

**PENGGUNAAN SepPaks ALUMINA SEBAGAI ALAT UJI KUALITAS SISTEM GEL GENERATOR TUNGSTEN-188/RENIUM-188**  
*(The Use of Alumina SepPaks As A Quality Control Tool for The Tungsten-188/Rhenium-188 Gel Generators System)*

**Duyeh Setiawan, Azmairit Azis, Marlina, M.Basit**  
Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri BATAN Bandung  
Jl. Tamansari No. 71 Bandung, Tlp. 022-2503997, Faks. 2504081  
E-mail : d\_setiawan@batan.go.id

Diterima: 2 Januari 2012

Disetujui: 2 Maret 2012

**Abstrak**

Metode uji kualitas dengan menggunakan SepPaks alumina telah dikembangkan untuk menentukan tingkat pelepasan  $^{188}\text{W}$  dari sistem gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ . Pendeteksian intensitas rendah dari  $^{188}\text{W}$  dengan kehadiran intensitas lebih tinggi dari  $^{188}\text{Re}$  ( $E\gamma = 155 \text{ keV}$ , 15 %), maka teknik pencacahan cara konvensional tidak memungkinkan, karena  $^{188}\text{W}$  mengemisikan foton gamma dengan intensitas yang sangat rendah pada  $E\gamma = 227 \text{ keV}$  (0,22 %) dan  $E\gamma = 290 \text{ keV}$  (0,40 %). Oleh karena itu untuk mengetahui pelepasan dan menghitung tingkat  $^{188}\text{W}$  dalam ketepatan waktu (real time) tanpa harus menunggu beberapa hari untuk meluruh dari  $^{188}\text{Re}$  anak, maka penggunaan SepPaks alumina secara “tandem” dengan gel generator tungsten-188/renium-188 merupakan teknik yang efektif untuk menjerat  $^{188}\text{W}$  yang lolos. Teknik ini ditunjukkan oleh elusi sistem gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  titanium tungstat, kemudian eluat dilewatkan melalui SepPaks alumina yang diikuti oleh pencucian dengan NaCl 0,9 % pH 5. Hasil elusi diperoleh yield  $^{188}\text{Re}$  maksimum sebesar 65 %, mempunyai kemurnian radionuklida 97 % dan radiokimia sebesar 95 %. Penentuan penangkapan  $^{188}\text{W}$  ditunjukkan oleh adanya spektrum gamma 290 keV dalam SepPaks alumina dapat dideteksi secara jelas. Berdasarkan hasil yang diperoleh tersebut dapat ditunjukkan bahwa penggunaan SepPaks alumina sangat efektif sebagai alat uji kualitas dalam menilai kinerja sistem gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  untuk memproduksi radionuklida renium-188.

Kata kunci: SepPaks alumina, gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ , uji kualitas

**Abstract**

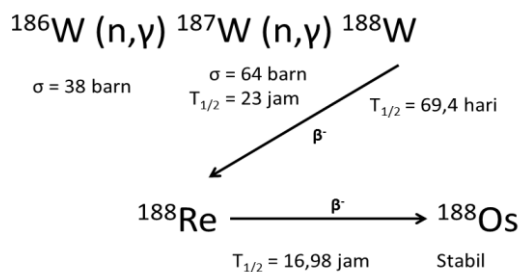
*A quality control method using an alumina SepPaks has been developed to determine the breakthrough levels of  $^{188}\text{W}$  from  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  gel generator systems. Detection of low levels of  $^{188}\text{W}$  in the presence of high levels of  $^{188}\text{Re}$  (155 keV, 15 %) by traditional counting techniques is not possible, because the  $^{188}\text{W}$  emits gamma photons of only very low intensity at 227 keV (0.22 %) and 290 keV (0.40 %). In order to remove and quantitate levels of  $^{188}\text{W}$  in “real time” without having to wait several days for decay of the  $^{188}\text{Re}$  daughter, the use of an alumina SepPaks in tandem with the  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  gel generator is an effective technique to trap the  $^{188}\text{W}$  breakthrough. This technique was showed by experiment result gel generators  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  titan tungstate, the eluate was subsequently passed through alumina SepPaks followed by thorough washing with 0.9 % pH 5. The result of elution is obtained maximum yield 65 %, it has radionuclide purities is 97 % and radiochemical is 95 %. The scavenger determination of  $^{188}\text{W}$  was showed in the presence of 290 keV gamma spectrum in the alumina SepPaks were clearly detected. Based on the result its showed that, the use of alumina SepPaks was very effective as a quality control tool in assessing  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  gel generator performance system for radionuclide rhenium-188 production.*

*Keyword: SepPaks alumina, gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ , quality control*

