

KARAKTERISASI *GREEN SYNTHESIS* NANOPARTIKEL EMAS (NPAu) MENGUNAKAN EKSTRAK AIR BIJI CENGKEH

G. A. D. Lestari^{1*}, K. D. Cahyadi¹, N. K. Esati¹, I. E. Suprihatin² dan B. Ankamwar³

¹Program Studi S1 Farmasi, Sekolah Tinggi Farmasi Mahaganesha, Denpasar, Bali, Indonesia

²Program Studi S2 Kimia Terapan, Universitas Udayana, Denpasar, Bali, Indonesia

³Department of Chemistry (Bio-Inspired Materials Research Laboratory),

S. P. Pune University, Ganeshkhind, Pune-411007, India

*Email: lestaridewi87@gmail.com

ABSTRAK

Metode baru untuk mensintesis nanopartikel emas yaitu metode *green synthesis* adalah metode yang sangat ramah lingkungan, murah, mudah dilakukan dan menggunakan pelarut yang aman bagi lingkungan. Aplikasi NPAu bagi kehidupan sangat luas seperti antioksidan, antibakteri, biosensor, antikanker dan lain-lain sehingga para ilmuwan berlomba untuk mencoba mensintesis NPAu. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis NPAu menggunakan prekursor HAuCl₄ 0,5 mM dan ekstrak air biji cengkeh 1%. Proses pembuatan NPAu ini dilakukan dengan mencampur larutan HAuCl₄ dan ekstrak air biji cengkeh kemudian dipanaskan pada suhu 40°C dan 80°C. Karakterisasi NPAu dilakukan dengan beberapa metode yaitu spektrofotometer UV-Vis dimana didapat λmaks dari NPAu 540 nm (40°C) dan 542 nm (80°C), *particle size analyzer* menunjukkan ukuran partikel terkecil dari NPAu 116,8 nm dan hasil dari SEM EDS menunjukkan bentuk morfologi dari nanopartikel emas ini berupa kristal bulat dengan kandungan utamanya adalah emas murni.

Kata kunci: biji cengkeh, *green synthesis*, karakterisasi, nanopartikel emas.

ABSTRACT

A new method to synthesize gold nanoparticles, namely the green synthesis method, is a method that is environmentally friendly, inexpensive, easy to do and uses solvents that are safe for the environment. The application of AuNPs for life is very wide, such as antioxidants, antibacterials, biosensors, anticancer and others, so scientists are competing to try to synthesize AuNPs. This study aims to synthesize AuNPs using 0.5 mM HAuCl₄ precursor and 1% water extract of clove seeds. The process of making AuNPs is carried out by mixing HAuCl₄ solution and water extract of clove seeds then heating it at 40 °C and 80 °C. The characterization of AuNPs was carried out by several methods, namely UV-Vis spectrophotometer where the maximum wavelengths of AuNPs were 540 nm (40°C) and 542 nm (80°C), particle size analyzer showed that the smallest particle size of the AuNPs was 116.8 nm and the SEM EDS results showed that the morphological shape of the gold nanoparticles was in the form of spherical crystals with the main content being pure gold.

Keywords: characterization, clove seeds, gold nanoparticles, green synthesis.

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu teknologi saat ini semakin pesat. Selain itu, disektor industri semakin menuntut untuk menciptakan suatu bentuk yang lebih sederhana, berukuran sangat kecil, dan memiliki kemampuan yang lebih canggih dari bentuk ruahannya (Verma *et al.*, 2014). Tuntutan ini terjawab dengan nanoteknologi dengan bagian penting penyusunnya yaitu nanopartikel. Salah satu nanomaterial yaitu nanopartikel emas (NPAu) telah menarik cukup banyak perhatian karena

stabilitas, ketahanan oksidasi, dan biokompatibilitasnya.

