

PENGOBATAN ANTI KANKER PAYUDARA TERBARU DARI EKSTRAK DAUN SINGKONG KARET (*Manihot glazovii*) BERBASIS TEKNOLOGI NANOPARTIKEL EMAS

Tri Senja Aprilia¹, Sirikit Wangi Sarindang², Prima Aulia Putra³, Bambang Hernawan Nugroho⁴

^{1,2,3,4}Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta

ABSTRAK

Nanopartikel emas banyak digunakan dalam bidang kesehatan sebagai, biosensor, terapi kanker, antimikroba, dan dalam sistem penghantaran obat. Kandungan flavonoid berupa rutin dalam daun singkong karet (*Manihot glazovii*) memiliki peran sebagai bioreduktor, penstabil dalam sintesis nanopartikel emas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui preparasi, karakterisasi, dan aktivitas anti kanker nanopartikel emas dari ekstrak daun singkong karet dengan biosintesis *high energy*. Nanopartikel emas dibuat dengan mencampurkan H₂AuCl₄ (Asam Kloroaurat) dengan ekstrak menggunakan ultrasonik. Karakterisasi nanopartikel emas meliputi observasi visual nanopartikel emas, waktu pembentukan nanopartikel emas menggunakan spektrofotometer UV-VIS, ukuran partikel menggunakan *particle size analyzer*, profil gugus fungsional menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR), morfologi menggunakan SEM dan TEM, serta uji aktivitas antikanker menggunakan MTT Assay pada sel kanker payudara (T47D). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa formula terbaik dengan biosintesis *high energy* adalah formulasi dengan perbandingan ekstrak 5% 1000 ul : H₂AuCl₄ 375 ul. Formula tersebut mengalami perubahan warna dari kuning menjadi merah muda, memiliki panjang gelombang 540 nm, ukuran partikel rata-rata 65 nm, dengan nilai PDI 0,44, memiliki morfologi segitiga, heksagon, dan lingkaran, serta memiliki aktivitas anti-kanker pada sel kanker T47D dengan menggunakan MTT Assay. Kesimpulan: Nanopartikel emas terbentuk dari ekstrak daun singkong karet (ekstrak 5% 1000ul: asam Chloroauric 375 ul) dan terbukti memiliki aktivitas anti kanker payudara.

Kata kunci; Nanopartikel emas, biosintesis *high energy*, antikanker payudara.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi terkini dalam bidang farmasetis ialah pengembangan dalam sediaan nanoteknologi. Dilihat dari manfaat dan kegunaannya, nanoteknologi mampu menarik banyak perhatian dari para peneliti dan ilmuwan untuk mengembangkan sediaan dalam bentuk nanoteknologi (Martien R, et al., 2016). Obat yang dirancang dengan sistem penghantaran nanopartikel memiliki keunggulan dibandingkan dengan obat yang dirancang dengan sistem konvensional (Kulkarni N, 2014). Nanopartikel yang banyak dikembangkan

saat ini adalah berupa nanopartikel logam, polimer dan snedds. Nanopartikel logam paling banyak diteliti karena kemudahannya untuk disintesis dan aplikasinya yang luas sebagai obat-obatan, detektor, katalis, zat pelapis permukaan, dan antibakteri. Kini penelitian tentang nanopartikel telah banyak berfokus pada sintesis menggunakan emas (Fatimah EN, et al., 2012). Nanopartikel emas banyak dimanfaatkan dalam bidang kesehatan sebagai DNA labeling, biosensor, terapi kanker, antimikrobia dan bentuk

pengembangan dari sistem penghantaran obat (Annamalai A., et al., 2013).

Kanker adalah penyakit dengan ciri gangguan atau kegagalan mekanisme pengatur multipikasi dan fungsi homeostasis lainnya pada organisme multiseluler (Farmakologi dan Terapi, 2007). Sel kanker memiliki kemampuan mengatur sinyal perkembangan sendiri sehingga terjadi pertumbuhan dan proliferasi sel yang tidak terkendali (Hejmadi, et al., 2012). Di Indonesia, penyakit kanker payudara menempati urutan pertama dengan jumlah 39, 831 kasus (GLOBOCAN, 2008). Kanker payudara adalah tumor ganas yang berasal dari kelenjar payudara. Termasuk saluran kelenjar air susu dan jaringan penunjangnya yang tumbuh infiltratif, destruktif, serta dapat bermetastase (Suryana, 2008).

Pemanfaatan tanaman menjadi pilihan yang paling banyak digunakan dalam biosintesis metalik nanopartikel karena ramah lingkungan, mudah tersedia, dan langkah pemurnian yang mudah (Sahu N, et al., 2016). Biosintesis emas telah banyak digunakan dari berbagai macam tanaman selain itu kandungan senyawa dalam tanaman dapat menjadi agen pereduksi dalam proses sintesis nanopartikel emas. Salah satu senyawa yang dapat digunakan sebagai agen pereduksi dalam sintesis nanopartikel emas yaitu senyawa flavanoid. Daun singkong karet (*Manihot glazovii*) memiliki kandungan senyawa flavonoid berupa rutin (Araújo KCF, et al., 2013). Kandungan flavonoid berupa rutin yang terkandung dalam daun singkong memiliki peran sebagai agen pereduksi dan stabilisator dalam sintesis nenopartikel emas (Warditiani NK, et al, 2015). Daun singkong mengandung senyawa vitamin C, flavonoid, triterpenoid, tanin dan saponin (Meilawaty Z, 2013).

