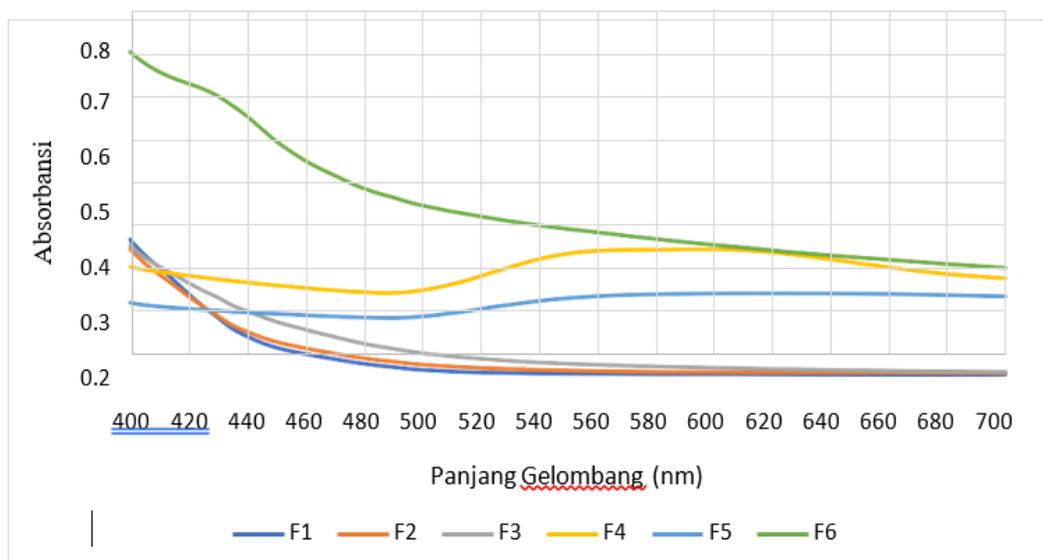
saling berinteraksi dengan ikatan logam sesamanya dan menghasilkan kluster dalam jumlah yang sangat besar (Wiyani *et al.*, 2021).

#### **Analisa kestabilan dan karakterisasi nanopartikel emas**

Pengukuran panjang gelombang nanopartikel emas pada minggu 0 dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan rentang 400-700 nm yang dapat dilihat pada gambar 6 yang menunjukkan panjang gelombang maksimum F1, F2, dan F3 adalah 400 nm. Sedangkan, untuk panjang gelombang maksimum F4 adalah 595 nm, F5 adalah 620 nm, dan F6 adalah 400 nm, sehingga dapat disimpulkan bahwa hanya F4 yang panjang gelombang maksimumnya berada di rentang 500-600 nm dan hanya larutan ini yang terbentuk menjadi nanopartikel emas.



**Gambar 5.** Formula Biosintesis Nanopartikel Emas



**Gambar 6.** Panjang Gelombang Nanopartikel Emas Minggu 0

Pengukuran kestabilan panjang gelombang maksimum semua formula dilakukan setiap minggunya selama kurun waktu 8 minggu. Analisa kestabilan F1, F2, dan F3 dapat dilihat pada tabel 2. Untuk kestabilan panjang gelombang maksimum F4, F5, dan F6 dapat dilihat pada tabel 3. Pengujian kestabilan selama 8 minggu menunjukkan bahwa F4 memiliki kestabilan

paling baik karena panjang gelombang maksimum larutan nanopartikel ini masih tetap berada di rentang 500-600 nm. Hasil panjang gelombang yang didapatkan sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dimana nanopartikel emas memiliki panjang gelombang pada rentang 500-600 nm (Wiyani *et al.*, 2021).

