

## PEMISAHAN RADIOISOTOP $^{188}\text{Re}$ DARI RADIOISOTOP $^{188}\text{W}$ MELALUI KOLOM GENERATOR $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ BERBASIS ALUMINA

Sriyono, Hotman Lubis, Endang Sarmini, Herlina, Indra Saptiama  
Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka – BATAN

### ABSTRAK

**PEMISAHAN RADIOISOTOP  $^{188}\text{Re}$  DARI RADIOISOTOP  $^{188}\text{W}$  MELALUI KOLOM GENERATOR  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  BERBASIS ALUMINA.** Rhenium-188 ( $^{188}\text{Re}$ ) adalah jenis radioisotop yang mempunyai waktu paro 16,98 jam, pemancar partikel beta dengan energi maksimum 2,12 Mev (100%) dan sinar gamma dengan energi 155 keV (15%) sehingga cocok digunakan untuk terapi kanker termasuk paliatif nyeri tulang dan terapi radiasi *intravascular* serta sekaligus untuk pencitraan. Radioisotop  $^{188}\text{Re}$  bisa diperoleh dari hasil peluruhan radioisotop Tungsten-188 ( $^{188}\text{W}$ ) dengan waktu paro 69,4 hari yang diserapkan pada kolom alumina. Kemudian,  $^{188}\text{Re}$  dikeluarkan dari kolom tersebut dengan cara elusi menggunakan larutan salin (NaCl 0,9%). Sebagai radionuklida induk,  $^{188}\text{W}$  bisa dihasilkan dengan mengiradiasi sasaran Tungsten metal (W-metal) atau tungsten oksida ( $\text{WO}_3$ ) diperkaya  $^{186}\text{W}$  hingga >95% di dalam reaktor yang mempunyai fluks neutron tinggi ( $>10^{15}$  n/cm<sup>2</sup>/detik). Dalam penelitian ini telah dilakukan pemisahan radioisotop  $^{188}\text{Re}$  dari  $^{188}\text{W}$  menggunakan kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  berbasis alumina dengan cara elusi menggunakan larutan salin (NaCl 0,9%). Sasaran yang digunakan adalah serbuk W-metal yang diperkaya  $^{186}\text{W}$  hingga 99,79% yang diiradiasi di reaktor G.A. Siwabessy dengan fluks neutron  $1,2 \times 10^{14}$  n/cm<sup>2</sup>/detik selama  $\pm 20$  hari. Radionuklida  $^{188}\text{W}$  hasil iradiasi tersebut selanjutnya di-*loading* ke dalam kolom generator berbasis alumina. Dari kegiatan ini diperoleh *yield*  $^{188}\text{W}$  sebesar 93% dengan aktifitas jenis 0,033 Ci/g, larutan sodium perenat yang jernih tak berwarna dengan pH = 5,5. Generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  dielusi sekali seminggu selama  $\pm 3$  bulan dan diperoleh *yield*  $^{188}\text{Re}$  rata-rata 65%, kemurnian radionuklida 100% (lolosan  $^{188}\text{W}$  tidak terdeteksi), kemurnian radiokimia >99,95%.

**Kata Kunci :** Alumina, Kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$ , Radioisotop terapi  $^{188}\text{Re}$ , Tungsten-188.

### ABSTRACT

**SEPARATION OF RADIOISOTOPE  $^{188}\text{Re}$  FROM  $^{188}\text{W}$  BY COLUMN GENERATOR  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  BASED ALUMINA.** Rhenium-188 ( $^{188}\text{Re}$ ) is a type of radioisotope which have a halflife 16.98 hours, transmitters beta particles with a maximum energy 2.12 Mev (100%) and gamma rays with energies 155 keV (15%) so that it is suitable for cancer therapies including bone pain palliative and radiation therapy intravascular and also for Imaging. Rhenium-188 radioisotope can be obtained from decay of Tungsten-188 ( $^{188}\text{W}$ ) with halflife 69.4 days that absorbed on alumina column. Then, the  $^{188}\text{Re}$  eluted from the alumina column using saline solution (0.9% NaCl). As the radionuclide parent,  $^{188}\text{W}$  can be produced by irradiated of Tungsten metal or tungsten oxide ( $\text{WO}_3$ ) enriched targets up to >95 % as Tungsten-186 in the reactor that have a high neutron flux ( $>10^{15}$  n/cm<sup>2</sup>/sec). In this research was separated of  $^{188}\text{Re}$  radioisotopes from  $^{188}\text{W}$  in the  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  generator based alumina column by elution using a saline solution (0.9% NaCl). Target used is Tungsten-metal powder enriched 99.79% as  $^{186}\text{W}$  were irradiated in the GA Siwabessy reactor by neutron flux  $1.2 \times 10^{14}$  n/cm<sup>2</sup>/sec. for  $\pm 20$  days. Radionuclide  $^{188}\text{W}$  irradiation results then will be loaded into the generator column based alumina. This activity obtained 93%  $^{188}\text{W}$  yield by specific activity 0.033 Ci/g, clear colorless solution of sodium perhenate with pH = 5.5. Column  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  generator was eluted once a week for 3 months and obtained  $^{188}\text{Re}$  yields an average of 65%, 100% radionuclide purity ( $^{188}\text{W}$  breakthrough not detected), >99.95% radiochemical purity.

