
OPTIMASI PENGGUNAAN HCl SEBAGAI LARUTAN PENGELUSI ITRIUM-90 DALAM DOWEX® 50WX8-200

Sulaiman, Sri Aguswarini, Karyadi, Chairuman, Gatot S., M. Subur, Adang H.G.

Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka - BATAN

Kawasan Puspiptek, Serpong, Tangerang Selatan, 15314

e-mail: sulaiman@batan.go.id

(Naskah diterima : 12-12-2014, Naskah direvisi: 26-01-2015, Naskah disetujui: 28-01-2015)

ABSTRAK

OPTIMASI PENGGUNAAN HCl SEBAGAI LARUTAN PENGELUSI ITRIUM-90 DALAM DOWEX® 50WX8-200. Itrium-90 merupakan radionuklida pemancar β yang mempunyai waktu paruh 64,1 jam dan memancarkan energi β maksimum 2280 keV. Itrium-90 digunakan dalam kedokteran nuklir untuk keperluan terapi. Sistem generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ telah dikembangkan untuk mendapatkan ^{90}Y bebas pengemban. Itrium-90 yang diperoleh dari generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ berbentuk radiokimia ^{90}Y -sitrata. Bentuk radiokimia ^{90}Y yang ideal untuk penandaan berbagai macam ligan yaitu $^{90}\text{YCl}_3$. Untuk mendapatkan bentuk radiokimia ^{90}Y yang diinginkan dilakukan serangkaian proses dengan metode penukar ion menggunakan resin Dowex® 50WX8-200. Dalam penelitian ini telah dilakukan optimasi penggunaan HCl untuk elusi ^{90}Y dari resin dengan variasi konsentrasi HCl dan waktu kontak saat elusi ^{90}Y dari resin. Pelepasan ^{90}Y dari resin Dowex® 50WX8-200 tergantung pada konsentrasi HCl yang digunakan. Konsentrasi HCl semakin besar laju pelepasan ^{90}Y dari ^{90}Y -Dowex semakin besar. Waktu kontak optimum menggunakan 5 mL HCl 12 N adalah 60 menit dengan hasil 9,4 %. Hasil uji ^{90}Y setelah dielusi dari Dowex® 50WX8-200 memberikan informasi radionuklida ^{90}Y yang diperoleh dalam bentuk radiokimia $^{90}\text{YCl}_3$.

Kata kunci: itrium, ^{90}Y -sitrata, $^{90}\text{YCl}_3$, Dowex® 50WX8-200, generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, HCl

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF USE HCl AS SOLUTION FOR ELUTION ITRIUM-90 IN DOWEX® 50WX8- 200. Yttrium-90 is a β emitter radionuclide with a half life of 64.1 hours and emits the maximum β energy at 2280 keV. Yttrium-90 radionuclide is widely used in nuclear medicine for therapeutic purposes. $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ generator system has been developed to obtain carrier-free ^{90}Y . Yttrium-90 were obtained from the $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ generator in the form of ^{90}Y -citrate radiochemical. The ^{90}Y ideal for tagging ligands is in the form of $^{90}\text{YCl}_3$. To obtain the desired radiochemical a series of processes with ion exchange resin method is performed using Dowex® 50WX8-200. In this study optimization of the use of HCl for has been carried out ^{90}Y elution from the resin with varied HCl concentration and contact time when ^{90}Y is eluted from the resin. The release of ^{90}Y from resin Dowex® 50WX8-200 depending on the concentration of HCl is used. The greater the concentration of HCl release rate of ^{90}Y from ^{90}Y -Dowex greater. The optimum contact time with 5 mL of 12 N HCl is 60 minutes with a result of 9.4%. The ^{90}Y test results after eluted from Dowex® 50WX8-200 indicated that the ^{90}Y was in the form of $^{90}\text{YCl}_3$.

Keywords: yttrium, ^{90}Y -citrat, $^{90}\text{YCl}_3$, Dowex® 50WX8-200, generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, HCl.