**Tabel 2.** Stabilitas Nanopartikel Emas Selama 8 Minggu

Stabilitas Nanopartikel Emas						
Minggu ke-	F1 (2 mM)		F2 (4 mM)		F3 (8 mM)	
	$\lambda$ max (nm)	Abs	$\lambda$ max (nm)	Abs	$\lambda$ max (nm)	Abs
0	400	0,3566	400	0,3351	400	0,3442
1	400	0,3248	400	0,2703	400	0,3308
2	400	0,3125	400	0,2614	400	0,3236
3	400	0,3483	400	0,2333	400	0,3111
4	400	0,3694	400	0,2248	400	0,3172
5	400	0,3538	400	0,2014	400	0,3291
6	400	0,3867	400	0,2101	400	0,3379
7	400	0,4057	400	0,2331	400	0,3295
8	400	0,4134	400	0,2597	400	0,3462

**Tabel 3.** Stabilitas Nanopartikel Emas dengan Gom Arab Selama 8 Minggu

Stabilitas Nanopartikel Emas dengan Gom Arab						
Minggu ke-	F4 (2 mM)		F5 (4 mM)		F6 (8 mM)	
	$\lambda$ max (nm)	Abs	$\lambda$ max (nm)	Abs	$\lambda$ max (nm)	Abs
0	595	0,3338	620	0,2314	400	0,7937
1	595	0,3718	610	0,2125	400	0,7668
2	580	0,3545	605	0,1683	400	0,8325
3	570	0,3535	590	0,1408	400	0,8327
4	565	0,3225	420	0,1289	400	0,8261
5	565	0,2456	425	0,1560	400	0,8412
6	565	0,2657	430	0,1823	400	0,8572
7	565	0,2775	430	0,1859	400	0,8361
8	565	0,25437	430	0,2057	400	0,8848

Karakterisasi nanopartikel emas dilakukan menggunakan *particle size analyzer* (PSA) dengan memilih formula terpilih yang menghasilkan warna keunguan, yaitu F4 dan F5 untuk mengetahui *Z-average*, indeks polidispersitas, dan potensial zeta.

Hasil karakterisasi *Z-average*, indeks polidispersitas, dan potensial zeta nanopartikel emas yang telah disintesis dengan menggunakan *particle size analyzer* (PSA) dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Karakterisasi dengan *Particle Size Analyzer* (PSA)

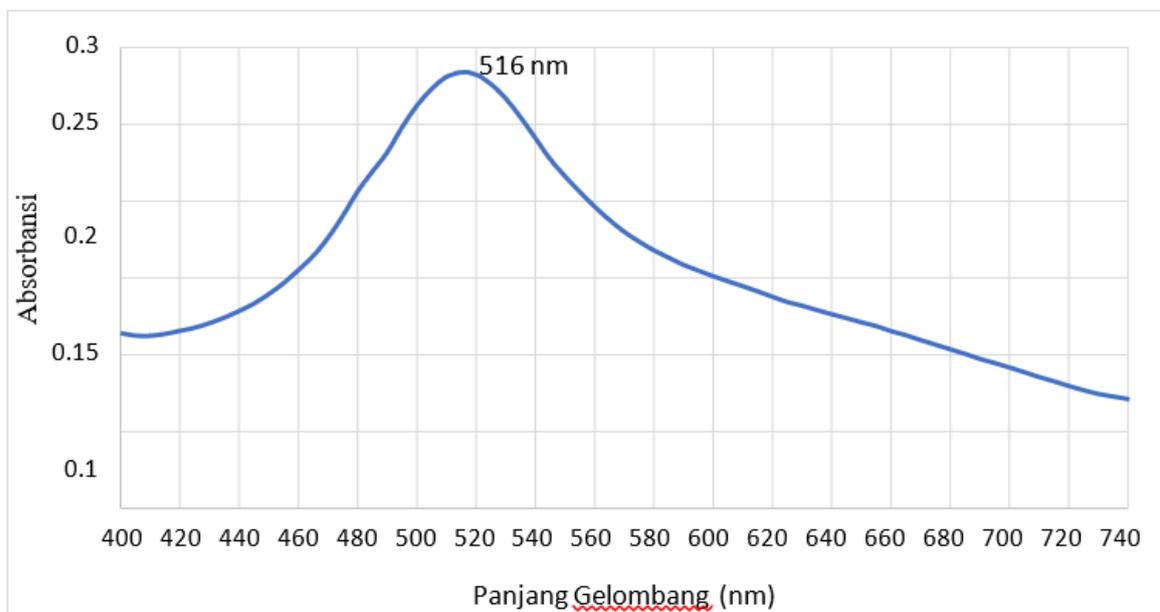
Formula	<i>Z-average</i>	Indeks Polidispersitas	Potensial Zeta
F4	116,7 nm	0,293	-12,2 mV
F5	179,1 nm	0,384	-8,8 mV