**Keywords :** Alumina,  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  generator column, therapeutic radioisotope  $^{188}\text{Re}$ , Tungsten-188.

## PENDAHULUAN

Radionuklida adalah jenis atom tidak stabil yang memancarkan radiasi atau partikel bermuatan yang biasanya digunakan di bidang medis untuk keperluan diagnosa dan terapi tumor. Untuk keperluan terapi dan diagnosa, diperlukan radionuklida yang bebas pengemban dan mempunyai waktu paro ( $t_{1/2}$ ) yang relatif pendek salah satunya adalah Rенийm-188 ( $^{188}\text{Re}$ )  $t_{1/2} = 16,98$  jam. Radionuklida  $^{188}\text{Re}$  merupakan radionuklida bebas pengemban karena merupakan anak luruh dari radionuklida induk tungsten-188 ( $^{188}\text{W}$ ), selain itu juga memancarkan partikel beta yang kuat ( $E = 2,12$  MeV, 100%) yang digunakan untuk tujuan terapi tumor, dan memancarkan radiasi gamma ( $E = 155$  KeV, 15%) yang dapat memberikan gambar yang ideal pada kamera gamma saat pencitraan tumor, serta mempunyai sifat kimia yang mirip dengan Tekesium (Tc) karena berada dalam golongan yang sama di sistem berkala (golongan VII), sehingga metode penandaan sediaan radiofarmaka dengan teknesium diharapkan bisa juga dipakai untuk renium. Salah satu metoda untuk mendapatkan radionuklida tersebut adalah kolom kromatografi yaitu metoda untuk memisahkan radionuklida anak yang merupakan produk peluruhan dari radionuklida induk berumur paro panjang seperti  $^{188}\text{Re}$  yang merupakan radionuklida anak dari  $^{188}\text{W}$  ( $t_{1/2} = 69,4$  hari). Perangkat untuk memisahkan radionuklida anak dari radionuklida induknya tersebut dinamakan generator.<sup>[1, 2, 3]</sup>

Radionuklida  $^{188}\text{W}$  diserapkan ke dalam alumina pada kolom generator kemudian dikeluarkan dengan cara elusi menggunakan larutan salin (NaCl 0,9%) seperti yang diberlakukan pada

generator  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  berbasis alumina yang secara komersil telah dibuat oleh PT. BATAN Teknologi. Sifat kimia yang dimiliki Molibdenum (Mo) hampir sama dengan tungsten (W) maka dalam penelitian ini akan dicoba untuk mengembangkan generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  menggunakan  $^{188}\text{W}$  hasil aktivasi neutron ganda terhadap sasaran W-metal diperkaya yang diserapkan ke dalam alumina. Dengan mengeluskan larutan NaCl 0,9% ke dalam kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  tersebut maka akan dihasilkan larutan eluen berupa sodium perenat ( $\text{Na}^{188}\text{ReO}_4$ ) untuk radioisotop terapi dan sekaligus untuk pencitraan. Di dalam negeri pemanfaatan generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  berbasis alumina belum bisa ditawarkan di lingkungan kedokteran nuklir karena teknik pembuatan radionuklida induk  $^{188}\text{W}$  dan preparasi generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  berbasis alumina belum dikuasai.