Pada penelitian sebelumnya yaitu preparasi dan karakterisasi nanopartikel emas ekstrak daun singkong karet menggunakan biosintesis low energy, hasil yang didapat yaitu memiliki ukuran 50-115 nm, dengan waktu yang cukup lama dalam pembentukan nanopartikel emas (Faradita, 2017). Pada penelitian ini

dilakukan preparasi nanopartikel emas dengan ekstrak daun singkong karet 5% dengan proses biosintesis high energy. Nanopartikel emas dibentuk dengan menggunakan metode biosintesis high energy, yaitu ekstrak daun singkong karet 5% sebagai agen pereduksi dan agen stabilisator, kemudian diultrasonic selama 2 menit. Penggunaan ultrasonik dapat mempersingkat waktu pembentukan nanopartikel emas, dan mampu mengontrol bentuk, ukuran partikel yang dihasilkan. Kualitas nanopartikel emas dapat diketahui dengan melakukan karakterisasi.

2. METODE PENELITIAN

Alat, Bahan dan Metode

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium foil, atomic absorption spectroscopy (Perkin Elmer 5100 PC), batang pengaduk, bluetip, fourier transform infrared (FTIR) (Thermo Nicolet Avatar 360), heater, kertas saring, lemari asam, mikropipet (Thermoscientific Finnpiptette), oven, particle size analyzer (Horiba Scientific, Nano Particle Analyzer SZ-100), pipet tetes, scanning electron microscope (PRO X), seperangkat alat gelas, spektrofotometer UV-vis (Hitachi), timbangan analitik (Mettler Toledo XS205 Dual Range), transmission electron microscopy (JEOL JEM-1010), Ultrasonic. Bahan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah *aqua pro injection*, Chloric acid, dan Daun Singkong Karet (*Manihot glazovii*), Sel Kanker Payudara (T47D). Dilakukan pengujian kandungan emas (Au) dalam HAuCl₄ menggunakan AAS, pembuatan nanopartikel emas, karakterisasi nanopartikel emas meliputi observasi visual nanopartikel emas, waktu pembentukan nanopartikel emas, ukuran partikel, morfologi dan profil gugus fungsional, serta uji aktivitas antikanker payudara.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Emas dalam Asam Kloroaurat

Pembuatan asam kloroaurat (HAuCl₄) 0,5 mM yang telah di buat dari

campuran aquaregia, emas murni 0,0493 gram dan aqua pro injection kemudian dianalisis dengan menggunakan spektroskopi serapan atom. Jumlah emas pada larutan asam kloroaurat yang dihasilkan kemudian dianalisis dengan parameter Au dan didapatkan jumlah Au sebesar 0,5 mM

Pembuatan Nanopartikel Emas

Nanopartikel emas dibuat dengan cara mencampurkan larutan HAuCl_4 dengan larutan ekstrak daun singkong

karet 5% sebagai agen bioreduktor yang dimasukan kedalam microtube. Diambil dengan micro pipet asam kloroaurat 0,5 mM sebanyak 225 uL sampai 450 uL dengan interval antar formula sebanyak 25 uL, kemudian dimasukan ke dalam microtube yang sudah terisi 1000 ul ekstrak daun singkong karet 5%, sesuai pada **Tabel 1** kemudian diultrasonic selama 2 menit.

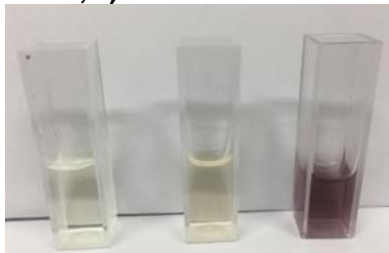
Tabel 1. Formulasi Nanopartikel Emas

Formula	Konsentrasi	Ekstrak Daun Singkong Karet (ul)	HAuCl_4 (ul)
F1	5%	1000	225
F2	5%	1000	250
F3	5%	1000	275
F4	5%	1000	300
F5	5%	1000	325
F6	5%	1000	350
F7	5%	1000	375
F8	5%	1000	400
F9	5%	1000	425
F10	5%	1000	450

Karakterisasi Nanopartikel Emas

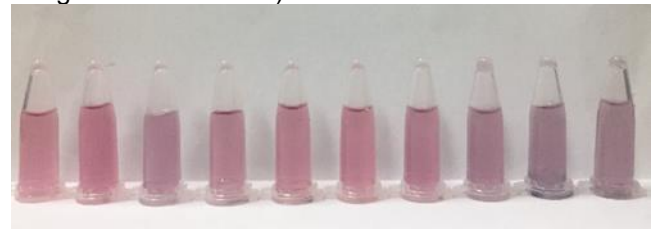
Observasi Visual Nanopartikel

Pengamatan perubahan warna pada nanopartikel emas dilakukan dengan mengamati perubahan warna nanopartikel emas. Pengamatan perubahan warna atau visual bersifat kualitatif untuk melihat proses pembentukan nanopartikel emas. Pengamatan dilakukan untuk melihat perubahan warna yang terjadi sebelum ekstrak ditambahkan dan setelah ekstrak ditambahkan kedalam larutan HAuCl_4 0,5 mM. Pembentukan nanopartikel emas ditandai dengan perubahan warna pada sampel yang semula berwarna kuning bening menjadi warna merah muda hingga ungu pada rentang waktu tertentu. (**Gambar 1, 2**).