Berdasarkan literatur, nanopartikel memiliki ukuran diameter 1-1000 nm (Kurniasari and Atun, 2017) dan nanopartikel yang memiliki ukuran di bawah 200 nm dapat bermanfaat sebagai *nanomedicine* (Desai, 2012). Data yang diperoleh menunjukkan bahwa kedua larutan ini termasuk ke dalam nanopartikel dan dapat dikategorikan ke dalam *nanomedicine*. Namun, F4 memiliki *Z-average* yang lebih kecil dibandingkan dengan F5. Semakin kecil ukuran partikel, semakin mudah masuk ke dalam sel dan semakin meningkat absorpsinya di dalam tubuh (Mannuela *et al.*, 2016). Kedua larutan ini diketahui memiliki distribusi ukuran partikel yang homogen karena nilai indeks polidispersitasnya mendekati 0 (Mannuela *et al.*, 2016). Potensial zeta digunakan untuk memperkirakan kestabilan larutan. Semakin tinggi nilai potensial zeta, baik muatan positif maupun negatif, menunjukkan sistem koloid yang stabil dan mencegah partikel mengalami agregasi. Partikel dengan potensial zeta lebih positif dari +30 mV atau lebih negatif dari -30 mV diperkirakan stabil selama penyimpanan dan tercegah dari agregasi partikel (Pujiyanto *et al.*, 2014). Kedua potensial zeta yang diperoleh nilainya tidak termasuk di bawah -30 mV dan di atas +30 mV, sehingga stabilitasnya termasuk rendah yang menyebabkan lebih mudah terjadi agregasi. Berdasarkan data yang didapatkan di atas, dapat disimpulkan bahwa karakterisasi F4

hasilnya lebih baik, sehingga larutan ini digunakan untuk diuji aktivitas antioksidannya.

### **Aktivitas antioksidan dengan metode DPPH**

Pengujian aktivitas peredaman radikal dilakukan dengan metode DPPH. Metode DPPH dipilih karena metode ini merupakan metode yang tergolong cepat dan murah untuk dapat mengukur aktivitas antioksidan (Shekhar and Anju, 2014). Selain itu, metode ini memberikan keuntungan, seperti mempunyai tingkat sensitivitas tinggi, dapat menganalisis sejumlah besar sampel dalam jangka waktu yang singkat. Secara teknis, metode ini sederhana karena dapat dikerjakan dengan cepat dan hanya membutuhkan spektrofotometer UV-Vis (Handayani *et al.*, 2018). Pengukuran panjang gelombang maksimum larutan DPPH dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada rentang panjang gelombang 400-800 nm yang dapat dilihat pada gambar 7. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimum larutan DPPH adalah 516 nm. Hasil pengujian panjang gelombang ini termasuk ke dalam kisaran panjang gelombang DPPH yang umumnya berada direntang 515-520 nm (Setiawan *et al.*, 2021). Panjang gelombang ini digunakan untuk penentuan absorbansi larutan standar asam askorbat dan pada pengujian absorbansi aktivitas antioksidan F4.