Sebagai radionuklida induk,  $^{188}\text{W}$  hanya bisa dibuat melalui reaksi penangkapan neutron ganda terhadap sasaran tungsten-186 ( $^{186}\text{W}$ ) alam atau diperkaya hingga >95% di dalam reaktor nuklir yang mempunyai fluks neutron tinggi  $>10^{15}$  n/cm<sup>2</sup>/detik, dan reaksi yang terjadi adalah  $^{186}(\text{n}, \gamma)^{187}\text{W}(\text{n}, \gamma)^{188}\text{W}$ .<sup>[4]</sup> Dalam penelitian ini pembuatan radionuklida induk  $^{188}\text{W}$  digunakan sasaran W-metal diperkaya 99,79%  $^{186}\text{W}$  dan diiradiasi di Reaktor G.A. Siwabessy PRSG-BATAN yang mempunyai fluks neutron termal sebesar  $1,2 \times 10^{14}$  n/cm<sup>2</sup>/detik selama 19,8 hari. Kemudian radionuklida  $^{188}\text{W}$  yang terbentuk diserapkan ke dalam kolom alumina dan secara periodik dielus dengan larutan NaCl 0,9% untuk mengeluarkan radioisotop  $^{188}\text{Re}$  yang merupakan anak luruh dari  $^{188}\text{W}$ .

## METODE

### Bahan dan Peralatan

Serbuk tungsten metal (W-metal) diperkaya  $^{186}\text{W}$  99,79% dari *Isoflex Rusia* sebagai sasaran untuk pembuatan radioisotop induk  $^{188}\text{W}$ , semua bahan kimia Sodium hidroksida, Hidrogen peroksida 30%, Asam klorida 32% adalah pro analisis dari *Merck*, aquabidest dan larutan salin (NaCl 0,9%) diperoleh dari *IPHA-Laboratories* sedangkan sebagai penyerap  $^{188}\text{W}$  digunakan alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) asam dari *Merck*. Semua peralatan gelas yang digunakan dari *pyrex*.

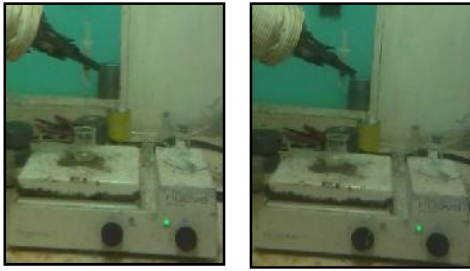
Untuk penimbangan sasaran digunakan timbangan analitik ACCULAB ALC-110.4, fasilitas *hotcells* yang dilengkapi dengan *master slave manipulator* untuk proses penanganan dan pelarutan sasaran teriradiasi, pengukuran radioaktivitas  $^{188}\text{Re}$  dan pengukuran kemurnian radionuklida digunakan spektrometer gamma yang dilengkapi dengan *multi channel analyzer* dari *ORTEC*, *detector Germanium* kemurnian tinggi *GAMMA-X<sup>1</sup> HPGe*, *DSPEC-LF<sup>p</sup> digital x-ray spectrometer*, pendingin *detector X-COOLER<sup>1</sup> II* dan UPS Model : NTP-1000 – 5000 L. Spektrometer gamma tersebut telah dikalibrasi dengan sumber standar  $^{152}\text{Eu}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  dan  $^{60}\text{Co}$ . Untuk menentukan kemurnian radiokimia digunakan *Imaging Scanner AR-2000* dari *BIOSCAN*, sedangkan untuk penentuan waktu paro digunakan *dose calibrator ATOMLAB<sup>®</sup> 100*.

### Cara Kerja

#### Preparasi Radioisotop $^{188}\text{W}$

Sasaran dikemas dalam ampul kuarsa dan ditutup dengan cara pengelasan kaca kemudian dikemas lagi dalam *inner capsule* dari bahan aluminium derajat nuklir dan diuji kebocorannya dengan cara uji gelembung (*bubble test*). Setelah dinyatakan tidak bocor, *inner capsule* tersebut dimasukkan ke dalam kapsul iradiasi dari bahan aluminium derajat nuklir kemudian diserahkan ke PRSG – BATAN untuk diiradiasi dengan melampirkan isian formulir permohonan iradiasi dan sertifikat hasil uji kebocoran.