## PENDAHULUAN

Ketertarikan terhadap penggunaan radionuklida  $^{188}\text{Re}$  untuk radioimunoterapi (RAIT) tumor-spesifik antibodi, telah menjadi perhatian dalam pengembangan pre-klinis radiofarmasi yang baru (Callahan., et al, 1987-a, Griffiths., et al, 1991). Satu keuntungan yang utama adalah tersedianya jenis-jenis sistem generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  untuk menghasilkan  $^{188}\text{Re}$  ( $T_{1/2} = 16,9$  jam). Rений-188 meluruh bisa mencapai maksimum mengemisikan energi beta ( $E_{\beta} = 2.12$  MeV) yang cocok untuk RAIT. Selain itu radionuklida  $^{188}\text{Re}$  juga mengemisikan energi gamma ( $E_{\gamma} = 155$  keV, 15 %) yang cocok untuk pencitraan dengan gamma kamera (Lisic., et al, 1992). Pencitraan akan memberikan suatu evaluasi biodistribusi dari senyawa bertanda  $^{188}\text{Re}$  untuk evaluasi dosis radiasi dan untuk mengoptimasi keefektifan nilai pengobatan dari jaringan tertentu dengan spesifik. Belakangan ini ada beberapa perbedaan prototipe generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  yang telah dikembangkan dan semuanya ditujukan kepada meningkatkan kualitas radionuklida  $^{188}\text{Re}$  untuk aplikasi kearah pengobatan atau terapi (Callahan., et al, 1987-b).

Rений-188 dapat diubah menjadi berbagai jenis *agent* untuk aplikasi pengobatan seperti  $^{188}\text{Re}$ -antibodi sangat potensi untuk kanker dan  $^{188}\text{Re}$ -partikel dapat meringankan *rheumatoid arthritis* pada sendi tulang (Griffiths., et al, 1992). Radionuklida  $^{188}\text{Re}$  dibentuk melalui skema peluruhan radionuklida  $^{188}\text{W}$  ( $T_{1/2} = 69,4$  hari). Skema peluruhan yang terjadi seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Skema Peluruhan  $^{188}\text{W}$  -  $^{188}\text{Re}$**

Rений-188 dipisahkan dari  $^{188}\text{W}$  dengan mengelusikan NaCl 0,9 % melalui absorben alumina ( $^{188}\text{W}$  diikatkan sebagai asam tungstat) atau berupa gel  $\text{Ti}^{188}\text{W}_2\text{O}_7(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  atau  $\text{Zr}^{188}\text{W}_2\text{O}_7(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  sebagai matriks generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ . Apabila  $^{188}\text{Re}$  yang diberikan kepada pasien dalam keadaan tidak murni ( $^{188}\text{W}$  lepas bersama  $^{188}\text{Re}$  pada waktu elusi), maka dapat meningkatkan dosis radiasi yang diabsorpsi oleh pasien tersebut. Untuk alasan ini, dan karena harus memadai prosedur kualiti kontrol, maka dibutuhkan keamanan monitoring kinerja generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ , sehingga pelepasan tingkat  $^{188}\text{W}$  dalam  $^{188}\text{Re}$  anak dapat diminimalkan. Di dalam radiofarmasi sediaan reний-188 untuk aplikasi klinik, maka tingkat pelepasan  $^{188}\text{W}$  induk harus ditentukan setelah waktu elusi generator dilakukan, atau sebelum  $^{188}\text{Re}$  diberikan kepada pasien.

Pendeteksian dan kuantifikasi tingkat pelepasan suatu generator radionuklida merupakan hal yang penting untuk aplikasi klinis. Tingkat keberadaan radionuklida induk dalam hasil akhir eluat dari generator harus diketahui untuk mengevaluasi kinerja generator. Yang lebih penting lagi, estimasi yang dapat dipercaya dari dosis yang diabsorpsi harus diperoleh. Dalam sistem generator, radionuklida induk umumnya mempunyai waktu paruh lebih panjang dari pada radionuklida anak, oleh karena itu biasanya akan memberikan faktor kontribusi yang besar terhadap dosis yang diabsorpsi.

Penentuan secara cepat pelepasan  $^{188}\text{W}$  induk dari sistem generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ , tidak mungkin melalui analisis campuran kesetimbangan yang diikuti peluruhan "*bolus*" anak, karena  $^{188}\text{Re}$  memiliki waktu paruh 16,9 jam (Ehrhardt., et al, 1993).  $^{188}\text{W}$  induk mempunyai waktu paruh yang lebih panjang 69 hari dan hanya mengemisikan foton gamma yang berintensitas rendah pada  $E_{\gamma} = 227$  keV (0,22 %) dan  $E_{\gamma} = 290$  keV (0,40 %). Foton gamma yang lemah dari  $^{188}\text{W}$  tidak dapat terdeteksi dalam tingkat yang signifikan dari  $^{188}\text{Re}$  anak. Penggunaan SepPaks alumina yang ditandem dengan gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  merupakan tujuan untuk mengembangkan metode uji kualitas yang sederhana dan terpecah untuk penentuan dan kuantifikasi  $^{188}\text{W}$  yang lolos dengan

ketepatan waktu (“*real time*”). Sehingga dapat dijadikan prosedur tetap sebagai alat kualiti kontrol untuk menilai kinerja gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ .

## TATA CARA KERJA

### Bahan dan peralatan

Bahan kimia utama yang digunakan adalah Tungsten(VI) oksida ( $\text{WO}_3$ , Fluka 95410), Titanium(IV) klorida ( $\text{TiCl}_4$ , E.Merck 941, 812382),  $\text{NH}_4\text{OH}$  (E.Merck), HCL (E.Merck),  $\text{H}_2\text{O}_2$  30 % (E.Merck), NaCl 0,9 % (Ipha), Aquabides (Ipha), karbon dioksida kering padat. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah reaktor RSG Siwabessy-Batan Serpong untuk keperluan iradiasi (proses radiasi), kolom gelas (6 mm i.d x panjang 75 mm), gelas kuarsa, kapsul outer/iner aluminium, syringe, vial, neraca analitik, pipet mikro (*ependorf*) 1000 ul, *sentrifuge*, pH meter digital, magnetik stirer Thermolyne Nouva II, oven, *Multy Channel Analyzer (MCA)*, *Geiger Muller (GM)*, peralatan gelas yang biasa digunakan dalam laboratorium kimia.

### Pembuatan gel titanium tungstat (TiW) cara “Pre formed”.

Larutan tungstat dibuat dengan cara menimbang  $\text{WO}_3$  sebanyak 10 g ( $\approx 43,13$  mmol), kemudian dilarutkan dalam 50 mL  $\text{NH}_4\text{OH}$  8 M, lalu ditambah 10 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$  30 % sambil dipanaskan pada suhu  $< 80$  °C sampai jernih. Selanjutnya setelah dingin larutan tungstat tersebut dicampurkan dengan 4 mL larutan  $\text{TiCl}_4$  ( $\approx 36,39$  mmol) yang didinginkan menggunakan karbon dioksida padat kering ( $\text{CO}_2$  padat  $\approx -25$  °C). Kemudian gel titanium tungstat yang terbentuk diatur kondisinya menjadi pH 4 dengan penambahan HCL 10 M. Suhu reaksi pembentukan gel titanium tungstat ditetapkan pada pemanasan 60 °C. Selanjutnya gel titanium tungstat yang berwarna putih disaring menggunakan kertas saring Whatman no 42 lalu dicuci dengan air sampai bebas ion klorida (cara tes kualitatif: sebanyak 3 tetes filtrat hasil cucian terakhir ditempatkan pada plat tetes kemudian ditambah 3 tetes  $\text{HNO}_3$  0,1 M dan 3 tetes

$\text{AgNO}_3$  1 M, jika tidak terjadi endapan putih dari  $\text{AgCl}$  berarti sudah bebas ion klorida). Kemudian gel titanium tungstat dikeringkan dalam oven pada suhu 80 °C selama 3 jam.

### Irradiasi gel titanium tungstat (gel TiW)

Sebanyak 1 g gel TiW dibungkus dalam aluminium foil kemudian dimasukkan kedalam gelas kuarsa lalu ditutup dengan cara pengelasan. Gelas kuarsa ditempatkan dalam *inner capsule* yang terbuat dari bahan aluminium *nuclear grade*, lalu ditutup dengan cara pengelasan. Selanjutnya dilakukan uji kebocoran dengan metode gelembung dalam media air sampai tekanan minus 30 inci Hg. Setelah lolos uji kebocoran, selanjutnya *inner capsule* dimasukkan ke dalam *outer capsule* untuk diirradiasi. Kemudian diirradiasi di dalam reaktor RSG-GA Siwabessy Batan Serpong pada posisi iradiasi CIP (*Centre Irradiation Position*) dengan fluks neutron  $> 10^{14}$  n/Cm/s selama satu periode (3 hari). Aktivitas  $^{188/187}\text{W}$  dan  $^{188}\text{Re}$  diukur dengan *Multy Channel Analyzer (MCA)*.