PENDAHULUAN

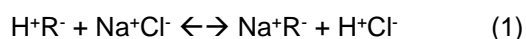
Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka (PTRR) BATAN mengembangkan generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ untuk mendapatkan itrium-90 (^{90}Y) yang bebas pengemban^[1-4]. Itrium-90 merupakan salah satu radionuklida yang dapat digunakan sebagai radioisotop terapi dan dapat direaksikan dengan bermacam-macam ligan sebagai radiofarmaka terapi untuk berbagai penyakit kanker^[5,6].

Itrium-90 memiliki daya tarik tersendiri dalam penggunaannya berdasarkan energi yang dipancarkan dan waktu paro yang dimilikinya yang berfungsi untuk mematikan sel kanker, ^{90}Y adalah pemancar β^- dengan energi maksimum 2284 keV dan waktu paro 64,1 jam^[5,7]. Itrium-90 sudah digunakan sebagai radioisotop terapi di banyak negara dan seiring dengan perkembangan kedokteran nuklir di Indonesia diperkirakan ^{90}Y merupakan salah satu radionuklida yang memiliki prospek yang dapat digunakan pada kedokteran nuklir sebagai radioisotop terapi^[8,9].

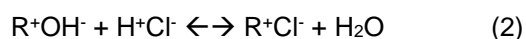
Itrium-90 dalam bentuk bebas pengemban dapat diperoleh dari peluruhan radionuklida stronsium-90 (^{90}Sr) melalui proses pemisahan, radionuklida ^{90}Sr induk tersebut berasal dari hasil belah ^{235}U . Menggunakan radionuklida induk ^{90}Sr dengan generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ berbasis kolom elektrokromatografi dapat diperoleh ^{90}Y yang bebas pengemban, karena ion $^{90}\text{Y}^{3+}$ merupakan ion "pseudo-lanthanide" yang memiliki bilangan koordinasi sampai sembilan, maka dengan adanya ligand ion negatif, seperti Cl^- , dapat diperkirakan terbentuknya spesi ion kompleks ^{90}Y bermuatan negatif. Spesi ini akan bergerak ke arah anoda bila diberikan medan listrik. Ion ^{90}Sr merupakan ion logam alkali yang umumnya cukup stabil sebagai kation, spesi kation ini dipastikan akan bergerak ke arah lokasi katoda^[4,10].

Pada saat preparasi generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ digunakan HCl untuk pelarutan

matriks $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ dan pada saat pemisahan atau elusi ^{90}Y dari generator menggunakan *buffer* sitrat. Kedua jenis larutan ini merupakan ligan yang masing-masing dapat membentuk senyawa kompleks negatif dengan Y^{3+} . Karena penggunaan *buffer* sitrat lebih banyak dari HCl, ^{90}Y hasil elusi cenderung dalam bentuk radiokimia $^{90}\text{Y}^-$ sitrat. Bentuk radiokimia ^{90}Y -sitrat tidak mudah dalam penggunaannya untuk mereaksikan dengan ligan lain. Dengan demikian produk akhir dari ^{90}Y diharapkan dalam bentuk radiokimia $^{90}\text{YCl}_3$. Untuk menghilangkan larutan sitrat dan pengotor lain dari larutan ^{90}Y hasil elusi dilakukan pemisahan menggunakan metoda penukar ion^[11] dari perlakuan ini diharapkan hasil akhir radiokimia ^{90}Y dalam bentuk $^{90}\text{YCl}_3$.

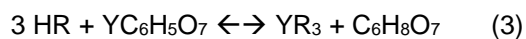


H^+R^- : Resin Kation

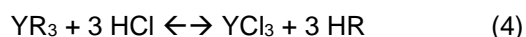


R^+OH^- : Resin Anion

Dalam proses pertukaran ion dipengaruhi oleh beberapa parameter, diantaranya selektifitas ion yang dipertukarkan dan kecepatan reaksi antara ion resin dengan ion yang akan dipisahkan. Pada penelitian ini penukar ion yang digunakan adalah resin Dowex® 50WX8-200, merupakan resin kation dengan ion aktif H^+ , reaksi pertukaran ion yang terjadi pada proses penyerapan $^{90}\text{Y}^{+3}$ adalah sebagai berikut :