Paska iradiasi, sasaran dibiarkan selama  $\pm$  20 hari untuk menghilangkan radioisotop  $^{187}\text{W}$  yang terbentuk sehingga hanya tinggal  $^{188}\text{W}$  dan anak luruhnya  $^{188}\text{Re}$ . Kemudian sasaran teriradiasi dikeluarkan dari kemasan kapsul iradiasi dan dilarutkan dengan larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$  30% dan larutan NaOH 4N sambil dipanaskan di bawah titik didihnya seperti pada Gambar 1. Setelah sasaran teriradiasi larut sempurna, larutan sodium tungstat didinginkan hingga temperatur kamar kemudian diukur volume totalnya menggunakan *syringe*. Selanjutnya larutan tungstat dicuplik dan dicacah menggunakan spektrometer gamma untuk menentukan total radioaktivitas  $^{188}\text{W}$  dan  $^{188}\text{Re}$  yang diperoleh serta kandungan logam tungsten dalam larutan untuk menentukan aktifitas jenis radioisotop  $^{188}\text{W}$ .



**Gambar 1.** Proses pelarutan sasaran  $^{186}\text{W}$ -metal diperkaya 99,79% teriradiasi

### Preparasi Kolom Alumina Asam

Ditimbang 50 g serbuk alumina asam kemudian dicuci dengan 400 ml air demin sambil dilakukan pengadukan selama 30 detik lalu dibiarkan sampai partikel-partikel yang besar mengendap sedangkan partikel-partikel yang halus dibuang dengan cara dekantasi. Pencucian dengan air demin dilakukan beberapa kali sampai semua partikel-partikel halus terdekantasi kemudian alumina asam tersebut dipanaskan dalam oven pada temperatur  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam sehingga diperoleh berat konstan.

Ditimbang 2,6 gram alumina asam yang telah di-*treatment* tersebut kemudian dimasukkan ke dalam gelas piala dan ditambahkan aquabidest secukupnya selanjutnya alumina tersebut di-*loading* ke dalam kolom *fritted* ukuran 8 x 100 mm yang telah dipasang *glass filter* di atas *frit* kemudian kolom ditutup pada kedua ujungnya dengan karet *septa* dan Aluminium *seal*. Jumlah alumina asam yang digunakan disesuaikan dengan jumlah total

kandungan tungsten (W) yang akan diserapkan. Kapasitas serap alumina asam diasumsikan 80 mg W/gram alumina.<sup>[5]</sup> Selanjutnya kolom dicuci dengan mengelusikan 10 ml larutan HCl 1M kemudian dicuci lagi dengan aquabidest sampai pH eluat = 3. Terakhir kolom dielusikan dengan 15 ml larutan salin (NaCl 0,9%) yang telah diatur pH-nya menjadi 3 dengan HCl 0,1M.

### Preparasi Kolom Generator $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$

Larutan sodium tungstat ( $\text{Na}_2^{188}\text{WO}_4$ ) hasil pelarutan sasaran teriradiasi diatur pH-nya menjadi 3 dengan menambahkan larutan HCl 2M sedikit demi sedikit sampai terbentuk endapan putih dan langsung hilang lalu ukur pH-nya, apabila masih  $>3$  ditambahkan lagi HCl 2M tetes demi tetes hingga pH = 3. Larutan  $\text{Na}_2^{188}\text{WO}_4$  dengan pH = 3 tersebut di-*loading* ke dalam kolom alumina asam yang kemudian disebut kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  (Gambar 2), eluat ditampung dalam botol vial kemudian kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  dicuci dengan mengelusikan 2 x 10 ml larutan salin untuk mengeluarkan semua  $^{188}\text{Re}$  yang telah terbentuk sehingga akhir dari elusi kolom tersebut dianggap sebagai waktu awal pertumbuhan  $^{188}\text{Re}$  ( $t_0$ ). Selanjutnya kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  dibiarkan selama 4 - 5 hari untuk mencapai kesetimbangan  $^{188}\text{W}$  -  $^{188}\text{Re}$ . Dalam kegiatan ini dibuat 2 buah kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  dengan kondisi sama seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Parameter kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  berbasis alumina

No.	Parameter	Kolom I	Kolom II
1.	Aktifitas $^{188}\text{W}$ yang di-loading .....(mCi)	7,45	7,45
2.	Kandungan unsur tungsten (W) total ... (mg)	208	208
3.	pH larutan sodium tungstat .....	3	3
4.	Jumlah Alumina asam .....	2,6	2,6

**Proses Elusi  $^{188}\text{Re}$  dari kolom Generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$**

Setelah masa pertumbuhan tercapai, radioisotop  $^{188}\text{Re}$  yang terbentuk dalam kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  dikeluarkan dengan mengelusikan 10 x 1 ml larutan salin (NaCl 0,9%) secara fraksinasi seperti pada Gambar 3 dan masing-masing fraksi diukur aktifitas  $^{188}\text{Re}$  nya menggunakan spektrometer gamma untuk menentukan profil elusinya.