**Gambar 7.** Spektrum UV-Vis Larutan DPPH 0,05 mM

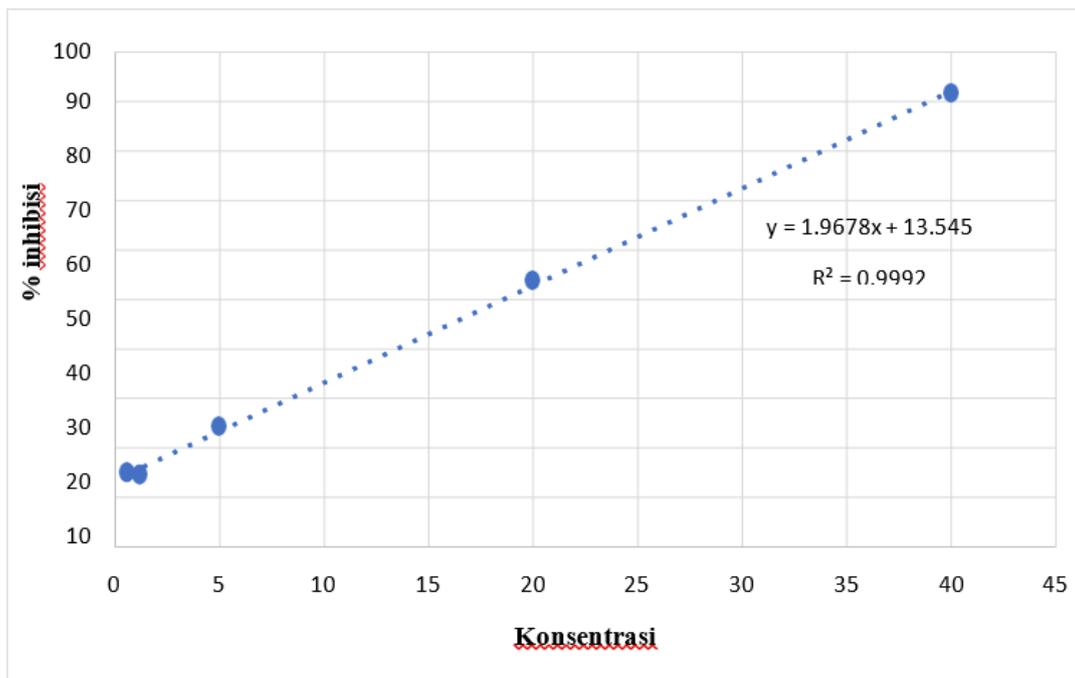
Hasil pengujian aktivitas antioksidan larutan standar dengan asam askorbat yang dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 516 nm dapat dilihat pada tabel 5. Jika dibandingkan dengan parameter aktivitas penangkapan radikal bebas dapat disimpulkan bahwa larutan standar asam askorbat ini memiliki

aktivitas antioksidan yang sangat kuat karena nilai  $IC_{50}$ nya berada di bawah 50 ppm.

Kurva pengujian aktivitas antioksidan larutan standar asam askorbat menggunakan spektrofotometer UV-Vis dapat dilihat pada gambar 8. Hasil menunjukkan bahwa kurva linier dengan persamaan regresi  $y = 1,9678x + 13,545$  dengan  $R^2 = 0,9992$ .

**Tabel 5.** Hasil Pengujian Aktivitas Antioksidan Larutan Standar ( $\lambda_{max} = 516$  nm)

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	Blanko	% inhibisi	$IC_{50}$ (ppm)
40	0,0790	0,9585	91,76	
20	0,4431	0,9585	53,77	
5	0,7264	0,9585	24,22	18,53
1,25	0,8186	0,9585	14,60	
0,63	0,8149	0,9585	14,98	