Aplikasi dari NPAu digunakan untuk beberapa hal seperti katalisis, sensor, optik (penginderaan), pengembangan strategi antibakteri (Cui *et al.*, 2012), biomedis dan elektronik (Saha *et al.*, 2012), antikanker dan anti mikroba (Balalakshmi *et al.*, 2017), deteksi DNA (Kumar *et al.*, 2011). Pada sebagian besar literatur, nanopartikel emas (NPAu) disintesis dengan mereduksi ion emas dengan reduktor seperti borohidrat, hidrazin, sitrat, dan lain-lain. Diikuti dengan modifikasi

permukaan dengan ligan *capping* yang sesuai agar dapat mencegah terjadinya agregasi pada permukaan emas (Saha *et al.*, 2012). Sebagian besar metode konvensional untuk pembuatan nanopartikel lebih melibatkan bahan kimia beracun, teknik yang mahal atau konsumsi energi dan sumber daya yang tidak efisien (Basiuk, 2015). Mempertimbangkan aspek risiko pada lingkungan, maka para peneliti lebih termotivasi untuk melakukan sintesis yang lebih ramah lingkungan (*green synthesis*) yang menggunakan organisme maupun tumbuhan (Luque *et al.*, 2013).

Penelitian Rahma (2019) telah berhasil mensintesis nanopartikel emas secara *green synthesis* menggunakan bioreduktor ekstrak daun ketapang. Nanopartikel emas juga berhasil disintesis menggunakan ekstrak daun kelapa sawit (Ahmad *et al.*, 2018). Penggunaan metode *green synthesis* untuk fabrikasi nanopartikel emas juga berhasil dilakukan pada penelitian Philip (2010) yang mensintesis nanopartikel dengan ekstrak daun *Mangifera indica* dengan memberikan hasil distribusi ukuran nanopartikel yang lebih seragam dan lebih kecil. Penelitian terbaru yaitu sintesis nanopartikel emas dengan ekstrak daun *Vitex negundo* dimana nanopartikel emas menunjukkan adanya aktivitas antioksidan dan aktivitas antibakteri (Veena *et al.*, 2019).

Dalam penelitian ini, ekstrak tanaman akan digunakan untuk mensintesis NPAu dimana biosintesis ini memiliki keunggulan yaitu lebih mudah dan lebih murah dibandingkan dengan penggunaan bahan kimia berbahaya dan jauh lebih aman untuk manusia. Ekstrak tanaman mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, terpenoid, alkaloid, polifenol, gula, protein yang memiliki gugus fungsi yang dapat berperan sebagai bioreduktor ion Au^{3+} dan menstabilkan nanopartikel emas.

Ekstrak yang digunakan untuk mensintesis nanopartikel emas yaitu ekstrak biji cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.). *Syzygium aromaticum* (L.) mengandung senyawa metabolit sekunder utama yaitu eugenol yang tergolong senyawa terpenoid (Razafimamonjison *et al.*, 2014). Diharapkan metabolit sekunder ini mampu mereduksi dan berperan sebagai *stabilizing agent* untuk pembentukan NPAu. Sintesis nanopartikel emas masih sangat jarang dilakukan di Indonesia sehingga penelitian ini bertujuan untuk mensintesis NPAu menggunakan

bioreduktor biji cengkeh dengan mengoptimasi suhu sintesisnya.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bioreduktor ekstrak air biji cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) dari Kabupaten Jembrana, emas murni (PT. Antam), aqua DM (PT.Brataco), HNO pekat (PT.Brataco), HCl 37% (PT.Brataco).

Peralatan

Timbangan analitik (*Acis AD-300i*), sentrifugasi (*Centrifuge PLC Series*), Oven (*OV-30*), Spektrofotometer Uv-Vis (*Genesys 10S UV-Vis*), Particle Size Analyzer (PSA) (*Malvern*), SEM-EDS (*JSM-6510LA*).

Cara Kerja

Preparasi Sampel Ekstrak Air Biji Cengkeh

Penelitian ini menggunakan sampel biji cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.). Biji cengkeh yang sudah kering diblender dan ditimbang sebanyak 5 gram, kemudian ditambahkan aquadem sebanyak 100 mL dan dipanaskan pada suhu 60°C selama 15 menit. Filtrat disaring dengan kertas saring, selanjutnya dibuat konsentrasi 1%.