Sedangkan pada proses pelepasan (elusi) mengikuti reaksi di bawah ini:



Proses pertukaran ion-ion oleh resin (dalam hal ini Dowex® 50WX8-200) dengan cara menggantikan ion-ion ($^{90}\text{Y}^{+3}$) dalam fasa cair diserap lewat ikatan kimiawi karena bereaksi dengan padatan resin. Resin sendiri melepaskan ion lain (H^+) sebagai ganti ion yang diserap ($^{90}\text{Y}^{+3}$). Selama operasi

berlangsung, setiap ion akan dipertukarkan dengan ion penggantinya hingga seluruh resin jenuh dengan ion yang diserap.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi HCl yang memberikan hasil optimal terhadap elusi ^{90}Y dalam kolom resin Dowex® 50WX8-200. Hasil penelitian ini diharapkan diperoleh konsentrasi HCl yang optimal untuk mendapatkan hasil ^{90}Y yang optimal dari kolom resin Dowex® 50WX8-200 dalam bentuk radiokimia $^{90}\text{YCl}_3$.

METODOLOGI

a. Bahan dan peralatan

Bahan-bahan yang digunakan adalah $^{90}\text{SrCl}_3$ hasil fisi (Polatom), *buffer* sitrat 0,025 M; pH 5, *buffer* sitrat 0,1 M; pH 5, Resin Dowex® 50WX8-200 (sigma 217506, 100-200 mesh), kertas Whatman 3MM, selotip, air suling, kertas pH, vial 10 mL, pipet, dan batang pengaduk.

Peralatan yang digunakan adalah sistem generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ (lokal), pencacah alpha beta simple counter Ludlum Model 3030, *Liquid Scintillation Counting* (LSC) Micro beta Perkinelmer, bejana kromatografi kertas, neraca analitik, alat pengering (*dryer box*), pinset, labu ukur, gelas piala, kolom, standar kolom, dan *shielding*.

b. Perlakuan ^{90}Y pasca elusi dari Sistem Generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$

Generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ dengan aktivitas ^{90}Sr 50 mCi, dielusi menggunakan *buffer* sitrat 0,1 M pada pH 5 selama 4 jam. Hasil yang diperoleh merupakan radionuklida ^{90}Y dalam larutan *buffer* sitrat. Itrium-90 yang diperoleh dari tiap jam elusi digabung menjadi satu dan diukur volumenya. Larutan dicuplik sebanyak 1 μL ke kertas saring untuk ditentukan aktivitas totalnya dengan pencacah beta dan dilakukan identifikasi dengan LSC menggunakan sintilator koktil. Larutan ^{90}Y pasca elusi dari generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ ini disiapkan sebanyak 4 (empat) fraksi masing-masing dengan aktivitas ± 1200

μCi untuk dimasukkan ke resin Dowex® 50WX8-200.

c. Penyerapan ^{90}Y -sitrat pada Dowex® 50WX8-200

Sebanyak 4 gr Dowex® 50WX8-200 ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam 4 buah gelas piala. Larutan radionuklida ^{90}Y hasil dari generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ masing-masing sebanyak 6,5 mL atau dengan aktivitas $\pm 1200 \mu\text{Ci}$ dimasukkan ke dalam Dowex® 50WX8-200 sambil diaduk menggunakan batang pengaduk, kemudian dilakukan proses inkubasi selama 15 menit sehingga terpisah fasa padat dan fasa cair. Larutan dipisahkan dari Dowex® 50WX8-200 diukur volumenya dan dicuplik sebanyak 1 μL ke kertas saring. Untuk mengetahui aktivitas ^{90}Y yang terserap oleh Dowex® 50WX8-200, cuplikan dicacah menggunakan alat pencacah beta. Dowex® 50WX8-200 kemudian dicuci dengan air suling 6 x 10 mL. Air cucian ditampung dan dicuplik sebanyak 1 μL ke kertas saring kemudian dilakukan pencacahan untuk mengetahui radionuklida ^{90}Y yang terlepas dari Dowex® 50WX8-200 saat pencucian. Untuk menentukan koefisien distribusi (K_d) dengan mengikuti persamaan^[3]:

$$K_d = \frac{(A_0 - A_t)}{A_t} \times \frac{V}{W} \quad (3)$$

K_d = Koefisien distribusi (mL/gr)

