



PROSIDING

PERTEMUAN ILMIAH RADIOISOTOP, RADIOFARMAKA, SIKLOTRON DAN KEDOKTERAN NUKLIR

**Gedung Diklat RSUP Dr. Kariadi
Jl. Dr. Sutomo No. 16
Semarang**

10 – 11 Oktober 2014

*“Current Advances in Radionuclide Technology
Nuclear Medicine and Molecular Imaging”*



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSAT TEKNOLOGI RADIOISOTOP DAN RADIOFARMAKA**

GEDUNG 11, KAWASAN PUSPIPEK, TANGERANG SELATAN, BANTEN
TELP/FAX : (021) 756 3141
email : prr@batan.go.id

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadirat Allah atas petunjuk dan karunia yang telah diberikan sehingga Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir 2014 dengan tema “*Current Advances in Radionuclide Technology Nuclear Medicine and Molecular Imaging*” dapat diterbitkan. Prosiding ini merupakan kumpulan karya ilmiah yang telah lolos proses seleksi yang dilakukan oleh tim penelaah dan telah dipresentasikan dalam seminar pada tanggal 10 dan 11 Oktober 2014 yang bertempat di Aula Gedung Direksi Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Kariadi Jalan Dr Sutomo nomor 16 Semarang.

Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir 2014 diisi dan diikuti oleh kurang lebih 220 peserta yang berasal 10 satuan kerja pemerintah, 14 perwakilan Rumah Sakit, 3 universitas, 7 perwakilan industri dan 2 perwakilan dari luar negeri yaitu dari Royal Prince Alfred Hospital, Australia dan Seoul National University, Korea.

Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka dan Perhimpunan Kedokteran Nuklir Indonesia sebagai pihak penyelenggara seminar ini menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua peserta dan pembawa makalah yang telah berpartisipasi dalam seminar dan aktif memberikan masukan yang bermanfaat bagi semua makalah yang dipublikasikan. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada seluruh Dewan Editor yang telah membantu dalam seleksi, penilaian dan peningkatan mutu makalah untuk bisa dipublikasikan dalam Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka dan Siklotron 2014. Terimakasih pada seluruh anggota dewan redaksi yang telah bekerja keras untuk menyusun dan menerbitkan prosiding ini, serta semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelenggaraan seminar sampai dapat diterbitkannya prosiding ini.

Besar harapan kami bahwa Prosiding ini akan banyak berguna bagi para pembaca serta semua rekan seprofesi, serta akan dapat menjadi acuan dan titik tolak untuk mencapai kemajuan yang lebih besar untuk perkembangan di bidang radioisotop, radiofarmaka, siklotron dan kedokteran nuklir. Kami sadari bahwa seminar dan prosiding ini tidak lepas dari berbagai kekurangan. Kami mohon maaf dan kritik serta saran yang bersifat membangun demi perbaikan dimasa datang selalu kami harapkan dari rekan sejawat dan pembaca yang budiman.

Serpong, Januari 2015

Tim Editor

Dewan Editor/Penelaah Prosiding PIT 2014

1. Dr. Rohadi Awaludin (PTRR-BATAN)
2. Dr. Martalena Ramli (PTRR-BATAN)
3. Basuki Hidayat, dr, Sp.KN (FK-UNPAD, RS. Hasan Sadikin Bandung)
4. Imam Kambali, PhD (PTRR-BATAN)
5. Drs. Hari Suryanto, M.T (PTRR-BATAN)
6. Drs. Adang Hardi Gunawan (PTRR-BATAN)
7. Widyastuti (PTRR-BATAN)

SUSUNAN PANITIA

Penasehat

1. Prof. Dr. Johan S Masjhur, dr, SpPD-KEMD, SpKN
Perhimpunan Kedokteran Nuklir Indonesia
2. Dra. Siti Darwati MSc
Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka - BATAN
3. A. Hussein S Kartamihardja, dr, SpKN, MH.Kes
Perhimpunan Kedokteran Nuklir Indonesia / Fakultas Kedokteran - UNPAD

Pengarah

1. Dr. Rohadi Awaludin
2. Trias Nugrahadi, dr ,Sp.KN
3. Drs. Hotman Lubis
4. Dra. R. Suminar Tedjasari

Redaktur Prosiding PIT 2014 dan Panitia Pelaksana PIT 2014

1. Ratna Dini Haryuni, M.Farm
2. Herlan Setiawan, S.Si
3. Diah Pristiowati
4. Rien Ritawidya, M.Farm
5. Titis Sekar Humani, M.Si
6. Nur Rahmah Hidayati, M.Sc
7. Drs. Agus Ariyanto
8. Didik Setiaji, A.Md
9. Veronika Yulianti Susilo, M.Farm
10. Wira Y Rahman
11. Indra Saptiama, S.Si
12. Fath Priyadi S.ST
13. Bisma Baron Patrinesha, A.Md
14. Jakaria, S.ST

LAPORAN KETUA PANITIA

Assalamu'alaikumwr.wb.

Segala Pujibagi Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir Tahun 2014 dapat terlaksana dengan baik. Pertemuan ilmiah ini merupakan kegiatan rutin yang terselenggara setiap tahun, kerjasama antara Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka (PTRR) -BATAN dengan Perhimpunan Kedokteran Nuklir Indonesia (PKNI) dan Perhimpunan Kedokteran dan Biologi Nuklir Indonesia (PKBNI).