Uji Fitokimia Ekstrak Air Biji Cengkeh

Uji fitokimia pada bioreduktor biji cengkeh pada penelitian ini adalah uji adanya metabolit sekunder flavonoid, terpenoid dan steroid, alkaloid, saponin, tanin dan fenol (Harborne, 1987).

Pembuatan Larutan $H AuCl_4$ 0,5 mM

Larutan asam kloroaurat 1 mM dibuat dengan mencampur aquaregia dengan emas 98,48 mg dipanaskan pada suhu 120° C sampai terbentuk warna jingga. Setelah terbentuk warna jingga tambahkan dengan aquadem hingga volume 500 mL dan dikocok sampai homogen. Larutan asam kloroaurat 1 mM dibuat menjadi konsentrasi 0,5 mM.

Sintesis NPAu.

Sintesis NPAu dilakukan dengan mencampur larutan asam kloroaurat 0,5 mM dengan bioreduktor ekstrak air biji cengkeh 1% dengan perbandingan 1:10. Campuran larutan dipanaskan pada suhu 40 °C dan 80 °C. Indikasi terbentuknya NPAu yaitu perubahan

warna campuran larutan dari kuning bening menjadi *cherry red*.

Karakterisasi Nanopartikel Emas

Spektrofotometer UV – Vis

Awal pembentukan NPAu dapat dilihat dari panjang gelombang NPAu yang terbentuk yaitu berkisar 500 – 600 nm. Pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilakukan pada hari 1, 2, dan 3 setelah terbentuknya NPAu.

PSA (Particle Size Analyzer)

Karakterisasi nanopartikel emas dengan instrumen PSA dilakukan dengan cara mengukur ukuran partikel dari nanopartikel yang telah dibuat.

SEM-EDS (Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray)

Karakterisasi nanopartikel dengan SEM-EDS dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan dari nanopartikel emas serta komposisi kimia yang terdapat di dalamnya. Diharapkan dengan instrumen ini dapat mengidentifikasi morfologi dan struktur nanopartikel emas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Fitokimia Ekstrak Air Biji Cengkeh

Terdapat 6 uji fitokimia ekstrak air biji cengkeh yang dilakukan pada penelitian ini, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. Senyawa yang tidak terdapat di dalam ekstrak air biji cengkeh adalah tanin. Namun ekstrak air biji cengkeh mengandung senyawa metabolit lainnya yang diduga mampu berperan sebagai bioreduktor sekaligus menjadi *stabilizing agent* dalam proses sintesis nanopartikel emas.

Tabel 1. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Air Biji Cengkeh

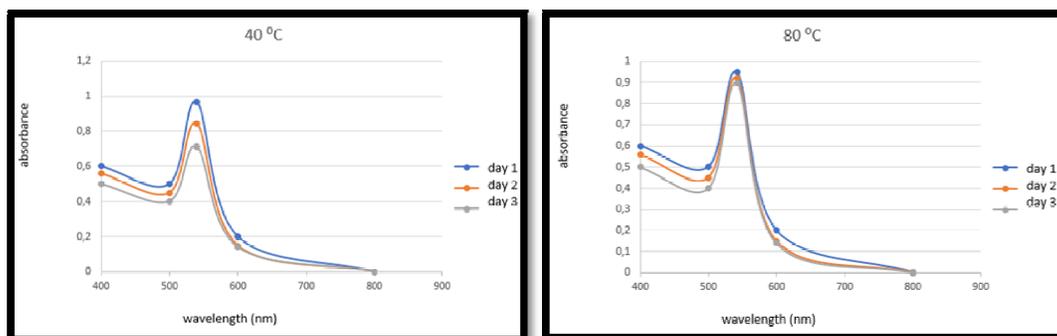
Senyawa Kimia	Identifikasi
Alkaloid	+
Flavonoid	+
Terpenoid dan steroid	+
Saponin	+
Tanin	-
Fenol	+

Karakterisasi Nanopartikel Emas

Spektrofotometer UV-Vis

Penggunaan spektrofotometer UV-Vis bertujuan untuk mengetahui λ_{maks} dari hasil sintesis NPAu. Spektrofotometri UV-Vis merupakan metode pertama dalam uji ini untuk mengidentifikasi NPAu melalui λ_{maks} dan absorbansi yang terbentuk. Berdasarkan pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis, diperoleh data seperti gambar 2.