A_0 = Aktivitas radioaktif awal

A_t = Aktivitas radioaktif akhir

V = Volume larutan awal (mL)

W = Berat resin (gr)

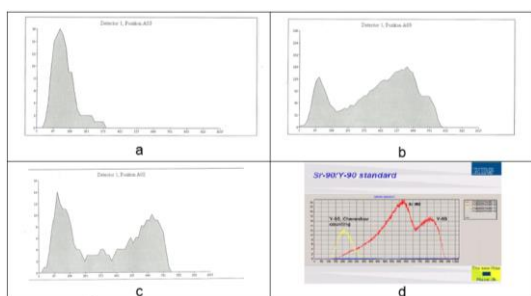
d. Optimasi Konsentrasi HCl untuk elusi ^{90}Y dalam Dowex® 50WX8-200

Resin Dowex® 50WX8-200 yang mengandung radionuklida ^{90}Y untuk variasi konsentrasi HCl 3 N, 6 N, 8 N, dan 12 N ditambahkan HCl sebanyak 5 mL ke masing-masing, dengan variasi waktu kontak 15 menit, 30 menit, 60 menit, dan 90 menit. Larutan HCl kemudian dicuplik sebanyak 1 μL ke kertas saring, dikeringkan dan

dicacah kandungan radionuklida ^{90}Y menggunakan alat pencacah beta untuk mengetahui ^{90}Y yang terlarut ke dalam HCl.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemisahan ^{90}Y dari generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ dilakukan identifikasi dengan *Liquid Scintillation Counting* hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar 1. a adalah cacah latar dari alat LSC, Gambar 1. b adalah spektrum $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ bulk, Gambar 1. c adalah spektrum radionuklida dalam larutan hasil elusi dari generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, dan Gambar 1.d adalah spektrum standar dari $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$. Pada Gambar 1.c tidak terlihat spektrum dari radionuklida ^{90}Sr seperti ditunjukkan pada Gambar 1.b atau 1.d. Spektrum pada Gambar 1.c menunjukkan radionuklida yang diperoleh dalam larutan pengelusi adalah radionuklida ^{90}Y .



Gambar 1. Identifikasi ^{90}Y hasil pemisahan dengan *Liquid Scintillation Counting* (LSC):
a. spektrum latar LSC,
b. spektrum campuran $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ bulk,
c. spektrum ^{90}Y hasil pemisahan,
d. spektrum standar ^{90}Sr dan ^{90}Y untuk LSC

Hasil pemisahan ^{90}Y dari generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ berupa larutan ^{90}Y dalam bentuk kimia ^{90}Y -sirat. Senyawa tersebut sukar untuk direaksikan dengan berbagai ligan yang digunakan dalam senyawa bertanda, senyawa ^{90}Y dalam bentuk kimia klorida lebih mudah dibentuk menjadi senyawa kompleks dengan ligan lain. Oleh sebab itu hasil pemisahan dari generator dibentuk menjadi $^{90}\text{YCl}_3$. Untuk membentuk ^{90}Y menjadi bentuk kimia $^{90}\text{YCl}_3$ digunakan metoda penukar ion.