Gambar 1. Perubahan Warna sebelum Nanopartikel Emas (dari kiri ke kanan HAuCl_4 , ekstrak daun singkong karet 5%,

ekstrak daun singkong karet 5% 1000 ul dengan 375 ul HAuCl_4)



Gambar 2. Visual Warna pada Jam ke 0 Ekstrak Daun Singkong Karet 5% dari Formula 1 (225 ul HAuCl_4) sampai Formula 10 Ekstrak 5% (450 ul HAuCl_4). Pada jam ke 0 sampai jam ke 1, pada ekstrak daun singkong karet 5% dari formula 1 (225 ul HAuCl_4) sampai formula 10 ekstrak 5% (450 ul HAuCl_4) mengalami perubahan warna menjadi merah muda keunguan secara langsung setelah dilakukan ultrasonic. Hasil yang didapat menunjukan bahwa konsentrasi ekstrak daun singkong karet berpengaruh terhadap waktu yang dibutuhkan untuk terjadinya perubahan warna nanopartikel emas, semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan maka waktu yang dibutuhkan untuk terjadinya perubahan warna nanopartikel emas semakin lama. Selain itu volume penambahan HAuCl_4

juga berpengaruh terhadap waktu perubahan warna nanopartikel emas, semakin kecil konsentrasi asam kloroaurat yang ditambahkan maka waktu yang dibutuhkan semakin kecil, sedangkan konsentrasi asam kloroaurat yang ditambahkan semakin besar maka waktu yang dibutuhkan lebih besar.

Observasi Panjang Gelombang menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis.

Pengaruh waktu kontak terhadap kestabilan nanopartikel emas dapat

diamati melalui panjang gelombang maksimum dan absorbansi.

Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengonfirmasi terbentuknya nanopartikel. Dimulai dengan mengukur panjang gelombang maksimal dari ekstrak daun singkong karet, panjang gelombang tersebut menjadi acuan atau monitoring pembentukan nanopartikel emas. Panjang gelombang nanopartikel emas berada pada range 500-550 nm. Panjang gelombang serapan yang didapat pada jam ke 0 dan jam ke 24 dapat dilihat pada

Tabel 2.

Hasil Analisis Spektrofotometer UV-Vis Jam ke 0 dan 24

Formula	Konsentrasi Ekstrak	Konsentrasi H _{AuCl} ₄ (µL)	Waktu	
			0 jam	24 jam
			Panjang gelombang (nm)	Panjang gelombang (nm)
1	5%	225	486	542
2	5%	250	490	544
3	5%	275	492	546
4	5%	300	414	498
5	5%	325	490	498
6	5%	350	492	496
7	5%	375	492	540
8	5%	400	440	542
9	5%	425	418	544
10	5%	450	414	544

Hasil yang didapat dari Spektrofotometer UV-Vis pada penelitian ini menunjukkan pada jam ke 0, dengan konsentrasi ekstrak daun singkong karet 5% formula 1 sampai 10 didapatkan nilai panjang gelombang 414-490 nm. Pada jam ke 24 terjadi pergeseran batokromik dari panjang gelombang konsentrasi 5%, didapatkan nilai panjang gelombang dalam rentang 540-542 nm.

Dari data tersebut menunjukkan bahwa beberapa formula masih berada dalam nilai panjang gelombang nanopartikel emas dengan nilai panjang gelombang 500 -550 nm, yaitu pada konsentrasi ekstrak 5% formula 1 (225 ul H_{AuCl}₄), formula 2 (250 ul H_{AuCl}₄), formula 3 (275 ul H_{AuCl}₄), formula 7 (375 ul H_{AuCl}₄), formula 8 (400 ul H_{AuCl}₄), formula 9 (425 ul H_{AuCl}₄), formula 10

(450 ul H_{AuCl}₄), Berdasarkan data perubahan panjang gelombang maka dapat disimpulkan bahwa pembentukan nanopartikel emas terbentuk pada ke 24 berkisar pada panjang gelombang 540-546 nm. Hasil ini juga dapat mendukung data sebelumnya yaitu pada uji perubahan warna yang semula berwarna kuning bening menjadi merah muda hingga ungu.

Karakterisasi Ukuran Nnopartikel emas dengan Particle Size Analyzer (PSA).