**Gambar 8.** Kurva Pengujian Aktivitas Antioksidan Larutan Standar

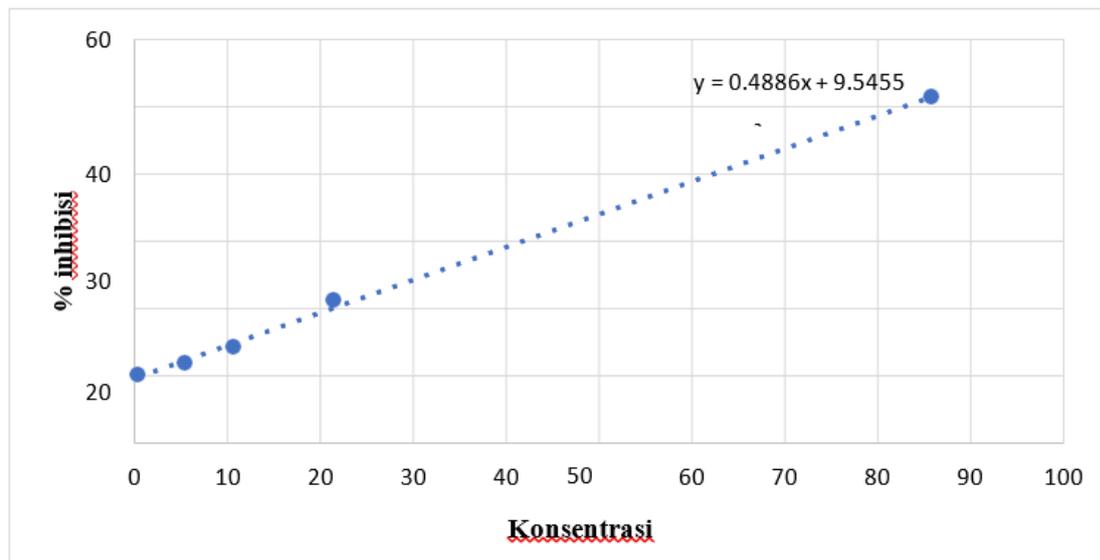
Hasil pengujian aktivitas antioksidan F4 dalam meredam radikal bebas yang dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 516 nm dapat dilihat pada tabel 6. Penentuan aktivitas antioksidan ini menghasilkan nilai  $IC_{50}$  sebesar 82,80 ppm dan bila dibandingkan dengan parameter aktivitas penangkapan radikal bebas dapat disimpulkan bahwa larutan F4 ini mempunyai kemampuan

sebagai antioksidan yang kuat karena nilai  $IC_{50}$ nya berada di rentang 50- 100 ppm.

Kurva hasil pengujian aktivitas antioksidan F4 dalam meredam radikal bebas DPPH menggunakan spektrofotometer UV-Vis dapat dilihat pada gambar 9. Hasil menunjukkan bahwa kurva linier dengan persamaan regresi  $y = 0,4886x + 9,5455$  dengan  $R^2 = 0,9985$ .

**Tabel 6.** Hasil pengujian aktivitas antioksidan F4 ( $\lambda_{max} = 516$  nm)

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	Blanko	% inhibisi	$IC_{50}$ (ppm)
85,90	0,4663	0,9585	51,35	
21,48	0,7562	0,9585	21,11	
10,74	0,8223	0,9585	14,21	82,80
5,37	0,8468	0,9585	11,65	
0,34	0,8636	0,9585	9,90	



**Gambar 9.** Kurva Pengujian Aktivitas Antioksidan F4

## KESIMPULAN

Konsentrasi kuersetin yang mampu menjadi agen pereduksi dalam proses pembuatan sediaan nanopartikel emas adalah 2 mM dengan penambahan larutan gom arab (F4) yang menghasilkan sediaan berwarna ungu. Sediaan nanopartikel emas dengan formula 4 (F4) memiliki *Z-average* 116,7 nm dengan indeks polidispersitas 0,293 dan potensial zeta -12,2 mV. Sedangkan, F5 memiliki *Z-average* 179,1 nm dengan indeks polidispersitas 0,384 dan potensial zeta -8,8 mV. Sediaan nanopartikel emas dengan formula 4 (F4) mempunyai kemampuan sebagai antioksidan yang kuat karena nilai  $IC_{50}$  yang didapatkan sebesar 82,80 ppm.