Radioisotop  $^{188}\text{Re}$  yang aktifitasnya paling besar diukur pH-nya dan dicuplik kemudian ditotolkan pada kertas kromatografi Whatman

sebagai fase diam kemudian dicelupkan ke dalam tabung kromatografi yang telah diisi dengan larutan salin sebagai fase gerak, selanjutnya dicacah dengan *Imaging Scanner AR-2000* dari *BIOSCAN* untuk menentukan kemurnian radiokimia.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data iradiasi 0,5 g serbuk sasaran W-metal diperkaya 99,79%  $^{186}\text{W}$  di fasilitas iradiasi *Central Irradiation Position (CIP)* reaktor G.A. Siwabessy ditampilkan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 tersebut terlihat selama proses iradiasi mengalami dua kali shut down selama 1,8 dan 3,2 hari.



**Gambar 2.** Kolom  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  berbasis alumina

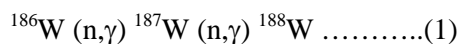


**Gambar 3.** Proses elusi kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  berbasis alumina

**Tabel 2.** Data iradiasi sasaran W-metal diperkaya 99,79%  $^{186}\text{W}$  di reaktor G.A. Siwabessy

Iradiasi		Shut Down	
Ke-	Waktu (hari)	Ke-	Waktu (hari)
1	5,14	1	1,8
2	10,86	2	3,2
3	3,8	Decay selama 55,1 hari	
Jumlah	19,8		

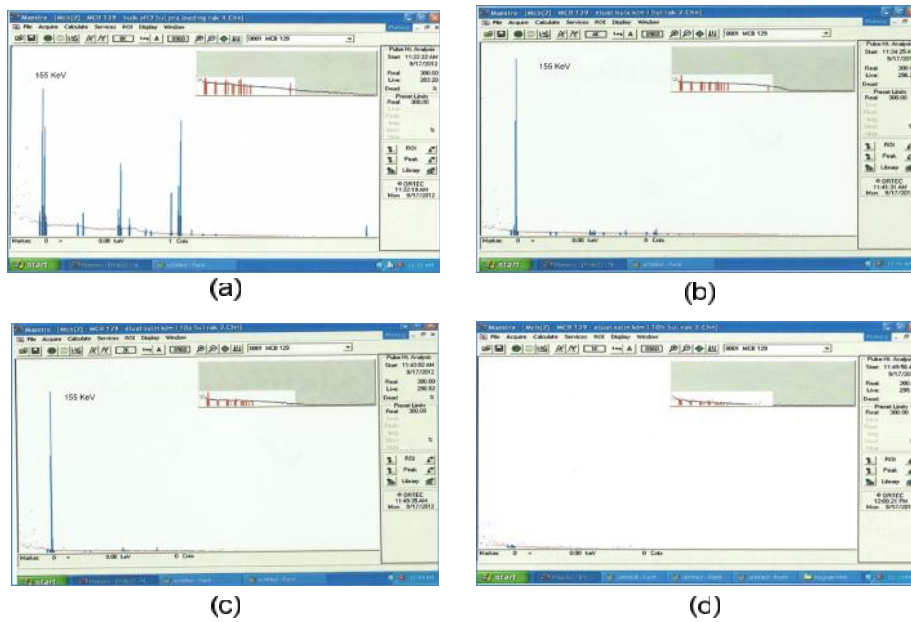
Sedangkan reaksi nuklir dari penangkapan neutron ganda terhadap sasaran  $^{186}\text{W}$  di reaktor ditampilkan pada persamaan.....1. Dari reaksi tersebut dihasilkan radioisotop  $^{187}\text{W}$  ( $t_{1/2} = 0,992$  hari),  $^{188}\text{W}$  ( $t_{1/2} = 69,4$  hari) dan  $^{188}\text{Re}$  ( $t_{1/2} = 0,71$  hari). Dari radioisotop yang terbentuk hanya  $^{188}\text{W}$  dan  $^{188}\text{Re}$  yang diperlukan maka radioisotop  $^{187}\text{W}$  dihilangkan dengan cara diluruhkan/dibiarkan selama lebih dari 20 hari untuk mengurangi paparan radiasi gamma yang dipancarkan oleh radionuklida  $^{187}\text{W}$  sebelum dilakukan proses pelarutan sasaran teriradiasi. Dari pelarutan sasaran teriradiasi tersebut diperoleh aktifitas  $^{188}\text{W}$  sebesar 16,28 mCi dengan aktifitas jenis sebesar 0,033 Ci/g W pada saat pengukuran dan *yield*  $^{188}\text{W}$  mencapai 93% dari perhitungan teoritis.