Penentuan ukuran partikel nanopartikel emas dilakukan dengan menggunakan alat *particle size analyzer* (Horiba Scientific, Nano Particle Analyzer SZ-100) sebanyak tiga kali replikasi. Pengukuran ukuran globul dan indeks polidispersitas hanya dilakukan pada sampel yang memiliki panjang

gelombang 500 nm – 550 nm (termasuk dalam *range* nanopartikel emas). Nilai ukuran globul dan indeks polidispersitas nanopartikel sampel dapat dilihat pada **Tabel 3**. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa sampel nanopartikel emas ekstrak

daun singkong karet termasuk ke dalam range nilai ukuran partikel yang baik untuk nanopartikel emas yaitu 10 nm – 100 nm, serta nilai PI yang baik, yaitu < 0,7.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Ukuran Partikel 7 Formula

F	Kons.	V.Eks (ul)	V. H _{AuCl₄} (ul)	λ Jam ke 0 (nm)	λ Jam ke 24 (nm)	Ukuran partikel (nm) (x̄ ± SD)	PDI (Đ) (x̄ ± SD)
1	5%	1000	225	486	542	110.33 ± 19.71	0.63 ± 0.004
2	5%	1000	250	490	544	233.65 ± 141.06	1.20 ± 0.75
3	5%	1000	275	492	546	n.d	n.d
7	5%	1000	375	492	540	65.30 ± 0.17	0.44 ± 0.05
8	5%	1000	400	440	542	94.23 ± 2.85	0.56 ± 0.006
9	5%	1000	425	418	544	99.3 ± 0	0.48 ± 0
10	5%	1000	400	414	544	110.6 ± 19.23	0.58 ± 0.03

Keterangan :

F : Formula

V. Eks : Volume ekstrak

Kons : Konsentrasi ekstrak

V. H_{AuCl₄} : Volume Asam Kloroaurat

Pada konsentrasi ekstrak daun singkong karet 5% formula 7 nanopartikel dengan jumlah emas 375 ul menghasilkan ukuran partikel terkecil (**Lampiran 1,2,3**) yaitu dengan nilai ukuran partikel 65.30 ± 0.17 dan indeks polidispersitas 0.44 ± 0.05 hasil yang didapat telah masuk kedalam nilai ukuran partikel yang baik untuk nanopartikel emas yaitu 1-200 nm, sedangkan untuk nilai indeks polidispersitas mendapatkan hasil <0,7 yaitu 0.44 ± 0.05.

Karakterisasi Gugus Fungsi

Nanopartikel Emas menggunakan FTIR

Penentuan gugus fungsi dari ekstrak daun singkong karet dilakukan pengukuran menggunakan alat FTIR. Yang dibaca dalam FTIR adalah formula 7 perbandingan emas dan H_{AuCl₄} (1000ul : 375 ul) berdasarkan data sebelumnya.

Spektrum IR ekstrak daun singkong karet, menunjukkan beberapa serapan khas untuk beberapa gugus fungsi (**Lampiran 4**), diantaranya pada serapan

3452,18 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya ikatan gugus hidroksil O-H, pada serapan 2065,61 cm⁻¹ menunjukkan adanya fenol, serapan 1635,07 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan C=C alkyne dan cincin aromatis, serta serapan 563,36 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus fosfat.

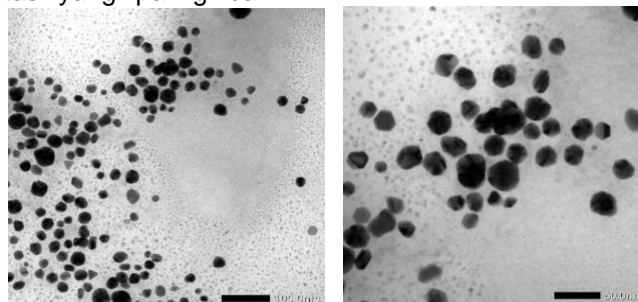
Pada spektrum IR hasil reduksi dari ekstrak daun singkong karet dengan H_{AuCl₄} memperlihatkan adanya pergeseran panjang gelombang spektrum dari ekstrak daun singkong karet sebelum dan sesudah mereduksi (**Lampiran 5**). Pergeseran bilangan gelombang terjadi dari 3452,18 cm⁻¹ menjadi 3450,00 cm⁻¹ menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara gugus OH dengan nanopartikel emas, Pada panjang gelombang 2073 cm⁻¹ menunjukkan gugus fenol, dan pada panjang gelombang 1634,55 cm⁻¹ adanya ikatan C=C alkene dan cincin aromatis, serta 572,60 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus fosfat **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Pembacaan Spektrum IR

Ekstrak Daun Singkong Karet (cm ⁻¹)	Formula 7 (cm ⁻¹)	Gugus fungsi
3452,18	3450,00	Hidroksil (O-H)
2065,61	2073,47	Fenol
1635,07	1634,55	Alkynes (C=C)
563,36	572,60	Fosfat (PO ₄ ³⁺)

Morfologi nanopartikel emas dapat diketahui dengan Transmission Electron Microscopy (TEM) dan Scanning Electron Microscopy (SEM). Sampel yang digunakan untuk pengujian morfologi partikel nano dengan Transmission Electron Microscopy (TEM) dan Scanning Electron Microscopy (SEM) sampel dengan konsentrasi ekstrak 5% yaitu pada formula 7 dengan perbandingan ekstrak daun singkong karet dan H₂SO₄ (1000ul : 375 ul). Sampel tersebut dipilih karena memiliki ukuran partikel terkecil dan nilai indeks polidispersitas yang paling baik