### Elusi $^{188}\text{Re}$ dan uji kemurniannya

Gel TiW yang telah diirradiasi dan didinginkan lalu dikemas ke dalam kolom gelas dengan ukuran 6 mm i.d x panjang 75 mm yang salah satu bagian ujungnya dilengkapi “sintered glass”. Prototipe generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  terdiri dari kontiner Pb yang dilubangi sesuai dengan ukuran kolom gelas seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Selanjutnya gel dielusi masing-masing dengan 2 mL larutan NaCl 0,9 %, pH 5. Eluat diukur keradioaktifannya dengan detektor HPGe yang dirangkai dengan penganalisis cacahan multi saluran (MCA = *Multi Channel Analyzer*). Kemudian eluat dilewatkan melalui SepPaks alumina yang sebelumnya telah dicuci dengan HCl 0,1 M sampai tingkat keasaman eluen yang diukur mencapai pH 2, eluat diukur keradioaktifannya. Selanjutnya SepPaks dielusi dengan NaCl 0,9 % pH 5, lalu eluat dan SepPaks keradioaktifannya diukur.

Uji kemurnian radiokimia  $^{188}\text{Re}$  dengan metode kromatografi lapis tipis (TLC = *Tin Layer Chromatography*) dilakukan dengan cara memasukkan larutan aseton kedalam bejana kromatografi kemudian dibiarkan

selama 30 menit. Selanjutnya disiapkan kertas lapis tipis dengan ukuran 2 x 10 cm yang diberi skala setiap sentimeter mulai -1 sampai 10. Cuplikan  $\text{Na}^{188}\text{ReO}_4$  ditotolkan di kertas pada skala nol, lalu dikeringkan dan dimasukkan ke dalam bejana kromatografi sampai ujung kertas tercelup sehingga terelusi oleh eluen sampai skala 10. Selanjutnya kertas dikeluarkan dari bejana, lalu dikeringkan di oven. Kemudian kertas dipotong-potong setiap cm-nya lalu diukur keradioaktifannya menggunakan alat *Geiger counter*.

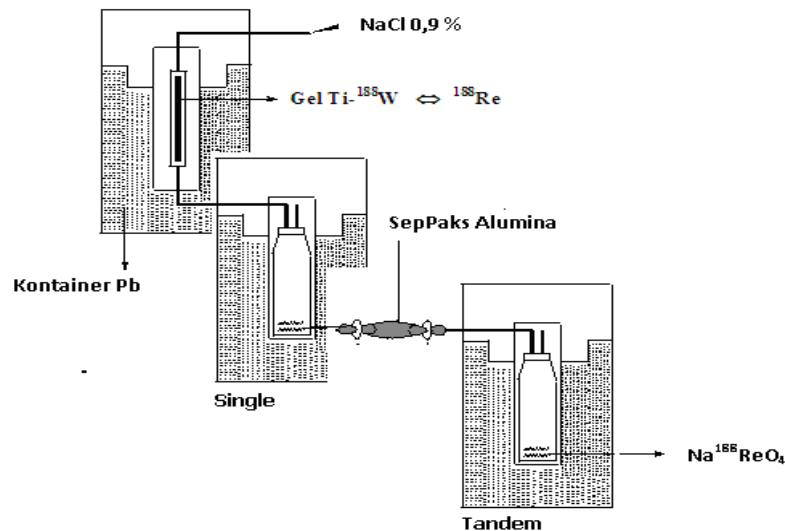
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Cara mendapatkan radionuklida  $^{188}\text{Re}$  dari sistem gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  dilakukan dengan cara elusi menggunakan larutan  $\text{NaCl}$  0,9 %. Tingkat pelepasan radioisotop induk seperti  $^{188}\text{W}$  atau  $^{187}\text{W}$  yang lolos pada waktu elusi dapat ditentukan dengan cara ditangkap menggunakan absorben