Tema yang diangkat tahun ini adalah "*Current Advances in Radionuclide Technology Nuclear Medicine and Molecular Imaging*". Pertemuan ini dihadiri oleh 220 peserta dari berbagai kalangan baik dari dalam maupun di luar negeri, meliputi para pembuat kebijakan, peneliti, klinisi, akademisi, serta mitra industri. Bentuk kegiatan yang telah dilaksanakan berupa: *plenary session* dan *keynote speaker*, presentasi oral, presentasi poster, serta pameran produk dari Pusat Diseminasi dan Kemitraan -BATAN dan beberapa mitra industri.

Kegiatan ini bertujuan untuk *sharing* ilmu, memperoleh informasi baru serta menyampaikan hasil-hasil terbaru di bidang radiofarmaka, *molecular imaging*, kedokteran nuklir dan *targeted radionuclide therapy*.

Kami

berharap semoga pertemuan ini dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan perkembangan ilmu di bidang radioisotop, radiofarmaka, siklotron dan kedokteran nuklir serta dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi seluruh pihak. Akhir kata, Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mensukseskan penyelenggaraan kegiatan PIT 2014. Kami juga memohon maaf atas segala kekurangan, semoga tahun depan kita dapat berjumpa kembali pada keadaan yang lebih baik.

Wassalamu'alaikumwr.wb

Ketua Panitia

Ratna Dini Haryuni, M.Farm

KATA SAMBUTAN
KEPALA PUSAT TEKNOLOGI RADIOISOTOP DAN RADIOFARMAKA

Assalamu'alaikum wr. wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya sehingga acara Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir Tahun 2014 dapat dilaksanakan dengan baik sampai dengan terbitnya prosiding. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tim Penelaah, Tim Editor dan semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian prosiding ini.

Kami mengharapkan prosiding ini dapat digunakan sebagai dokumentasi karya ilmiah para peneliti dan praktisi dalam bidang kesehatan khususnya kedokteran nuklir yang telah dipresentasikan pada Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir Tahun 2014 pada tanggal 10-11 Oktober 2014 di Aula Gedung Direksi Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Kariadi Jl. Dr. Sutomo, Semarang, Jawa Tengah. Pertemuan ilmiah ini mengangkat tema "*Current Advances in Radionuclide Technology, Nucluar Medicine and Molecular Imaging*" dengan melibatkan para peneliti dari Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka (PTRR) dan beberapa satuan kerja di lingkungan BATAN maupun perguruan tinggi, para praktisi kedokteran nuklir serta pembicara tamu dari luar negeri yaitu *Royal Prince Alfred Hospital of Australia* dan *Seoul National University of Korea*.

Harapan kami semua semoga prosiding ini dapat dijadikan referensi bagi berbagai pihak terutama para peneliti, pemikir dan pemerhati kesehatan dalam penelitian dan pengembangan radioisotop, radiofarmaka dan siklotron, serta aplikasinya dalam bidang kedokteran nuklir sehingga dapat meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan bagi masyarakat luas.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Kepala Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka

Dra. Siti Darwati, M.Sc

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Dewan Editor / Penelaah Prosiding PIT 2014	ii
Susunan Panitia	iii
Laporan Ketua Panitia	iv
Kata Sambutan Kepala Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka	v
Daftar isi	vi
Preparasi dan Uji Stabilitas ¹⁷⁷Lu-DOTA-F(ab')₂- Nimotuzumab Sebagai Kandidat Radiofarmaka Terapi Kanker	1
Martalena Ramli, Citra R.A.P. Palangka, Lina Elfita, Ratna Dini Haryuni, Titis Sekar Humani	
Penentuan Tangkapan Radiofarmaka ^{99m}Tc-Siprofloksasin Terhadap Ciprofloxacin-Resistant Escherichia coli dan Ciprofloxacin-Resistant Staphylococcus aureus	12
Isti Daruwati, Maria Agustine, Maula Eka Sriyani, Iim Halimah, Rizky Juwita Sugiharti, Nelly D. Leswara	
Kinerja Kolom Generator ⁹⁹Mo/^{99m}Tc dengan Material Berbasis Zirkonium Menggunakan ⁹⁹Mo Aktivasi Dengan Aktivitas 250 mCi	21
Marlina, Sriyono, Endang Sarmini, Herlina, Abidin, Hotman Lubis, Indra Saptiama, Herlan Setiawan, Kadarisman	
Optimasi Pemisahan ¹⁷⁷Lu dari Yb²⁰³ untuk Radioterapi dengan Metode Kromatografi Kolom	28
Triani Widyaningrum, Endang Sarmini, Umi Nur Sholikhah, Triyanto, Sunarhadijoso Soenarjo	
Karakterisasi ¹⁹⁸AuNP Terbungkus PAMAM G4 untuk Penghantar Obat Diagnosa dan Terapi Kanker	35
Anung Pujiyanto, Eni Lestari, Mujinah, Hotman L, Umi Nur sholikhah, Maskur, Dede K, Witarti, Herlan S, Rien R, Adang H G, Abdul Mutalib	
Pengaruh Pencucian Larutan HNO₃ 0,1 N pada Kolom Alumina Asam Terhadap Rendemen dan Kualitas ^{99m}Tc Hasil Ekstraksi Pelarut Metil Etil Keton (MEK) dari ⁹⁹Mo Hasil Aktivasi	42
Yono S, Adang H.G. dan Sriyono	
Modifikasi Kontrol <i>Duct Heater</i> Untuk Mempertahankan Stabilitas <i>Humidity</i> di dalam Cave Siklotron Guna Menunjang Pengoperasian Siklotron CS – 30 BATAN	50
I Wayan Widiana, Sofyan Sori, Jakaria, Suryo Priyono	
Pemisahan Radioisotop Terapi ¹⁸⁸Re dari ¹⁸⁸W Melalui Kolom Generator ¹⁸⁸W/¹⁸⁸Re Berbasis MBZ	57
Sriyono, Herlina, Endang Sarmini, Hambali, Indra Saptiama	
Validasi Kit <i>Immunoradimetric assay Free Prostate Specific Antigen</i> untuk Pemantauan Pembesaran Prostat Jinak Secara <i>In Vitro</i>	65
Puji Widayati, Veronika Yulianti Susilo, Wening Lestari, Agus Ariyanto	