## DAFTAR PUSTAKA

Amiruddin MA, Taufikurrohmah T. Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Emas

Menggunakan Matriks Bentonit sebagai Material Peredam Radikal Bebas dalam Kosmetik. *UNESA J Chem.* 2013;2(1):68–75.

Cahyono B, Prihatini CS, Suzery M, Bima DN. Penentuan Aktivitas Antioksidan Senyawa Kuersetin dan Ekstrak Lengkuas Menggunakan HPLC dan UV-Vis. *Alchemy.* 2021;8(2):24–32.

Das DK, Chakraborty A, Bhattacharjee S, Dey S. Biosynthesis of Stabilised Gold Nanoparticle Using An Aglycone Flavonoid, Quercetin. *J Exp Nanosci.* 2013;8(4):649–55.

Desai N. Challenges in Development of Nanoparticle-Based Therapeutics. *AAPS J.* 2012;14(2):282–95.

Dewi GA, Lestari Iryanti Eka S, James S. Efektivitas Nanopartikel Perak (NPAg) untuk Fotodegradasi Zat Warna

- Indigosol Blue. CAKRA Kim (Indonesian E-Journal Appl Chem. 2020;8(1):34–40.
- Djajadisastra J, Sutriyo, Purnamasari P, Pujiyanto A. Antioxidant Activity of Gold Nanoparticles Using Gum Arabic As A Stabilizing Agent. *Int J Pharm Pharm Sci.* 2014;6(7):462–5.
- Fabiani VA, Silvia D, Liyana D, Akbar H. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Pucuk Idat (*Cratogeomys glaucum*) melalui Iradiasi Microwave serta Uji Aktivitasnya sebagai Antibakteri. *Fuller J Chem.* 2019;4(2):96–101.
- Handayani S, Najib A, Wati NP. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Daruju (*Acanthus ilicifolius L.*) dengan Metode Peredaman Radikal Bebas 1,1-Diphenyl-2-Picrylhidrazil (DPPH). *J Fitofarmaka Indones.* 2018;5(2):299–308.
- Khan I, Saeed K, Khan I. Nanoparticles: Properties, Applications and Toxicities. *Arab J Chem.* 2019;12(7):908–31.
- Kurniasari D, Atun S. Pembuatan dan Karakterisasi Nanopartikel Ekstrak Etanol Temu Kunci (*Boesenbergia pandurata*) pada Berbagai Variasi Komposisi Kitosan. *J Sains Dasar.* 2017;6(1):31–5.
- Mannuela N, Taurina W, Sari R. Preparasi dan Evaluasi Nanopartikel Azitromisin-Kitosan dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap Bakteri *Propionibacterium Acnes*. *J Mhs Farm Fak Kedokt UNTAN.* 2016;3(1):1–11.
- Masykuroh A, Puspasari H. Potensi Tanaman Keladi Sarawak *Alocasia macrorrhizos* Dalam Biosintesis Nano Partikel Perak (NNP): Analisis Surface Plasmon Resonance (SPR) Sebagai Fungsi Waktu. *J Biol Trop.* 2020;5(2):233–40.
- Milanezi FG, Meireles LM, de Christo Scherer MM, de Oliveira JP, da Silva AR, de Araujo ML, et al. Antioxidant, Antimicrobial and Cytotoxic Activities of Gold Nanoparticles Capped with Quercetin. *Saudi Pharm J.* 2019;27(7):968–74.
- Nathiya S, Durga M, Devasena T. Quercetin, Encapsulated Quercetin and Its Application- A Review. *Int J Pharm Pharm Sci.* 2014;6(10):20–6.
- Pertiwi RD, Suwaldi, Setyowati EP, Martien R. Bio-nanoparticles: Green Synthesis of Gold Nanoparticles and Assessment of Biological Evaluation. *Int J Appl Pharm.* 2019;11(6):133–8.
- Pertiwi RD. Pembuatan, Karakterisasi, Uji In Vitro dan In Vivo Nanopartikel Emas Berbasis Konjugat Gom Arab-Vinkristin Sebagai Terapi Obat Kanker Terarah. Universitas Indonesia; 2014.
- Pertiwi RD, Djajadisastra J, Mutalib A, Pujiyanto A. Pembuatan, Karakterisasi dan Uji In Vitro Nanopartikel Emas Berbasis Konjugat Gom Arab-Vinkristin. *J Ilmu Kefarmasian*