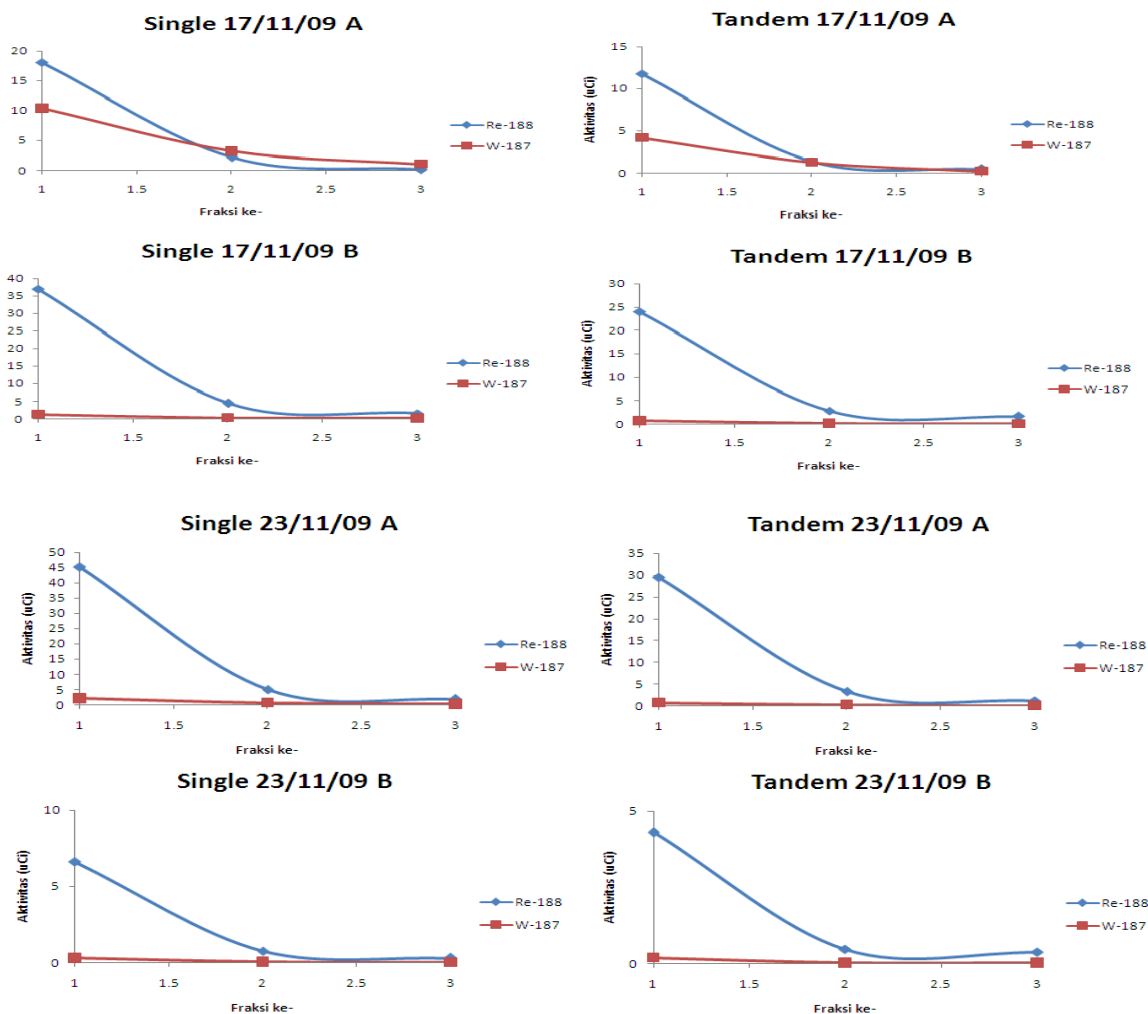
SepPaks alumina yang di “tandem” dengan gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ . Hasil elusi  $^{188}\text{Re}$  dari dua kali percobaan masing-masing tanpa absorben SepPaks alumina (single) dan

menggunakan absorben SepPaks alumina (tandem), seperti dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa analisis setiap eluat yang dihasilkan oleh gel generator memberikan produk dengan kemurnian radionuklida yang bervariasi yaitu antara 52 – 97 %. Perbedaan ini disebabkan oleh pengaruh pH eluen,  $^{188}\text{Re}$  bersifat stabil pada tingkat oksidasi + 4 dan +7 dan apabila dalam larutan asam sangat lemah atau alkali (pH 5), maka semua tingkat valensi yang lebih rendah bersifat tidak stabil dan akan teroksidasi menjadi stabil dalam larutan berair sebagai ion perrenat ( $\text{ReO}_4^-$ ). Oleh karena itu diperkirakan ion  $^{188}\text{ReO}_4^-$  akan mudah lepas dari matriks gel dalam bentuk natrium perrenat ( $\text{Na}^{188}\text{ReO}_4$ ) setelah terjadi pertukaran ion dengan ion  $\text{Cl}^-$  yang berasal dari eluen  $\text{NaCl}$  % (Dadachov., et al, 1994). Tetapi apabila semua tingkat oksidasi  $^{188}\text{Re}$  berada dalam lingkungan asam (pH 4), maka akan terlarut dalam bentuk kompleks yang sulit terelusi dari matriks generator tersebut, akibatnya diperoleh produk yang rendah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 percobaan (A) hari pertama. Profil elusi dari sistem gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Skema “tandem” gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  dengan SepPaks alumina



Gambar 3. Profil elusi gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$

Gambar 3. profil elusi gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  semua percobaan menunjukkan, bahwa kinerja generator yang baik pada umumnya menghasilkan radioaktivitas tinggi diperoleh dari volume elusi/eluat pertama (Dadachov., et al, 1995, Setiawan, D., Agma, M., 2005). Hal ini disebabkan oleh kondisi matriks gel yang kering pada elusi pertama, sehingga dibutuhkan waktu yang lama untuk membasahi matriks gel (5-10 menit) dan lamanya kontak eluen dengan matriks gel menyebabkan produk  $^{188}\text{Re}$  yang terelusi lebih banyak dari pada elusi ke dua dan selanjutnya yang rata-rata memerlukan waktu yang lebih singkat (2-5 menit).