Sintesis Paduan Polimer Polimer Poli-n-Sopropilakrilamida (PNIPA) / Polivinilpirolidon (PVP) Bertanda Iodium-125	71
Indra Saptiama, Eli Fajar Lestari, Herlina, Karyadi, Endang Sarmini, Abidin, Hotman Lubis Triani Widyaningrum, Rohadi Awaludin	
Optimizing Irradiation Parameters of Cyclotron-Produced Radionuclides Cu-64, I-123 and I-124	77
Imam Kambali and Hari Suryanto	
Evaluasi Uptake Radiofarmaka ^{99m}Tc-Siprofloksasin oleh Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i> yang Resisten Terhadap Antibiotik Kotrimoksazol Secara <i>In Vitro</i>	86
Sintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Reduktor Trisodium Sitrat	95
Herlan Setiawan, Anung Pujiyanto, Hotman Lubis, Rien Ritawidya, Mujinah, Dede Kurniasih, Witarti, Hambali, Abdul Mutalib	
Optimasi Disain untuk Menekan Dimensi dan Berat Modul Kontainer Perisai Radiasi pada Perangkat Brakiterapi	102
Ari Satmoko, Kristiyanti, Tri Harjanto, Atang Susila	

SINTESIS NANOPARTIKEL EMAS MENGGUNAKAN REDUKTOR TRISODIUM SITRAT

Herlan Setiawan¹, Anung Pujiyanto¹, Hotman Lubis¹, Rien Ritawidya¹,
Mujinah¹, Dede Kurniasih¹, Witarti¹, Hambali¹, Abdul Mutalib²

¹Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka- BATAN –
Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangsel

²Fakultas Matematika dan IPA Universitas Padjadjaran,
Jatinangor, Sumedang
herlan.setiawan@batan.go.id

ABSTRAK

SINTESIS NANOPARTIKEL EMAS MENGGUNAKAN REDUKTOR TRISODIUM SITRAT.

Nanopartikel yang berasal dari logam mulia seperti emas banyak dikembangkan karena bersifat inert dan relatif aman dalam penggunaan secara *in vivo* dalam dosis tertentu. Pada penelitian ini nanopartikel emas dibuat melalui proses reduksi larutan prekursor HAuCl_4 pada suhu $100\text{ }^\circ\text{C}$ dengan konsentrasi 0,4 mM; 0,3 mM; 0,15 mM; 0,1 mM dan 0,075mM. Pereduksi yang digunakan adalah trisodium sitrat 5% b/v (0,17 M) yang sekaligus berfungsi sebagai stabilisator. Analisa UV-Vis pada larutan HAuCl_4 sebelum sintesis menunjukkan puncak serapan pada panjang gelombang 290 nm, sedangkan setelah sintesis muncul puncak serapan pada panjang gelombang 524 nm yang menunjukkan terbentuknya nanopartikel emas. Pada pengamatan sintesis nanopartikel emas menggunakan HAuCl_4 0,4 mM berdasarkan waktu pembentukan nanopartikel, panjang gelombang 525-527 nm paling tinggi ditunjukkan pada menit ke 25 sampai 35. Ukuran rata-rata nanopartikel emas menggunakan HAuCl_4 0,07 mM, 0,15 mM, 0,30 mM dan 0,40 mM berturut-turut adalah 3,087 nm, 6,157 nm, 11,20 nm dan 39,54 nm. Pada sintesis menggunakan HAuCl_4 0,40 mM terbentuk nanopartikel emas yang berukuran 186,3 nm dengan probabilitas sebaran 0,3% dari total partikel, hal ini diduga akibat mulai terjadi koagulasi dalam proses sintesis. Hasil analisa TEM pada nanopartikel menggunakan HAuCl_4 0,4 mM menunjukkan ukuran partikel sekitar 20-40 nm.

Kata Kunci : HAuCl_4 , trisodium sitrat, nanopartikel emas, UV-Vis, PSA (Particle Size Analyzer)