Nanopartikel emas yang terbentuk di bawah dua temperatur yang bervariasi menunjukkan panjang gelombang maksimum pada 540 nm dan 542 nm. Hal ini membuktikan bahwa nanopartikel emas telah terbentuk karena memiliki absorbansi maksimum pada panjang gelombang antara 500-600 nm (Manjari *et al.*, 2017). Puncak resonansi plasmon permukaan yang dianalisis menggunakan spektrum UV-Vis menunjukkan puncak pada panjang gelombang antara 500-600 nm. Nanopartikel emas menunjukkan resonansi plasmon permukaan akibat osilasi elektron bebas dengan adanya cahaya pada panjang gelombang tertentu. Terbentuknya NPAu dilihat dari perubahan warna larutan dari kuning bening menjadi merah ceri.



Gambar 1. Hasil Spektrofotometer UV-Vis pada suhu sintesis 40°C dan 80°C

Particle Size Analyzer

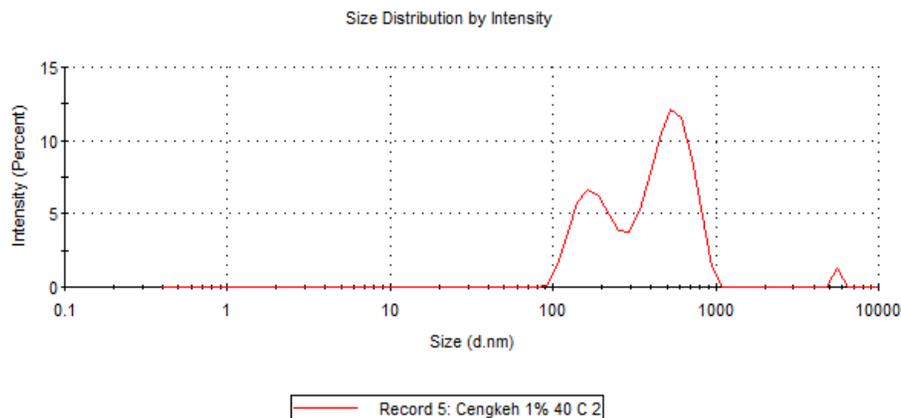
Teknik *particle size analyzer* bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel dari NPAu yang sesuai dengan ukuran standar yaitu 1 – 100 nm. Sampel yang diuji PSA (*Particle Size Analyzer*) yaitu sampel konsentrasi 1% dengan suhu sintesis 40 °C dan 80 °C. Uji PSA ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan sehingga hasil akhir nantinya yang didapatkan bisa lebih jelas. Data yang telah diperoleh, kemudian dimasukkan ke analisa SPSS. Data yang telah homogen, di analisa dengan *One Way Anova*. Dari hasil pengolahan data, suhu sintesis memiliki nilai signifikansi < 0,05. Hal ini berarti terdapat pengaruh yang bermakna signifikan antara variasi suhu sintesis terhadap ukuran NPAu.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa ukuran nanopartikel emas bervariasi dengan adanya perbedaan suhu sintesis. Dengan tingginya suhu sintesis NPAu, maka ukuran NPAu yang terbentuk semakin kecil. Pada suhu yang lebih tinggi, partikel yang terbentuk cenderung lebih