Keunggulan suatu metode pemisahan dapat dinilai dari hasil pemisahan dan kemurniannya. Kemurnian hasil pemisahan dapat dibedakan menjadi kemurnian radio-

kimia yaitu ditentukan oleh senyawa yang terbentuk mengandung spesi kimia yang sama dengan tingkat oksidasi berbeda. Umumnya pemisahan salah satu komponen dapat dicapai dengan memberikan suatu kondisi yang dapat menyebabkan gaya dorong, seperti arus pelarut yang dapat menyebabkan pemisahan dengan suatu batas fasa seperti padat-cair. Uji kemurnian radiokimia  $^{188}\text{Re}$  dilakukan dengan kromatografi lapis tipis menggunakan eluen aseton. Radioaktivitas diukur dengan alat pencacah beta yang menunjukkan aktivitas  $^{188}\text{ReO}_4^-$  pada  $R_f = 1,0$ . Hasil perhitungan diperoleh kemurnian radiokimia  $^{188}\text{Re}$  sebesar  $> 95\%$ . Kromatogram lapis tipis dari  $^{188}\text{Re}$  seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Kemurnian radionuklida ditentukan oleh terbebasnya radionuklida anak dari kontak

minasi radionuklida pengotor. Biasanya untuk menentukan kemurnian radionuklida dapat dilakukan dengan metode pengukuran keradioaktifan menggunakan *Multi Channel Analyzer* (MCA). Contoh spektrum sinar- $\gamma$  radionuklida  $^{188}\text{Re}$  yang diproduksi dengan sistem gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  seperti pada Gambar 5. dan 6.

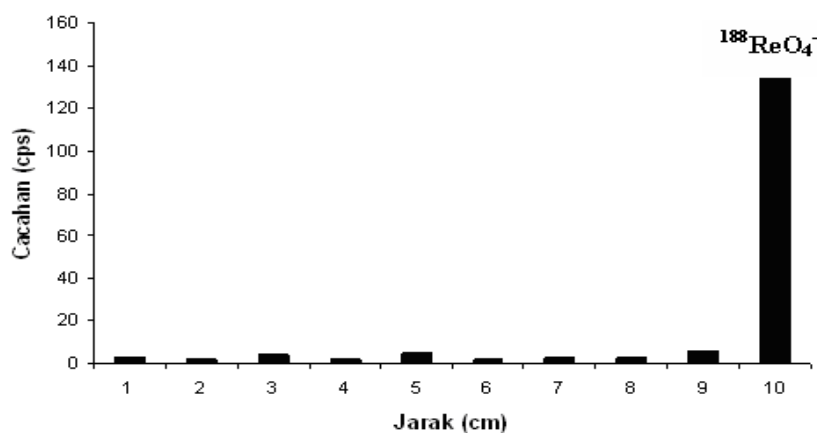
Gambar 5. menunjukkan spektroskopi sinar-gamma  $^{187}\text{W}$  yang lepas dari

sistem gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ . Sedangkan Gambar 6. menunjukkan spektroskopi sinar-gamma  $^{187}\text{W}$  dengan intensitas lebih kecil, setelah melalui penangkapan oleh SepPaks alumina yang ditandem dengan sistem generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ .

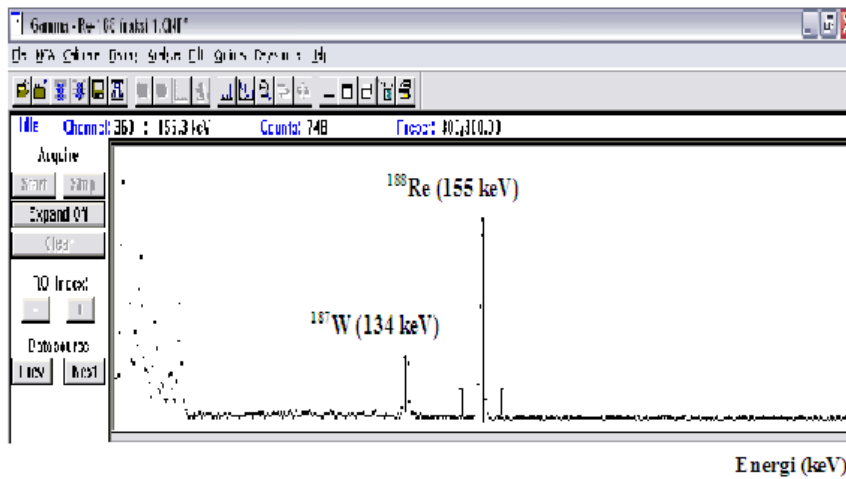
**Tabel 1. Profil elusi  $^{188}\text{Re}$  dari gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  titanium tungstat**