ABSTRACT

SYNTHESIS OF GOLD NANOPARTICLES USING TRISODIUM CITRATE AS THE REDUCING

AGENT. Noble metal nanoparticles such as gold nanoparticles intensively developed, because it is inert and relatively safe for *in-vivo* use in certain doses. In this study, gold nanoparticles are made through reduction process using HAuCl_4 precursor solution with a concentration of 0.4 mM; 0.3 mM; 0.15 mM; 0.1 Mm and 0.075 mM at temperature of $100\text{ }^\circ\text{C}$. Trisodium citrate 0.17 M was used as reducing agent and also as the stabilizer. UV-Vis analysis of the HAuCl_4 solution before synthesis showed absorbance at wavelength 290 nm, while the absorbance appears after synthesis at wavelength 524 nm which indicates the formation of gold nanoparticles. In observation of nanoparticles formation using 0.4 mM HAuCl_4 as a function of time, the highest peak in wavelength between 525-527 nm is shown on 25 to 35 minutes synthesis process. The average size of gold nanoparticles using HAuCl_4 0.07 mM, 0.15 mM, 0.30 mM and 0.40 mM, are 3,087 nm, 6,157 nm, 11.20 nm and 39.54 nm respectively. In the process of synthesis with 0.40 mM HAuCl_4 formed gold nanoparticles 186.3 nm with distribution probability of 0.3% of the total particles, it is considered the coagulation of gold nanoparticles was occurred. The results of TEM analysis on nanoparticles using 0.4 mM HAuCl_4 showed particle size between 20-40 nm.

Keywords: HAuCl_4 , trisodiumcitrate, goldnanoparticles, UV-Vis, PSA (Particle Size Analyzer)

PENDAHULUAN

Nanoteknologi saat ini merupakan penelitian yang banyak di kembangkan diberbagai bidang keilmuan karena pemanfaatannya yang sangat luas. Suatu penelitian dapat digolongkan nanoteknologi apabila melibatkan suatu partikel atau material yang berukuran kurang dari 100 nm dan material tersebut memiliki sifat yang jauh berbeda dari penyusunnya yang berukuran makro. Nanopartikel bukan hanya unggul dari segi struktur, namun juga unggul dalam hal fungsinya. Nanopartikel memiliki sifat optik dan elektronik yang berbeda, luas permukaan yang lebih besar mengakibatkan sifat katalitik yang jauh lebih baik dari penyusunnya yang berukuran makro. Semakin berkembangnya penelitian nanoteknologi bahkan menghasilkan suatu disiplin ilmu baru diantaranya *nanoengineering*, nanoelektronik dan nanobioelektronik [1].

Selain di bidang teknik, nanoteknologi saat ini juga dikembangkan dalam bidang kesehatan, diantaranya nanomedicine, *drugs delivery*, bahkan saat ini sedang dikembangkan nanobot yang berfungsi sebagai media untuk proses pengobatan suatu penyakit secara spesifik [2]. Aplikasi *nanomedicine* dan *nanodrugs delivery* difokuskan pada bagaimana suatu obat dapat dikirimkan ke organ atau sel target secara tepat (*targeted nanomedicine*), sehingga volume obat yang diinjeksikan lebih sedikit dan lebih efektif [3]. Beberapa nanomaterial telah dikembangkan dalam pembuatan *drug delivery* diantaranya alumina, silica, emas [4], polistirene dan TiO_2 [5].

Nanopartikel yang berasal dari logam mulia seperti emas dan perak lebih banyak dikembangkan karena bersifat *inert* dan relatif aman dalam penggunaan secara *in vivo* dalam dosis tertentu. Nanopartikel emas memiliki pita serapan plasmon tertentu tergantung pada ukuran partikelnya. Aplikasi nanopartikel emas diantaranya sebagai bahan kosmetik, biosensor, biomedis, katalis dan sebagai agen

pengantar obat (*drug delivery agent*) untuk penyakit kanker. [6]

Di bidang kesehatan nanopartikel emas memiliki kelebihan untuk digunakan dalam proses diagnosa dan terapi. Fungsi diagnosa didasarkan karena nanopartikel emas menunjukkan serapan dan emisi karakteristik yang dapat digunakan dalam pencitraan untuk diagnosa. Nanopartikel emas memiliki serapan spesifik terhadap sinar-X, sehingga dapat meningkatkan kontras dalam pencitraan menggunakan *Computed Tomography* (CT). Fungsi terapi dapat dilakukan karena nanopartikel emas akan melepaskan sejumlah panas bila berada pada suatu medan magnet, sehingga sangat potensial untuk mengontrol pertumbuhan tumor spesifik. Pembuatan nanopartikel emas dari radioisotop emas-198 (^{198}Au) yang merupakan pemancar beta (β^-) dapat digunakan untuk sebagai radioterapi kanker [7]. Aplikasi isotop Au-198 lainnya adalah dalam bidang radioisotop perunut, sehingga tidak menutup kemungkinan nanopartikel Au-198 digunakan sebagai *nanotracer*.

Nanopartikel emas dibuat melalui proses reduksi larutan prekursor $H AuCl_4$ menggunakan pereduksi berupa asam organik, polisakarida, aldehyd alkohol dan pereduksi kuat seperti NH_2NH_2 dan $NaBH_4$. Sedangkan untuk bentuk dan ukuran partikel diperlukan perlakuan khusus pada proses sintesis dengan mengubah variabel konsentrasi prekursor atau pereduksi, temperatur sintesis, pH, bahan aditif dan surfaktan. Selain prekursor dan pereduksi diperlukan juga stabilisator dalam proses sintesis, hal ini bertujuan agar nanopartikel emas yang terbentuk tidak teraglomerasi sehingga menjadi partikel yang berukuran makro [8]. Penggunaan stabilisator umumnya diberikan pada proses sintesis menggunakan pereduksi kuat. Stabilisator yang dipilih dalam sintesis nanopartikel emas sebagai agen pengantar obat adalah dendrimer. Dendrimer selain berfungsi sebagai stabilisator, juga berfungsi sebagai material yang akan mengenkapsulasi

nanopartikel emas, sehingga partikel akan cenderung lebih stabil dan memiliki monodispersitas tinggi.