Hasil pencacahan menggunakan spektrometer gamma terhadap larutan *bulk*  $^{188}\text{W}$ - $^{188}\text{Re}$  sebelum di-*loading* ke dalam kolom kromatografi alumina asam masih banyak puncak energi gamma diantaranya  $^{188}\text{Re}$  (155 KeV) dan

energi gamma lainnya yang merupakan pengotor seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

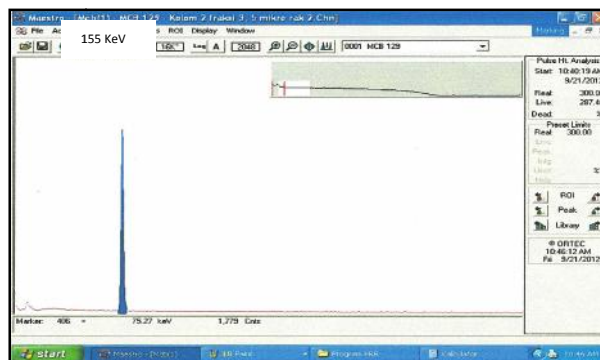
Hasil elusi kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  dengan cara fraksinasi 10 x 1 ml larutan salin (NaCl 0,9%) setelah masa pertumbuhan, diperoleh larutan sodium perenat ( $\text{Na}^{188}\text{ReO}_4$ ) yang jernih tidak berwarna dengan pH = 5,5 dan *yield* aktifitas  $^{188}\text{Re}$  >65%, kemurnian radiokimia >99,95% serta kemurnian radionuklida 100% (lolosan  $^{188}\text{W}$  dan pemancar gamma lainnya tidak terdeteksi). Untuk membuktikan bahwa eluat yang diperoleh adalah  $\text{Na}^{188}\text{ReO}_4$  adalah dengan melakukan pencacahan cuplikan eluat larutan sodium perenat tersebut menggunakan spektrometer gamma dan hasilnya hanya tampak satu puncak energi dari  $^{188}\text{Re}$  pada 155 KeV saja seperti pada Gambar 5 selain itu dibuktikan juga dengan pengukuran aktifitas secara berulang menggunakan *dose calibrator* terhadap eluat  $\text{Na}^{188}\text{ReO}_4$  untuk menentukan waktu paro dan ditunjukkan seperti pada Gambar 6 dimana hasil pengukuran tersebut diperoleh waktu paro ( $t_{1/2}$ ) radioisotop  $^{188}\text{Re}$  sebesar 17,3 jam sedangkan dari pustaka sebesar 16,98 jam jadi hanya selisih 1,9% dengan demikian radioisotop yang dihasilkan benar-benar  $^{188}\text{Re}$ .



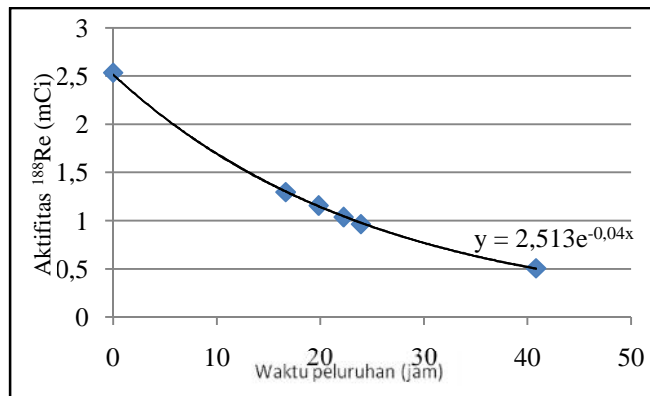
**Gambar 4.** Spektrum puncak energi- $\gamma$  hasil pencacahan menggunakan spektrometer gamma

terhadap :