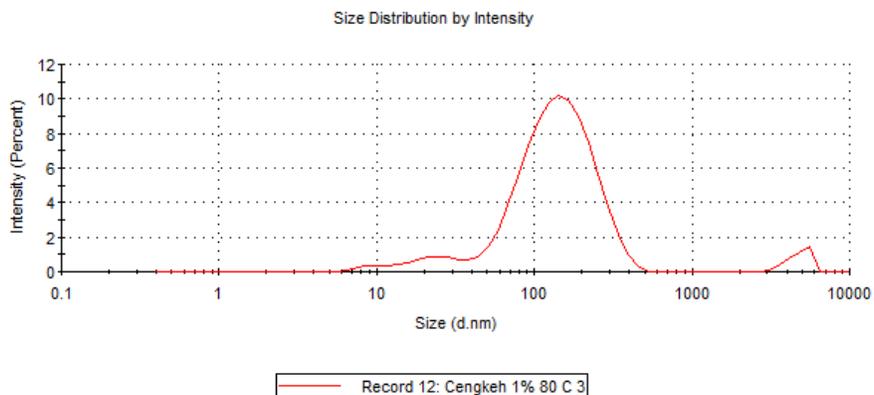
kecil dimana ukuran NPAu terkecil diperoleh 111,8 nm. Suhu yang tinggi (di atas 50°C), menyebabkan ion ion Au³⁺ yang terbentuk berubah menjadi inti NPAu (nuklei) dan menghambat proses reaksi reduksi lebih lanjut di permukaan nuklei yang telah terbentuk sebelumnya (Lestari *et al.*, 2019; Lestari *et al.*, 2020). Ukuran NPAu terkecil diperoleh pada suhu sintesis 80°C yaitu 111,8 nm dengan nilai indeks polidispersitas sebesar 0,410. Indeks polidispersitas adalah parameter yang menunjukkan homogenitas dari ukuran partikel. Jika nilai PDI semakin kecil maka semakin homogen ukuran partikelnya (Yuan *et al.*, 2008). Nilai PDI yang lebih besar dari 0,5 menunjukkan homogenitas yang kurang baik. Distribusi ukuran partikel dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3. Ukuran partikel pada suhu sintesis 40°C sangat besar, kemungkinan hal ini dikarenakan pembentukan nanopartikel emas tidak sempurna sehingga partikel-partikel tersebut beragregasi membentuk partikel yang lebih besar.

Tabel 2. Hasil *Particle Size Analyzer* pada suhu sintesis 40°C dan 80°C

	NPAu (40°C)	NPAu (80°C)
Ukuran Partikel (nm)	630,8	111,8
Indeks Polidispersitas	0,639	0,410



Gambar 2. Distribusi Ukuran Partikel NPAu pada suhu sintesis 40°C

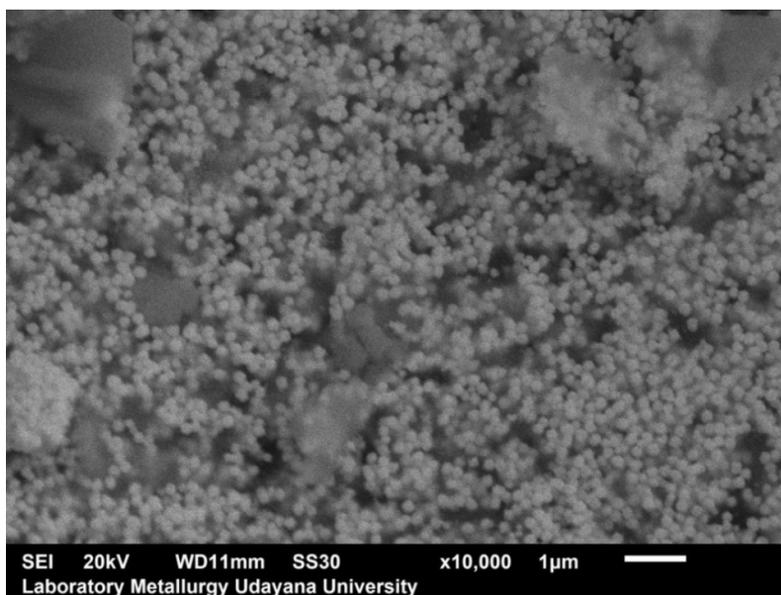


Gambar 3. Distribusi Ukuran Partikel NPAu pada suhu sintesis 80°C

SEM-EDS (*Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray*)

Instrumen SEM-EDS memberikan informasi mengenai morfologi permukaan dari nanopartikel emas serta komposisi kimia yang terdapat dalam nanopartikel emas. Gambar 4 menunjukkan gambar SEM dari NPAu pada skala nanometrik dan dengan jelas menunjukkan bahwa NPAu yang disintesis berbentuk bola.