Pada penelitian ini dilakukan sintesis nanopartikel emas menggunakan trisodium sitrat sebagai stabilisator sekaligus sebagai reduktor. Kelebihan penggunaan trisodium sitrat dalam proses sintesis adalah dihasilkan nanopartikel yang membentuk bola dengan monodispersitas yang tinggi [9]. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui batas konsentrasi HAuCl_4 yang dapat digunakan pada proses sintesis nanopartikel menggunakan reduktor trisodium sitrat dengan konsentrasi tertentu dan mengetahui waktu optimum sintesis. Prekursor yang digunakan adalah larutan HAuCl_4 yang dibuat dari proses pelarutan logam emas menggunakan aqua regia. Parameter yang diamati adalah perbedaan konsentrasi HAuCl_4 terhadap ukuran partikel dan proses pembentukan nanopartikel emas terhadap waktu sintesis.

METODOLOGI

Bahan

Bahan utama dalam pembuatan nanopartikel emas adalah emas murni 99,99% yang digunakan untuk pembuatan larutan prekursor HAuCl_4 , emas murni yang digunakan berasal dari PT.ANTAM berbentuk *foil* (lembaran) dengan ketebalan 0,25 mm. Trisodium sitrat 99% berasal dari sigmaaldrich, HNO_3 p.a, HCl p.a berasal dari Merck, serta bahan kimia lainnya. Untuk proses analisa dilakukan menggunakan spektra UV/Vis dan *Particle Size Analyzer* (PSA).

Pembuatan HAuCl_4 dan Trisodium sitrat

Logam emas seberat 11,3 g dilarutkan menggunakan 5 mL aqua regia ($\text{HCl} : \text{HNO}_3$) dengan pemanasan $\pm 90^\circ\text{C}$. Setelah logam emas larut dalam aqua regia, larutan terus dipanaskan hingga gas NO_2 hasil reaksi menguap dan larutan menjadi kiat. Hasil kiatan ditambah 10 mL aqua demineralisasi, kemudian dikisat kembali. Proses pengisatan dan penambahan 10 mL aqua demineralisasi dilakukan sebanyak 3 kali. Setelah pengisatan yang ke-3, kiatan dilarutkan dalam aqua demineralisasi sehingga diperoleh konsentrasi larutan stok

HAuCl_4 2,0 mM. Larutan HAuCl_4 di analisa menggunakan *Spektrometer UV/VIS*. Stabilisator yang digunakan adalah trisodium sitrat 5 % b/v (0,17 M), yang dibuat dari larutan trisodium sitrat dihidrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dengan kemurnian >99% [9].

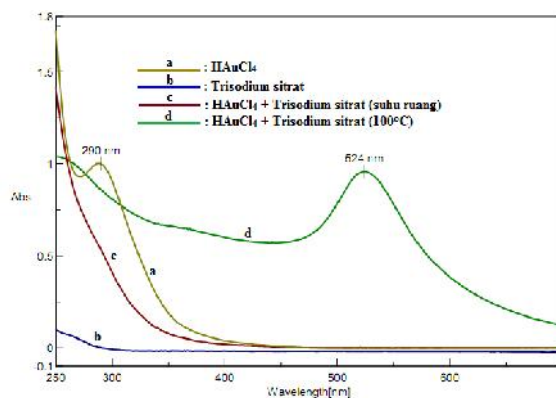
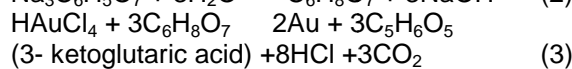
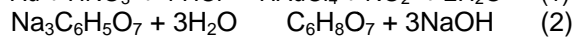
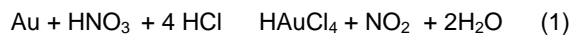
Pembuatan Nanopartikel emas

Proses pembuatan nanopartikel emas dilakukan dengan mencampurkan larutan HAuCl_4 dan reduktor. Pada penelitian ini dilakukan sintesis nanopartikel emas dengan variasi konsentrasi larutan emas, sedangkan konsentrasi trisodium sitrat sebagai reduktor dan stabilisator dibuat tetap. Variasi konsentrasi larutan emas dibuat dengan mengencerkan larutan stok HAuCl_4 dalam aqua demineralisasi dengan perbandingan volume 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 sehingga diperoleh konsentrasi 0,4 mM; 0,3 mM; 0,15 mM; 0,1 Mm dan 0,075mM. Konsentrasi trisodium sitrat yang digunakan adalah 5% b/v atau 0,17 M. Sebanyak 1 mL larutan trisodium sitrat ditambahkan ke dalam 10 mL larutan HAuCl_4 0,4 mM, kemudian campuran diaduk dan dipanaskan pada suhu $\pm 100^\circ\text{C}$. Proses selanjutnya sama untuk larutan HAuCl_4 0,3 mM hingga 0,75 mM. Dilakukan analisa spektrofotometri UV/Vis pada campuran larutan HAuCl_4 dan trisodium sitrat sebelum dan sesudah sintesis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan larutan prekursor HAuCl_4 dilakukan dengan proses pelarutan foil emas murni dengan aqua regia ($\text{HCl} : \text{HNO}_3$ 3 : 1) seperti yang ditunjukkan pada reaksi kimia pada persamaan (1). Pada proses awal proses pelarutan foil emas menggunakan aqua regia akan terjadi perubahan warna larutan dari tak berwarna menjadi larutan kuning kemerahan. Warna larutan kuning kemerahan menunjukkan adanya foil emas yang larut dan terbentuknya gas NO_2 yang terlarut. Proses pengisatan pada suhu $\pm 85^\circ\text{C}$ bertujuan mempercepat lepasnya gas NO_2 yang terbentuk, sehingga HAuCl_4 yang diperoleh bebas oksida nitrogen. Pengulangan pengisatan bertujuan untuk memastikan gas NO_2 lepas seluruhnya. Proses akhir kiatan dilarutkan dengan aqua demineralisasi untuk mengurangi kandungan logam lain yang mungkin terlarut dalam prekursor HAuCl_4 .