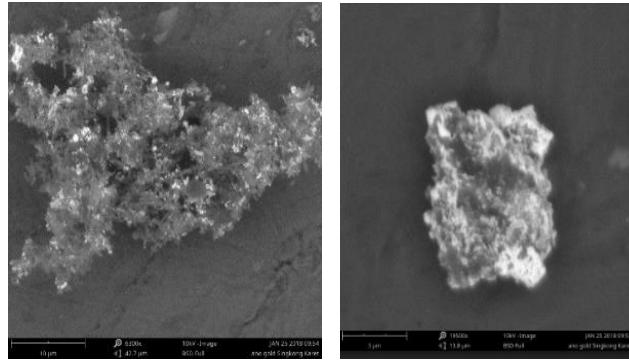
dibandingkan dengan formula lainnya. Hasil pengamatan TEM pada formula 7 menunjukkan rentang ukuran partikel yang terbentuk yaitu berada pada kisaran 41nm – 71 nm dengan berbagai macam bentuk yaitu segitiga, segi enam dan lingkaran tidak sempurna.



Gambar 5. Hasil Morfologi Nanopartikel Emas Menggunakan TEM

Hasil pengamatan SEM pada formula 7 menunjukkan morfologi nanopartikel pada (**Gambar 6**). Didapatkan hasil struktur spheris yang tidak beraturan dikarenakan nanopartikel

emas yang tidak stabil sehingga nanopartikel emas mengalami agregasi dan sampel menjadi menggumpal dapat dikarenakan oleh penyimpanan yang terlalu lama.



Gambar 7. Hasil Morfologi Nanopartikel Emas Menggunakan SEM

Uji Aktivitas Antikanker pada Sel Kanker T47D

Uji sitotoksik untuk melihat aktivitas antikanker dari nanopartikel emas ekstrak daun singkong karet 5% pada formula terbaik, yaitu formula 7 dengan perbandingan ekstrak : H₂AuCl₄ (1000 µl : 375 µl) dan juga pada ekstrak daun singkong terhadap kultur sel T47D (sel kanker payudara) dilakukan menggunakan metode MTT (microculture tetrazolium technique). Prinsip dari

metode ini adalah pada sel hidup aktivitas mitokondria selalu konstan, sehingga peningkatan atau penurunan viabilitas sel berhubungan secara langsung dengan aktivitas mitokondria.

Pada penelitian ini parameter pengukuran aktivitas nanopartikel emas ekstrak daun singkong karet terhadap sel T47D ditunjukkan dengan persen viabilitas sel. Jumlah sel yang hidup setelah pemberian ekstrak dengan berbagai konsentrasi disajikan pada tabel .5

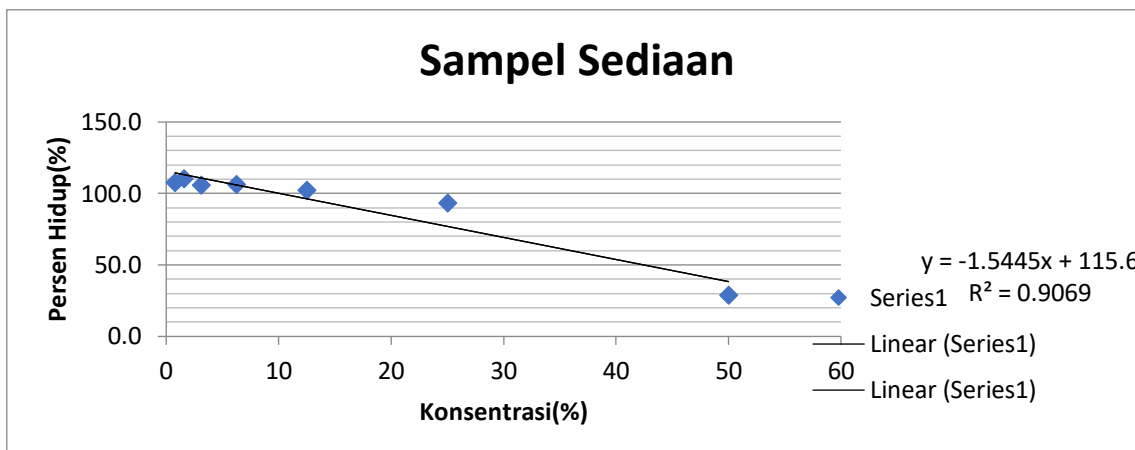
Tabel 5. Hasil Uji Sitotoksitas Nanopartikel Emas Ekstrak Daun Singkong Karet terhadap Sel T47D dengan Metode MTT

Konsentrasi (%)	Viabilitas Sel HeLa (%)
50	28.967
25	93.635
12.5	102.214
6.25	106.596
3.125	106.089
1.5625	110.517

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa terdapat hubungan antara konsentrasi ekstrak dengan persen sel hidup. Aktivitas sitotoksik meningkat dengan meningkatnya konsentrasi sediaan. Efek toksik ekstrak terhadap sel T47D ditandai dengan menurunnya persen sel hidup.

Aktivitas sitotoksik dapat dinyatakan dengan nilai IC₅₀, yaitu konsentrasi yang menyebabkan kematian pada 50% populasi sel. Perhitungan nilai

IC₅₀ dilakukan dengan membuat persamaan regresi linier antara konsentrasi ekstrak dengan persen sel hidup. Hasil analisis data menunjukkan bahwa nanopartikel emas ekstrak daun singkong karet formula ke 7 yaitu dengan perbandingan ekstrak daun singkong karet 5% : H₂AuCl₄ (1000ul : 375 ul) memiliki aktivitas sitotoksik terhadap sel T47D dengan nilai IC₅₀ sebesar 42.47329 %. (**Gambar 9**).