- larutan *bulk*  $^{188}\text{W}$ - $^{188}\text{Re}$  dimana masih banyak puncak energi- $\gamma$  yang muncul diantaranya  $^{188}\text{Re}$  sebagai anak luruh  $^{188}\text{W}$ .
- Eluat *bulk*  $^{188}\text{W}$ - $^{188}\text{Re}$  setelah dielusikan ke dalam kolom alumina tinggal puncak energi  $^{188}\text{Re}$  pada 155 KeV sedangkan  $^{188}\text{W}$  terserap dalam kolom alumina.
- Eluat pencucian ke-1 kolom alumina dengan 10 ml larutan NaCl 0,9% puncak energi  $^{188}\text{Re}$  masih terlihat.
- Eluat pencucian ke-2 kolom alumina dengan 10 ml larutan NaCl 0,9% sudah tidak ada energi  $^{188}\text{Re}$  ini menunjukkan bahwa  $^{188}\text{Re}$  telah keluar dari kolom alumina sehingga pada saat akhir elusi tersebut dicatat sebagai waktu awal pertumbuhan  $^{188}\text{Re}$  ( $t_0$ ).

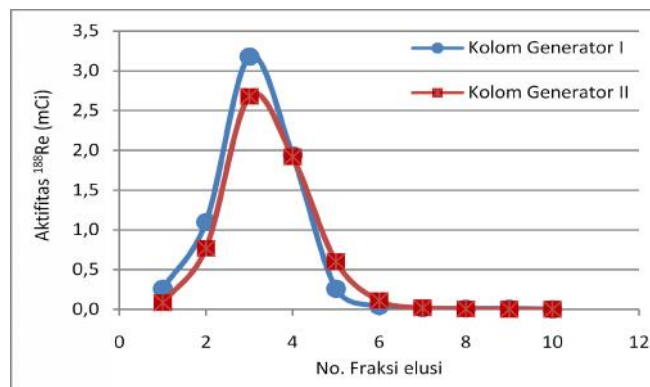


**Gambar 5.** Spektrum puncak energi- $\gamma$   $^{188}\text{Re}$  hasil pencacahan eluat  $^{188}\text{Re}$  menggunakan spektrometer gamma

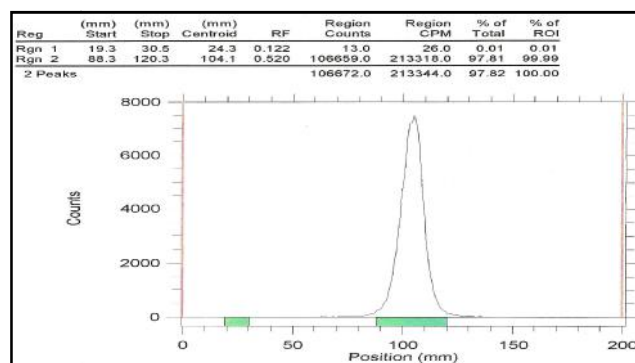


**Gambar 6.** Grafik peluruhan aktifitas  $^{188}\text{Re}$  terhadap waktu

Profil elusi dari hasil elusi kolom generator terhadap eluat hasil elusi kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  secara fraksinasi dengan 10 x 1 ml larutan menggunakan *Imaging Scanner AR-2000* bisa dilihat pada Gambar 7, dimana pada Gambar 8 dimana hasil pengukuran tersebut aktifitas  $^{188}\text{Re}$  yang paling besar adalah pada Fraksi ke-3 dan  $^{188}\text{Re}$  sudah terelusi semua pada Fraksi ke-5. 99,99% ini menunjukkan bahwa eluat tersebut murni Sedang hasil pengukuran kemurnian radiokimia sebagai sodium perenat ( $\text{Na}^{188}\text{ReO}_4$ ).

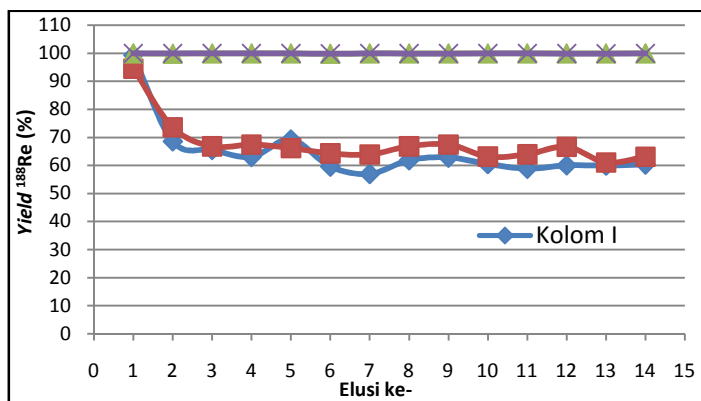


**Gambar 7.** Profil elusi eluat  $^{188}\text{Re}$  dari Generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  berbasis alumina



**Gambar 8.** Kemurnian radiokimia hasil *scanning* sodium perenat menggunakan *Imaging Scanner AR-2000*





**Gambar 9.** Grafik persen *yield* dan Kemurnian Radio kimia Perenat ( $^{188}\text{ReO}_4^-$ ) hasil elusi kolom generator yang dilakukan seminggu sekali karena waktu optimum pemisahan  $^{188}\text{Re}$  dari  $^{188}\text{W}$  4 – 5 hari.