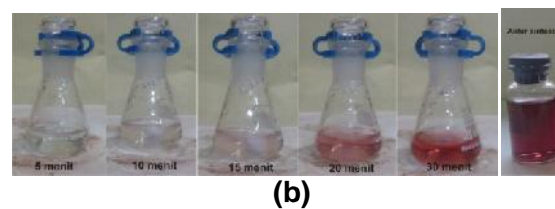
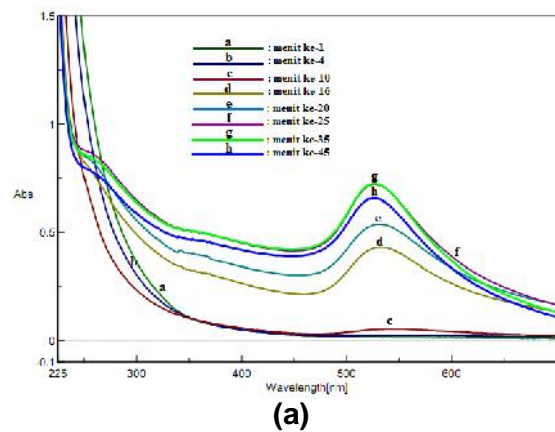
Prinsip pembentukan nanopartikel emas dari prekursor HAuCl_4 adalah reaksi reduksi ion Au^{3+} menjadi Au^0 . Penambahan stabilisator sangat diperlukan untuk menjaga agar pembentukan nanopartikel tetap stabil, sehingga tidak terjadi proses koagulasi. Pada penelitian ini menggunakan trisodium sitrat yang berfungsi sebagai stabilisator karena sifatnya sebagai larutan penyangga, dimana trisodium sitrat adalah garam yang berasal dari asam lemah (asam sitrat) dan basa kuat (NaOH) seperti pada persamaan (2). Asam sitrat hasil penguraian trisodium sitrat berfungsi sebagai reduktor lemah, sehingga ion Au^{3+} akan direduksi menjadi Au^0 seperti ditunjukkan pada persamaan (3). Pembentukan Au^0 yang terkontrol akan membentuk nanopartikel emas dengan ukuran tertentu. Parameter yang dapat dikontrol dalam pertumbuhan nanopartikel emas diantaranya perbandingan konsentrasi Au^{3+} terhadap reduktor, suhu reaksi, waktu sintesis (waktu pertumbuhan) dan pH.



Gambar 1. Hasil Analisa UV-Vis sintesis nanopartikel emas menggunakan stabilisator trisodium sitrat

Gambar 1. menunjukkan hasil analisa UV-Vis sintesis nanopartikel emas menggunakan stabilisator trisodium sitrat. Hasil analisa UV-Vis pada larutan HAuCl_4 menunjukkan adanya puncak serapan pada panjang gelombang 290 nm. Larutan trisodium sitrat 0,17 M tidak menunjukkan adanya puncak serapan yang berarti pada hasil analisa UV-Vis. Spektra UV-Vis pada campuran HAuCl_4 dan trisodium sitrat pada

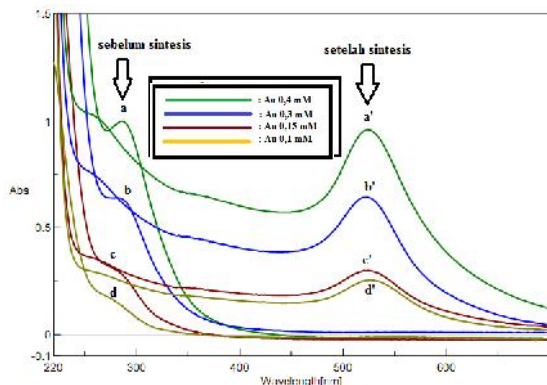
awal proses sintesis tidak menunjukkan adanya puncak serapan pada panjang gelombang 290 nm yang menunjukkan puncak serapan HAuCl_4 . Spektra campuran menunjukkan adanya landaian dari panjang gelombang 225-450 nm. Selama proses sintesis larutan terus diaduk selama 45 menit dan dipanaskan pada suhu $\pm 100^\circ\text{C}$. Hasil analisa UV-Vis larutan hasil sintesis menunjukkan adanya puncak serapan pada panjang gelombang 524 nm yang menunjukkan telah terbentuk nanopartikel emas.