Gambar 9. Hasil IC₅₀nanopartikel Emas Ekstrak Daun Singkong Karet terhadap Sel T47D dengan Metode MTT

4. KESIMPULAN

Dari penelitian preparasi dan karakterisasi nanopartikel emas ekstrak daun singkong karet menggunakan biosintesis high energy, dengan konsentrasi ekstrak 5% yang dibuat dalam 10 formula didapatkan satu formula terbaik yaitu formula 7 dengan perbandingan 1000ul ekstrak daun singkong karet : 375 ul HAuCl₄. Karakteristik dari nanopartikel emas ekstrak daun singkong karet yang dihasilkan dengan proses biosintesis *high energy*, didapatkan perubahan warna kuning menjadi merah muda, memiliki panjang gelombang serapan 531 nm, partikel 65.30 ± 0.17 dan indeks polidispersitas 0.44 ± 0.05 dan morfologi yang terbentuk yaitu segitiga, segienam dan lingkaran tidak sempurna (TEM) dan *spherical* (SEM). Serta terbukti memiliki aktivitas antikanker pada sel T47D (sel kanker payudara) dengan menggunakan metode MTT Assay.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada kepada Dosen Pembimbing dan Laboran Teknologi Farmasi Universitas Islam Indonesia serta seluruh pihak yang membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Annamalai A., et al., 2013. Green synthesis, characterization and

antimicrobial activity of Au NPs using *Euphorbia hirta* L. leaf extract. *Colloids Surf B Biointerfaces* 9, 108, 60–5.

Araújo KCF, et al., 2013. Bioconversion of quercetin and rutin and the cytotoxicity activities of the transformed products. *Food Chem Toxicol* 51, 93–6.

Battista E, 2017. Metal enhanced fluorescence on super-hydrophobic clusters of gold nanoparticles. *Microelectron Eng* 175, 7–11.

Faradita M.A., 2017, Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Emas Ekstrak Daun Singkong Karet (*Manihot glazovii*) Dengan Proses Biosintesis Ramah Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.

Farmakologi dan Terapi, 5th ed, 2007. Departemen Farmakologi dan Terapeutik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.

Fatimah EN, et al., 2012. Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Emas sebagai Material Pendukung Aktivitas Tabir Surya Turunan Sinamat. Pros. Semin. Nas. Kim. Unesa.

GLOBOCAN, 2008. European age-standardised rates calculated by Statistical Information Team at Cancer Research UK 2011 using data from GLOBOCAN. IARC 1.

- Hejmadi, et al., 2012. Introduction to Cancer Biology. Momna Hejmadi Ventus Publ.
- Kulkarni N, 2014. Biosynthesis of Metal Nanoparticles: A Review. J Nanotechnol 1–8.
- Martien R, et al., 2016. Perkembangan Teknologi Nanopartikel Sebagai Sistem Penghantaran Obat.
- Meilawaty Z, 2013. Efek ekstrak daun singkong (Manihot utilissima) terhadap ekspresi COX-2 pada monosit yang dipapar LPS E. coli (The effect of Manihot utilissima extracts on COX-2 expression of monocytes induced by LPS E. coli). Dent J Maj Kedokt Gigi 46, 196–201.
- Sahu N, et al., 2016. Synthesis of silver nanoparticles using flavonoids: hesperidin, naringin and diosmin, and their antibacterial effects and cytotoxicity. Int Nano Lett 6, 173–81.
- Warditiani NK, et al, 2015. Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol 70% Daun Singkong (Manihot utilissima Pohl) terhadap Kadar Gula Darah Mencit Jantan Galur Balb/C yang Diinduksi Aloksan. J Farm Udayana 4.

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Nanopartikel emas dengan Formula 7 Particle Size Analyzer (PSA) Replikasi 1

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

F7.2 5%.nsz

Measurement Results

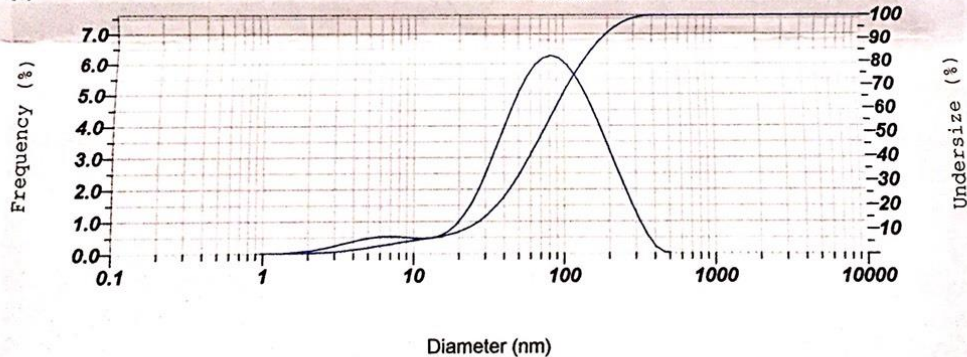
Date : Sunday, January 14, 2018 5:50:05 PM
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanogold F7 5%
 Scattering Angle : 90
 Temperature of the Holder : 24.9 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 18151
 Distribution Form : [Standard]
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 754 kCPS