Hasil yang diperoleh dari EDS memberikan indikasi yang jelas tentang elemen nanopartikel. Sinyal kuat atom emas menegaskan bahwa nanopartikel emas mengandung emas murni (Gambar 5). Penyerapan optik khas antara 2-4 KeV menegaskan nanopartikel logam karena resonansi permukaan plasmon (Magudapatty *et al.*, 2001). Sinyal elemen lain pada spektrum EDS berasal dari metabolit sekunder tanaman yang berfungsi sebagai zat penstabil.



Gambar 4. Hasil SEM NPAu pada perbesaran 10.000x

- Harborne JB. 1987. Metode Fitokimia. Bandung: Penerbit ITB.
- Kumar, V. G., Gokavaparu, S. D., Rajeswari, A., Dhas, T. S., Karthick, V., Kapadia, Z., Shrestha, T., Barathy, I. A., Roy, A., Shinha, S. 2011. Facile Green Synthesis of Gold Nanoparticles using Leaf Extract of Antidiabetic Potent Cassia auriculata. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 87: 159-163
- Lestari, G. A. D, Suprihatin, I. E, Sibarani, J. 2019. Synthesis of Silver Nanoparticles (NPAg) using Andaliman (Zanthoxylum acanthopodium DC.) Fruit Water Extract and Its Application in Indigosol Blue Photodegradation. *Journal of scientific & Applied Chemistry*. 22: 200-205
- Lestari, G. A. D, Suprihatin, I. E, Sibarani, J. 2020. Efektivitas Nanopartikel Perak (NPAg) untuk Fotodegradasi Zat Warna Indigosol Blue. *Cakra Kimia*. 8(1): 34-40.
- Lestari, V.N.S. 2017. Pentingnya Motivasi Dalam Upaya Meningkatkan Produktivitas Karyawan
- Luque, R., Varma, R.S. 2013. *Sustainable Preparation of Metal Nanoparticles*. The Royal Society of Chemistry.
- Magudapatty, P., Gangopadhyayans, P., Panigrahi, B.K., Nair, K.G.M., Dhara, S. 2001. Electrical transport studies of Ag nanoclusters embedded in glass matrix. *Phys. B*. 299: 142–146.
- Manjari, G., Saran, S., Arun, T., Suja, P., Devipriya, A., Rao, V. B. 2017. Facile Aglaia elaeagnoidea Mediated Synthesis of Silver and Gold Nanoparticles: Antioxidant and Catalysis. *J Clust Sci*. doi: 10.1007/s10876-017-1199-8.
- Philip, D. 2010. Rapid Green Synthesis of Spherical Gold Nanoparticles using Mangifera indica Leaf. *Spectrochimica Acta Part A*. 77: 807-810
- Rahma, D. E. 2019. Sintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (Terminalia catapa) dengan Irradiasi Microwave. *Skripsi*.
- Razafimamonjison G, Jahiel M, Duclos T, Ramanoelina P, Fawbush, Danthu P. 2014. Bud, Leaf and Stem Essential Oil Composition of Syzygium aromaticum from Madagascar, Indonesia and Zanzibar. *International Journal of Basic and Applied Sciences*. 3(3): 224-233.
- Saha, K., Agasti, S. S., Kim, C., Li, X., Rotello, V. 2012. Gold Nanoparticles in Chemical and Biological Sensing. *M. Chem. Rev*
- Veena, T.D. 2019. Green Synthesis of Gold Nanoparticles from Vitex negundo Leaf Extract: Characterization and In Vitro Evaluation of Antioxidant-Antibacterial Activity. *Journal of Cluster Science*.
- Verma, H.N., Singh, P., and Chavan, R.M. 2014. Gold Nanoparticle: Synthesis and Characterization. *Veterinary World*, 7.
- Yuan, Y., Gao, Y.X., Zhao, J., Mao, L. 2008. Characterization and stability evaluation of β -carotene nanoemulsions prepared by high pressure homogenization under various emulsifying conditions. *Food Research International*. 41: 61-68.