Gambar 2. (a) Spektra UV-Vis pembentukan nanopartikel Au dengan stabilisator trisodium sitrat berdasarkan waktu sintesis (HAuCl_4 0,4 mM), (b) Perubahan visual pembentukan nanopartikel Au berdasarkan waktu sintesis

Perubahan visual larutan dan puncak serapan berdasarkan perubahan waktu pada sintesis nanopartikel Au^0 menggunakan trisodium sitrat sebagai stabilisator ditunjukkan pada gambar 2. Pengamatan dilakukan menggunakan spektra UV-Vis pada sintesis nanopartikel Au^0 menggunakan HAuCl_4 dengan konsentrasi 0,4 mM pada menit ke-1 sampai menit ke-45 dengan pemanasan $\pm 100^\circ\text{C}$. Puncak serapan pada panjang gelombang 525-527 nm paling tinggi ditunjukkan pada menit ke 25 sampai 35. Pada proses pengukuran pada menit ke 45 puncak serapan pada 525-527 nm mengalami penurunan. Secara visual pada proses pemanasan hingga 45 menit terbentuk

padatan berwarna kehitaman yang diduga akibat terjadi koagulasi. Dari hasil pengujian tersebut, waktu yang digunakan untuk sintesis nanopartikel Au⁰ adalah 30 menit pada suhu ±100 °C.



Gambar 3. Perubahan spektra UV-Vis HAuCl₄ sebelum dan sesudah sintesis pada berbagai variasi konsentrasi



Gambar 4. Larutan Nanopartikel Au hasil sintesis konsentrasi HAuCl₄ (berturut-turut dari kiri ke kanan) 0,4 mM; 0,3mM; 0,15 mM; 0,1 mM; 0,075mM dan sebelum sintesis

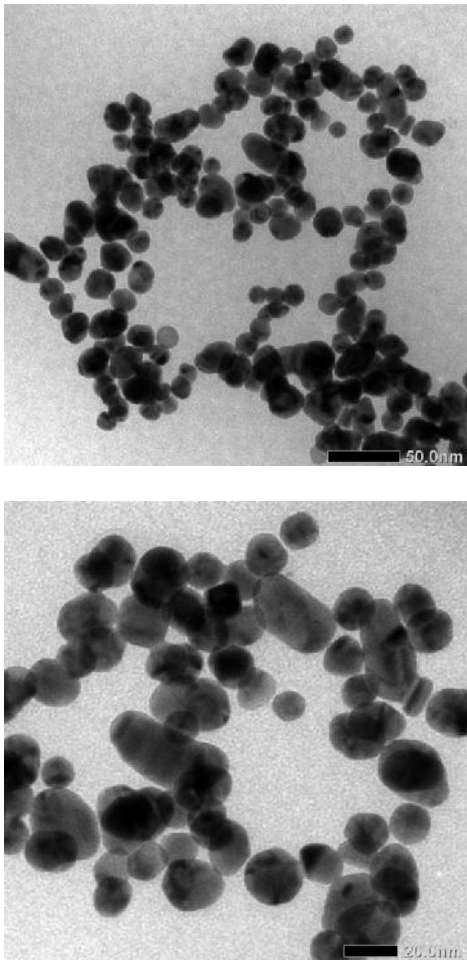
Penggunaan variasi konsentrasi HAuCl₄ pada proses sintesis nanopartikel Au ditunjukkan pada Gambar 3. Konsentrasi HAuCl₄ yang diamati menggunakan UV-Vis adalah 0,4 mM – 0,1 mM, pada konsentrasi HAuCl₄ 0,075 mM puncak serapan pada spektra UV-Vis tidak dapat diamati lagi. Sebelum proses sintesis, HAuCl₄ ditandai dengan adanya puncak serapan pada panjang gelombang 290 nm. Setelah proses sintesis terbentuk puncak serapan pada panjang gelombang 525-527 nm yang menandakan terbentuknya nanopartikel Au bebas. Semakin tinggi konsentrasi HAuCl₄ maka intensitas puncak serapan pada 527 nm semakin tinggi. Spektra UV-Vis setelah proses sintesis tidak menunjukkan adanya puncak serapan pada 290 nm, sehingga diduga HAuCl₄ (Au³⁺)

sudah tereduksi menjadi nanopartikel Au⁰. Gambar 4 menunjukkan visual nanopartikel Au hasil sintesis dengan konsentrasi HAuCl₄ berturut-turut dari kiri ke kanan 0,4 mM; 0,3mM; 0,15 mM; 0,1 mM; 0,075mM dan sebelum sintesis. Pada konsentrasi 0,075 mM pada analisa menggunakan spektra UV-Vis tidak menunjukkan puncak serapan yang signifikan.

Tabel 1. Hasil analisa nanopartikel emas menggunakan *Particle Size Analysis* (PSA)

No	Konsentrasi HAuCl ₄ (mM)	Ukuran partikel (d, nm)	Sebaran (%)	Std Deviasi (d,nm)
1.	0,07	3,087	100	0,577
2.	0,15	6,157	100	1,709
3.	0,30	11,20	100	4,29
4.	0,40	39,54	99,7	7,31
		186,3	0,3	40,04