Calculation Results

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.05	5.7 nm	2.3 nm	6.7 nm
2	0.95	94.2 nm	65.2 nm	77.5 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	89.4 nm	66.5 nm	77.5 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 65.2 nm
 PI : 0.399



No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation
1	0.34	0.000	0.000	23	4.97	0.468	2.307	45	72.87	6.184	50.325	67	1068.52	0.000	99.989
2	0.38	0.000	0.000	24	5.61	0.506	2.813	46	82.33	6.263	56.588	68	1207.24	0.000	99.989
3	0.43	0.000	0.000	25	6.34	0.527	3.340	47	93.02	6.190	62.778	69	1363.97	0.000	99.989
4	0.49	0.000	0.000	26	7.17	0.531	3.871	48	105.10	5.973	68.751	70	1541.04	0.000	99.989
5	0.55	0.000	0.000	27	8.10	0.520	4.391	49	118.74	5.627	74.378	71	1741.10	0.000	99.989
6	0.62	0.000	0.000	28	9.15	0.498	4.889	50	134.16	5.173	79.551	72	1967.14	0.000	99.989
7	0.70	0.000	0.000	29	10.34	0.474	5.363	51	151.57	4.637	84.188	73	2222.51	0.000	99.989
8	0.80	0.000	0.000	30	11.68	0.461	5.824	52	171.25	4.043	88.231	74	2511.05	0.000	99.989
9	0.90	0.000	0.000	31	13.20	0.477	6.301	53	193.48	3.417	91.649	75	2837.04	0.000	99.989
10	1.02	0.000	0.000	32	14.91	0.539	6.840	54	218.60	2.782	94.431	76	3205.35	0.000	99.989
11	1.15	0.003	0.000	33	16.84	0.667	7.507	55	246.98	2.159	96.591	77	3621.48	0.000	99.989
12	1.30	0.009	0.000	34	19.03	0.875	8.382	56	279.04	1.567	98.158	78	4091.63	0.000	99.989
13	1.47	0.019	0.019	35	21.50	1.176	9.559	57	315.27	1.026	99.184	79	4622.61	0.000	99.989
14	1.66	0.036	0.056	36	24.29	1.574	11.133	58	356.20	0.560	99.743	80	5222.96	0.000	99.989
15	1.87	0.060	0.116	37	27.45	2.064	13.197	59	402.44	0.209	99.953	81	5901.02	0.000	99.989
16	2.11	0.093	0.209	38	31.01	2.632	15.829	60	454.69	0.036	99.989	82	6667.10	0.000	99.989
17	2.39	0.133	0.342	39	35.03	3.253	19.082	61	513.71	0.000	99.989	83	7532.65	0.000	99.989
18	2.70	0.182	0.525	40	39.58	3.896	22.977	62	580.41	0.000	99.989	84	8510.56	0.000	99.989
19	3.05	0.238	0.763	41	44.72	4.524	27.501	63	655.76	0.000	99.989	85	9615.42	0.000	99.989
20	3.45	0.299	1.061	42	50.53	5.099	32.600	64	740.89	0.000	99.989	86	10863.72	0.000	100.000
21	3.89	0.380	1.421	43	57.09	5.586	38.186	65	837.07	0.000	99.989				
22	4.40	0.418	1.839	44	64.50	5.955	44.141	66	945.74	0.000	99.989				

Explore the future

Automotive Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA

Lampiran 2. Hasil Pengukuran Nanopartikel emas dengan Formula 7 Particle Size Analyzer (PSA) Replikasi 2

Lampiran 3. Hasil Pengukuran Nanopartikel emas dengan Formula 7

HORIBA
Scientific

HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver2.00

SZ-100

F7 5%.nsz

Measurement Results

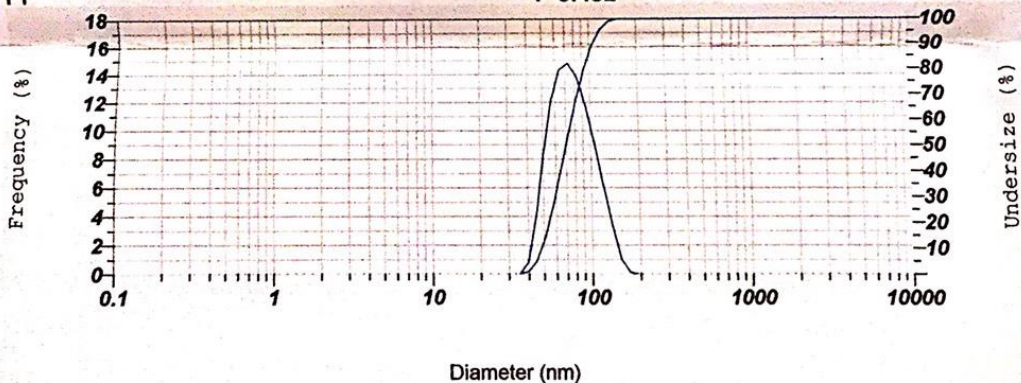
Date : Sunday, January 14, 2018 5:49:40 PM
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Nanogold F7 5%
 Scattering Angle : 90
 Temperature of the Holder : 24.8 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.898 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 18151
 Distribution Form : [Standard]
 Distribution Form(Dispersity) : Monodisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 797 kCPS