Tgl/bl/th	No.Percb. (Kondisi elusi)	Fraksi	Vol. (mL)	Aktivitas ( $\mu\text{Ci}$ )				Kemurnian Radionuklida (%) *)	
				Single		Tandem		Single	Tandem
				$^{188}\text{Re}$	$^{187}\text{W}$	$^{188}\text{Re}$	$^{187}\text{W}$		
17/11/09	A (pH 4)	1	2	18,08	10,34	11,75	4,14	63,60	73,95
		2	4	2,13	3,16	1,38	1,26	40,31	52,27
		3	6	0,17	1,06	0,49	0,22	40,63	69,01
23/11/09	A (pH 5)	1	2	45,29	2,05	29,43	0,62	95,66	97,94
		2	4	5,03	0,63	3,25	0,19	88,87	94,48
		3	6	1,79	0,21	1,15	0,07	89,50	94,26
17/11/09	B (pH 5)	1	2	36,97	1,30	24,03	0,67	96,60	97,29
		2	4	4,35	0,35	2,82	0,08	92,55	97,25
		3	6	1,55	0,12	1,60	0,06	92,81	96,39
23/11/09	B (pH 5)	1	2	6,60	0,28	4,29	0,18	95,93	95,96
		2	4	0,77	0,03	0,47	0,02	96,25	95,92
		3	6	0,28	0,01	0,37	0,02	96,55	94,87

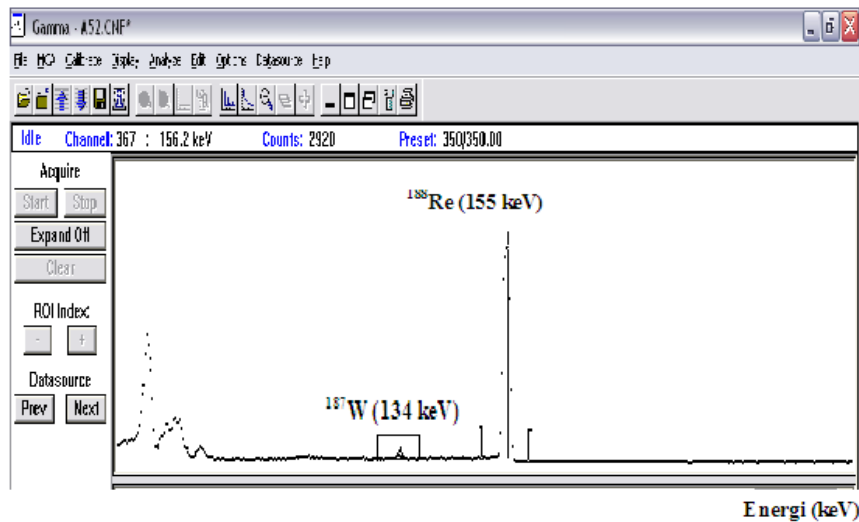
\*)  $\text{KRn} = (100) - (a/a+b) \times 100\%$ , a = aktivitas  $^{187}\text{W}$ , b = aktivitas  $^{188}\text{Re}$



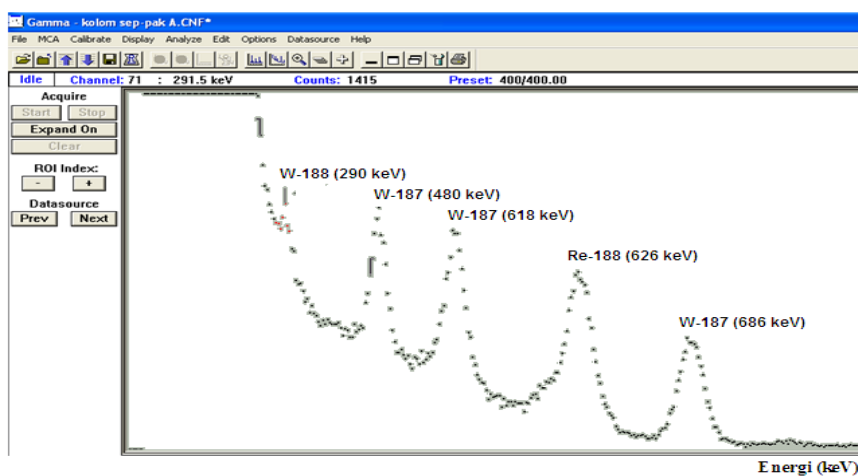
**Gambar 4. Kromatogram lapis tipis  $^{188}\text{Re}$  menggunakan eluen aseton**