Analisa sampel hasil sintesis nanopartikel emas menggunakan *Particle Size Analysis* (PSA) ditunjukkan pada Tabel 1. Parameter sistem yang digunakan saat pengukuran adalah suhu pengukuran 24,9 °C, kecepatan ukur 145,9 kcps, lama pengukuran 50 detik, posisi pengukuran 4,65 mm, indeks bias 1,330 dan viskositas larutan 0,8872 kg/(s.m). Ukuran nanopartikel emas paling kecil ditunjukkan pada proses sintesis menggunakan HAuCl₄ 0,07 mM dengan distribusi ukuran partikel rata-rata 3,087±0,577 nm. Pengukuran PSA pada hasil sintesis menggunakan HAuCl₄ 0,4 mM menunjukkan 2 buah puncak sebaran dengan distribusi ukuran partikel rata-rata 39,54±7,31 nm (99,7%) dan 186,3±40,04 nm (0,3%). Distribusi ukuran partikel rata-rata lebih dari 100 nm pada penggunaan konsentrasi HAuCl₄ 0,4 mM menunjukkan adanya koagulasi saat proses sintesis. Koagulasi kemungkinan terjadi karena perbandingan konsentrasi HAuCl₄ dan trisodium sitrat yang digunakan terlalu tinggi. Konsentrasi Trisodium sitrat 0,17 M tidak berfungsi efektif sebagai stabilisator pada sintesis nanopartikel emas dengan konsentrasi lebih dari HAuCl₄ 0,4 mM. Gambar.5 menunjukkan ukuran nanopartikel yang terbentuk dari hasil sintesis menggunakan HAuCl₄ 0,4 mM. Pada Gambar 5 tampak ukuran partikel berkisar antara 20-40 nm, hal ini sesuai dengan hasil analisa menggunakan PSA.



Gambar 5. Hasil analisa nanopartikel Au pada konsentrasi HAuCl_4 0,4 mM menggunakan TEM

KESIMPULAN

Pada sintesis nanopartikel emas digunakan HAuCl_4 dengan konsentrasi 0,4 mM; 0,3 mM; 0,15 mM; 0,1 Mm dan 0,075mM, sedangkan konsentrasi trisodium sitrat yang digunakan adalah 5% b/v atau 0,17 M. Dari analisa spektroskopi UV-Vis menunjukkan adanya puncak serapan pada panjang gelombang 524-525 nm yang mengindikasikan telah terbentuk nanopartikel emas. Hasil pengamatan pada perubahan kenaikan puncak serapan 525-527 nm, waktu optimum sintesis nanopartikel emas adalah 30-35 menit pada suhu 100°C . Ukuran nanopartikel emas paling kecil ditunjukkan pada proses sintesis menggunakan HAuCl_4 0,07 mM dengan rata-rata ukuran partikel $3,087 \pm 0,5772$ nm. Ukuran nanopartikel emas paling besar ditunjukkan pada proses sintesis menggunakan HAuCl_4 0,4 mM dengan rata-rata ukuran partikel $39,54 \pm 7,314$ nm (99,7%) yang diperkuat dengan adanya

tampilah dari hasil analisa TEM yang menunjukkan kisaran ukuran antara 20-40 nm. Pada sintesis dengan HAuCl_4 0,4 mM ditunjukkan pula adanya sebaran ukuran partikel $186,3 \pm 40,04$ nm (0,3%), hal ini menunjukkan adanya proses koagulasi. Sehingga batas konsentrasi HAuCl_4 yang dapat digunakan untuk sintesis nanopartikel emas adalah 0,4 mM dengan konsentrsai trisodium sitrat 5% b/v. Penelitian selanjutnya akan dilakukan pengaruh perubahan konsentrasi reduktor terhadap konsentrasi prekursor HAuCl_4 tetap. Selain itu akan dilakukan sintesis nanopartikel emas menggunakan radioisotop ^{198}Au .

DAFTAR PUSTAKA

1. Tabrizi A., Ayhan F., Ayhan H., (2009), Gold Nanoparticle Synthesis and Characterisation. . *Hacettepe J. Biol. & Chem.*, 37 (3) : 217-226
2. Mulhall D., (2002), *Our Molecular Future: How Nanotechnology, Robotics, Genetics and Artificial Intelligence will Transform our World.* by Phil Gates, School of Biological and Biomedical Sciences, Science Laboratories, University of Durham, South Road, Durham. Prometheus Books, New York, USA
3. Shapira A., Livney Y D., Broxterman H J., Assaraf Y G., (2011), Nanomedicine for targeted cancer therapy: Towards the overcoming of drug Resistance. *Drug Resistance Update*, 14 : 150-163
4. Papasani M R., Wang G., Hill R A., (2012), Gold nanoparticles: the importance of physiological principles to devise strategies for targeted drug delivery. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine*, 8 : 804-814
5. Hiraiwa D., Yoshimura T., Esumi K., (2006), Interaction forces between poly(amidoamine) (PAMAM) dendrimers adsorbed on gold surfaces. *Journal of Colloid and Interface Science* 298 : 982-986
6. Pimpang P., Choopun S., (2011), Monodispersity and Stability of Gold anoparticles Stabilized by Using Polyvinyl Alcohol. *Chiang Mai J. Sci.* 38(1): 31-38
7. Katti K V., Kannan R., Departments of Radiology and Physics, Missouri University Research Reactor, University of Missouri-Columbia.

- Nanomedicine: Should Nape Be Interested? Available from: <http://www.pxenape.org/articles/Nanomedicine.htm>, Diakses : 12 Okt 2013
8. Jung S H., Kim K I., Ryu J H., Choi S H., Kim J B., (2010), Preparation of radioactive core-shell type $^{198}\text{Au}@\text{SiO}$ nanoparticles as a radiotracer for industrial process applications. *Applied Radiation and Isotopes* 68: 1025–1029
 9. Nguyen D T., Kim D J., So M G., Kim K S., (2010), Experimental measurements of gold nanoparticle nucleation and growth by citrate reduction of HAuCl_4 . *Advanced Powder Technology* 21: 111-118