Hasil pemantauan kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  dengan mengelusnya sekali seminggu selama 3 bulan diperoleh *yield*  $^{188}\text{Re}$  rata-rata 65% dengan kemurnian radiokimia >99,95% seperti yang terlihat pada Gambar 9

## KESIMPULAN

Dalam penelitian ini telah berhasil mengiradiasi 0,5 g sasaran W-metal diperkaya hingga 99,79%  $^{186}\text{W}$  di reaktor G.A. Siwabessy yang mempunyai fluks neutron  $1,2 \times 10^{14}$  n/cm<sup>2</sup>/detik selama 19,8 hari dengan 2 kali *shutdown* diperoleh radionuklida  $^{188}\text{W}$  dengan tingkat keradioaktifan 16,28 mCi dengan aktifitas jenis 0,033 Ci/g W pada saat pengukuran dan diperoleh *yield*  $^{188}\text{W}$  sebesar 93% dari perhitungan teoritis. Disamping itu juga telah berhasil memisahkan radioisotop terapi  $^{188}\text{Re}$  dari radioisotop induknya ( $^{188}\text{W}$ ) dengan metode kolom kromatografi berbasis alumina dan sampai tiga bulan masih bisa dielusi untuk mendapatkan radioisotop  $^{188}\text{Re}$  bebas pengemban dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Radioisotop  $^{188}\text{Re}$  bebas pengemban dalam bentuk larutan sodium perenat ( $\text{Na}^{188}\text{ReO}_4$ ) yang jernih tidak berwarna
- pH larutan 5,5
- Yield  $^{188}\text{Re}$  >65%
- Kemurnian Radionuklida 100% (Lolosan  $^{188}\text{W}$  tidak terdeteksi)
- Kemurnian Radiokimia >99,95%

Dengan demikian teknologi pemisahan radioisotop terapi  $^{188}\text{Re}$  dari  $^{188}\text{W}$  dalam bentuk kolom generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  berbasis alumina skala laboratorium telah berhasil dilakukan.

## SARAN

Untuk preparasi generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  berbasis alumina yang bisa digunakan dalam kedokteran nuklir disarankan untuk mengiradiasi 1 gram sasaran  $^{186}\text{W}$  diperkaya hingga 99,79% di reaktor G.A. Siwabessy selama 30 hari secara kontinyu sehingga diperoleh radioisotop  $^{188}\text{W}$  dengan keradioaktifan sebesar 100 mCi yang memenuhi syarat untuk keperluan medis.

## DAFTAR PUSTAKA

1. **EHRHARDT, GARY J.**, United States Patent No. 4859431, (1989).
2. **ADANG H.G, A. MUTALIB, YONO S., SULAEMAN**, Karakteristik Generator  $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$  Berbasis PZC (*Poly Zirconium Compound*), Jurnal Sains & Teknologi Nuklir Indonesia, Volume VIII, No. 2, Agustus 2007.
3. **F. F. (RUSS) KNAPP, Jr.**, Future Prospects for Medical Radionuclide Production in The High Flux Isotope Reactor (HFIR) at The Oak Ridge National Laboratory (ORNL), Nuclear Medicine Group, Life Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory (ORNL), Oak Ridge, TN 37831-6229, U.S.A.
4. **F.F. KNAPP, Jr., S. MIRZADEH, M. GARLAND, B. PONSARD, R. KUZNETSOR**, Reactor Production and Processing of  $^{188}\text{W}$ , Chapter 5 IAEA Radioisotopes and Radiopharmaceuticals Series No. 2, Vienna 2010
5. **RUBEL CHAKRAVARTY, ASHUTOSH DASH, MEERA VENKATESH.**, Separation of clinical grade  $^{188}\text{Re}$  from  $^{188}\text{W}$  using Polymer Embedded Nano Crystalline Titania, Chemistry and Materials Science, DOI : 10.1365/S 10337-009-1070-7.