- Indones. 2018;16(1):6.
- Pujiyanto A, Mujinah M, Lubis H, Witarti W, Setiawan H, Kurniasih D, et al. Penggunaan Gum Arab sebagai Stabilisator Nanopartikel Emas (AuNP) untuk Diagnosis dan Terapi Kanker. Salatiga: Fakultas Sains dan Matematika UKSW; 2014. p. 486–90.
- Rofika F, Rachmanto TA. Proses Hidrometalurgi Menggunakan Pelarut Aqua Regia pada Recovery Logam Emas (Au) Limbah Elektronik PCB HP. *J Envirotek*. 2018;9(1):63–8.
- Setiawan H, Pujiyanto A, Lubis H, Mujinah M, Kurniasih D, Hambali H, et al. Pembuatan Larutan H<sub>198</sub>AuCl<sub>4</sub> dari Logam Emas (Foil), sebagai Bahan Baku Utama Sintesis Nanopartikel Au-Pamam Dendrimer. *Pros Pertem dan Present Ilm - Penelit Dasar Ilmu Pengetah dan Teknol Nukl*. 2012;1–7.
- Shekhar TC, Anju G. Antioxidant Activity by DPPH Radical Scavenging Method of *Ageratum conyzoides* Linn. Leaves. *Am J Ethnomedicine*. 2014;1(4):244–9
- Setiawan AA, Safitri M, Armiyani DT, Herianto G, Marwanta E. Formulation and Antioxidant Effectivity Test of Single Bulb Black Garlic Lotion With DPPH Method (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). *Atl Press*. 2021;33:1–7.
- Suyatmi, Saleh C, Ryn Pratiwi D. Uji Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan (Metode DPPH) dari Daun Rambai (*Baccaurea motleyana* Mull. Arg.). 2019;4(2):96–9.
- Tiara Putri L, Syukri Y, Werdyani S. Aplikasi Gold Nanopartikel dengan Bahan Alam sebagai Kosmetik Pemutih Wajah: Tinjauan Sistematis. *J Sains Farm Klin*. 2021 Aug 6;8(2):116.
- Vifta R, Wilantika W, Advistasari YD. Studi In Vitro Potensi Antioksidan dan Aktifitas Antidiabetes Fraksi Etil Asetat Buah Parijoto (*Medinilla speciosa* B.). *J Tumbuh Obat Indones*. 2019;12(2):93–102.
- Wang W, Sun C, Mao L, Ma P, Liu F, Yang J, et al. The Biological Activities, Chemical Stability, Metabolism and Delivery Systems of Quercetin: A Review. *Trends Food Sci Technol*. 2016;56:21–38.
- Wiyani GM A, Putri SE, Syahrir M. Biosintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Ekstrak Etanol Daun Jambu Bol Putih. *J Sains dan Terap Kim*. 2021;15(1):18.
- Wulansari AN. Alternatif Cantigi Ungu (*Vaccinium varingiaefolium*) Sebagai Antioksidan Alami: Review. *Farmaka*. 2018;16(2):419–29.
- Yanti EF, Taufikurohmah T. Sintesis Nanogold dan Karakterisasi Menggunakan Matrik Cetostearyl Alcohol sebagai Peredam Radikal Bebas dalam Kosmetik. *UNESA J Chem*. 2013;2(1):14–8.
- Zeni E, Muldarisnur M, Syukri S. Sintesis dan

Karakterisasi Sifat Optik Nanopartikel  
Silika yang Dilapisi Nanopartikel .

Emas. J Fis Unand. 2018;7(1):21–6.