Gambar 5. Spektrum-gamma  $^{188}\text{Re}$  ( single )



Gambar 6. Spektrum-gamma  $^{188}\text{Re}$  ( tandem )



Gambar 7. Spektrum-gamma  $^{188}\text{Re}$  dan  $^{187/188}\text{W}$  ( SepPaks )

Kemurnian radiokimia  $^{188}\text{Re}$  hasil single maupun tandem pada pH 5 bisa mencapai 98 %. Karena umur paruh  $^{188}\text{W}$  yang relatif panjang dan rendahnya pertumbuhan  $^{188}\text{Re}$ , maka jika diuji dalam waktu tertentu ( $< 1$  hari) tidak mempengaruhi ukuran  $^{188}\text{W}$ . Radionuklida  $^{188}\text{W}$  dan lainnya yang ditangkap oleh SepPaks kemudian dielusi menggunakan NaCl 0,9 %, dan pola semua percobaan diperoleh spektrum sinar-gamma yang sama seperti Gambar 3.5.

Gambar 3.5 menunjukkan bahwa  $^{188}\text{W}$  (290 keV),  $^{187}\text{W}$  (480 keV),  $^{187}\text{W}$  (618 keV),  $^{188}\text{Re}$  (262 keV) dan  $^{187}\text{W}$  (686 keV) dengan masing-masing intensitas sangat rendah berhasil ditangkap oleh SepPaks alumina. Dengan demikian metode ini sederhana dan berguna untuk menentukan sejumlah kecil  $^{188}\text{W}$  dari eluen  $^{188}\text{Re}$  dalam proses analisis pemisahan.

### KESIMPULAN

Penggunaan SepPaks alumina secara “tandem” dengan gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  adalah teknik yang efektif untuk menjerat  $^{188}\text{W}$  yang lolos. Sistem penangkapan  $^{188}\text{W}$  oleh SepPaks alumina dapat menjawab metode “ketepatan waktu” (real time) untuk proses evaluasi kinerja generator dan tingkat  $^{188}\text{W}$  didalam  $^{188}\text{Re}$  anak sebelum digunakan untuk senyawa bertanda dan pengobatan. Berdasarkan percobaan tersebut disimpulkan bahwa penggunaan SepPaks alumina menjadi penting sebagai alat uji kualitas dalam menilai kinerja sistem gel generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  untuk memproduksi radionuklida renium-188.

### DAFTAR PUSTAKA

- Callahan A. P., Rice D.E., and Knapp F.F.Jr., 1987-a. Society of nuclear medicine, 34th annual meeting, Toronto, Canada, 2-3 June, 1987, *J.Nucl.Med.*, (28),657.
- Callahan A. P., Rice D.E., and Knapp F.F.Jr., 1987-b. Rhenium-188 for therapeutic application from an alumina-based tungsten-188-/rhenium-188 generator system. *Nuc Compact-Eurn/Amer. Commun, .Nuc.Med.*, (20),3.
- Dadachov M., Lambrecht R.M., Hetherington.E.,1994.An Improved tungsten-188/Rhenium-188 gel generator based on zirconium tungstate, *J.Radioanal.-Nucl.Chem.,Letters* 188, 4, 267-278.
- Dadachov M.,Lambrecht R.M., 1995.  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  gel generator based on metal tungstates., *J.Radioanal.-Nucl.Chem., Letters* 200, 3, 211-221.
- Ehrhardt G.J., Ketring A.R., Liang q. and Wolfangel R.G., 1993. Improved (n,gamma) W-188/Re-188 and Mo-99/Tc-99m gel radioisotope generator chemistry. *J.Nucl.Med.*(34), 38P.
- Griffiths G.L., Knapp F.F.Jr., Callahan A.P., Ostella F., Hansen H.J and Goldberg D.M., 1991. The generation of rhenium-188 labeled antibodies by direct labeling methods. Proceedings, Seventh International Symposium on Radiopharmacy, Boston, MA, 3-6 June, *J.Nucl.Med.*, 32, 1098.
- Griffiths G.L., Knapp F.F.Jr., Callahan A.P., Sharkey R.M., Rejada G and Hansen H.J., Goldberg D.M., 1992. Evaluation of a  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  generator system as a ready source of rhenium-188 for use in radioimmunotherapy (RAIT). *J.Nucl.Med.*, (3),33.
- Lisic E.C., Callahan A.P., Mirzadeh S and Knapp F.F.Jr., 1992. The tandem tungsten-188/rhenium-188 perrhenate/perrhenic acid generator system. *Radioact. Radiochem.*, 3, 2.
- Setiawan D.,Agma M., 2005. Produksi renium-188 dari generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  menggunakan eluen asam askorbat, *Bionatura (Journal of Life and Physical sciences)*, Vol.7, No.1, 12-21.