Calculation Results

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	1.00	74.1 nm	22.4 nm	68.4 nm
2	---	--- nm	--- nm	--- nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	74.1 nm	22.4 nm	68.4 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 65.2 nm
 PI : 0.482



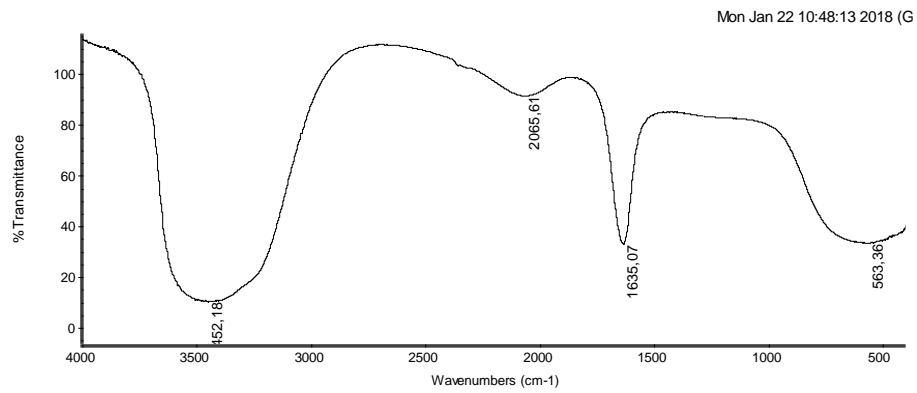
No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation
1	0.34	0.000	0.000	23	4.97	0.000	0.000	45	72.87	14.739	54.573	67	1068.52	0.000	100.000
2	0.38	0.000	0.000	24	5.81	0.000	0.000	46	82.33	13.829	68.402	68	1207.24	0.000	100.000
3	0.43	0.000	0.000	25	6.34	0.000	0.000	47	93.02	11.868	80.268	69	1363.97	0.000	100.000
4	0.49	0.000	0.000	26	7.17	0.000	0.000	48	105.10	9.201	89.469	70	1541.04	0.000	100.000
5	0.55	0.000	0.000	27	8.10	0.000	0.000	49	118.74	6.197	95.665	71	1741.10	0.000	100.000
6	0.62	0.000	0.000	28	9.15	0.000	0.000	50	134.16	3.286	98.931	72	1967.14	0.000	100.000
7	0.70	0.000	0.000	29	10.34	0.000	0.000	51	151.57	0.978	99.910	73	2222.51	0.000	100.000
8	0.80	0.000	0.000	30	11.68	0.000	0.000	52	171.25	0.090	100.000	74	2511.05	0.000	100.000
9	0.90	0.000	0.000	31	13.20	0.000	0.000	53	193.48	0.000	100.000	75	2837.04	0.000	100.000
10	1.02	0.000	0.000	32	14.91	0.000	0.000	54	218.60	0.000	100.000	76	3205.35	0.000	100.000
11	1.15	0.000	0.000	33	16.84	0.000	0.000	55	246.98	0.000	100.000	77	3621.48	0.000	100.000
12	1.30	0.000	0.000	34	19.03	0.000	0.000	56	279.04	0.000	100.000	78	4081.63	0.000	100.000
13	1.47	0.000	0.000	35	21.50	0.000	0.000	57	315.27	0.000	100.000	79	4622.81	0.000	100.000
14	1.66	0.000	0.000	36	24.29	0.000	0.000	58	356.20	0.000	100.000	80	5222.96	0.000	100.000
15	1.87	0.000	0.000	37	27.45	0.000	0.000	59	402.44	0.000	100.000	81	5901.02	0.000	100.000
16	2.11	0.000	0.000	38	31.01	0.000	0.000	60	454.69	0.000	100.000	82	6667.10	0.000	100.000
17	2.38	0.000	0.000	39	35.03	0.819	0.819	61	513.71	0.000	100.000	83	7532.65	0.000	100.000
18	2.70	0.000	0.000	40	39.58	4.057	4.877	62	580.41	0.000	100.000	84	8510.56	0.000	100.000
19	3.05	0.000	0.000	41	44.72	8.518	13.395	63	655.76	0.000	100.000	85	9615.42	0.000	100.000
20	3.45	0.000	0.000	42	50.53	12.173	25.568	64	740.89	0.000	100.000	86	10863.72	0.000	100.000
21	3.89	0.000	0.000	43	57.09	14.265	39.834	65	837.07	0.000	100.000				
22	4.40	0.000	0.000	44	64.50	14.265	39.834	66	945.74	0.000	100.000				

Explore the future

Airborne Part Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific

HORIBA

Particle Size Analyzer (PSA) Replikasi 3



Lampiran 4 . Spektrum FTIR Ekstrak Tunggal Daun Singkong Karet.

Lampiran 5. Spektrum FTIR Nanopartikel Emas ekstrak daun singkong karet 5% Formula 7 (ekstrak 1000 ul : 375 ul H_{AuCl}₄)