Larutan radionuklida ^{90}Y pasca elusi dari generator mengandung ^{90}Y -sirat, juga mengandung senyawa $[\text{NH}_3]_2\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ (di ammonium sitrat), $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ (tri natrium sitrat), $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ (asam sitrat), dan unsur atau senyawa pengotor lainnya. Setelah larutan dilewatkan ke dalam kolom yang mengandung resin Dowex® 50WX8-200, sehingga ^{90}Y yang ada dalam larutan tertinggal dalam resin menggantikan ion H dari resin. Kation selain Y^{+3} dan bahan pengotor lain yang terikat oleh resin, akan dilepaskan dengan cara mencuci resin hasil penyerapan dengan menggunakan air suling. Dari hasil percobaan pendahuluan yang telah dilaporkan^[13] telah dilakukan variasi waktu penyerapan $^{90}\text{Y}^{+3}$ sampai 1 jam, resin Dowex® 50WX8-200 dalam waktu kontak 10 menit sudah dapat menyerap lebih dari 99% $^{90}\text{Y}^{+3}$. Dalam percobaan ini diambil waktu kontak dengan resin Dowex® 50WX8-200 selama 15 menit. Hasil penyerapan $^{90}\text{Y}^{+3}$ oleh resin Dowex® 50WX8-200 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil penyerapan ion $^{90}\text{Y}^{+3}$ pasca elusi dari generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ oleh Dowex® 50WX8-200.

Sampel	Aktivitas Larutan umpan ^{90}Y ($\mu\text{Ci}/6,5 \text{ mL}$)	Aktivitas terserap ($\mu\text{Ci}/ 4 \text{ gr resin}$)	Aktivitas larutan umpan setelah penyerapan selama 15 menit ($\mu\text{Ci}/6,5 \text{ mL}$)	Kd penyerapan (mL/gr)
Fraksi 1	1199,2	1199,2	0,00	8092,62
Fraksi 2	1190,3	1190,3	0,00	
Fraksi 3	1185,2	1184,4	0,75	
Fraksi 4	1174,2	1171,2	3,00	
Rerata penyerapan ^{90}Y selama 15 menit 99,9 %				

Tabel 1 menunjukkan waktu kontak 15 menit, ion $^{90}\text{Y}^{+3}$ sudah terserap rata-rata 99,9% . Pencucian Dowex® 50WX8-200 dengan 60 mL air suling tidak melepaskan ion $^{90}\text{Y}^{+3}$ yang telah terserap pada resin. Besarnya koefisien distribusi (Kd) penyerapan ^{90}Y oleh Dowex® 50WX8-200 yang ditentukan dengan persamaan [3]^[14] yaitu sebesar 8092,62 mL/g, hal ini merupakan ukuran penyerapan ^{90}Y oleh Dowex® 50WX8-200 dan sebagai rasio jumlah adsorbat (^{90}Y) teradsorpsi per satuan

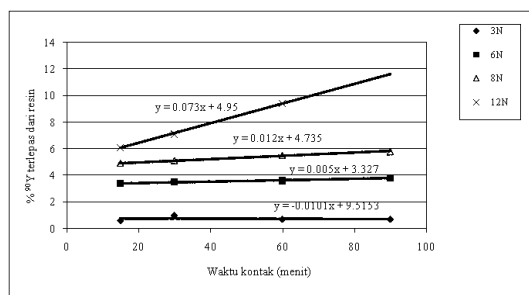
massa resin untuk jumlah adsorbat yang tersisa dalam larutan pada kesetimbangan^[15].

Besar aktivitas radionuklida ^{90}Y yang keluar setelah dilakukan elusi dengan menggunakan 5 mL HCl dengan variasi konsentrasi HCl 3 N, HCl 6 N, HCl 8 N, dan HCl 12 N dan variasi waktu kontak resin dalam HCl pada saat proses elusi yaitu 15 menit, 30 menit, 60 menit, dan 90 menit. Hasil aktivitas ^{90}Y yang terlepas dari resin ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Aktivitas ^{90}Y yang terlepas dari resin Dowex® 50WX8-200 dengan variasi konsentrasi HCl

Konsentrasi larutan HCl	Aktivitas ^{90}Y yang terlepas dari Dowex® 50WX8-200 (μCi)			
	15 menit	30 menit	60 menit	90 menit
HCl 3 N	7,3	12,2	8,1	8,5
HCl 6 N	40,3	41,8	43,0	45,1
HCl 8 N	58,1	60,3	65,7	68,7
HCl 12 N	71,8	82,6	109,5	82,4

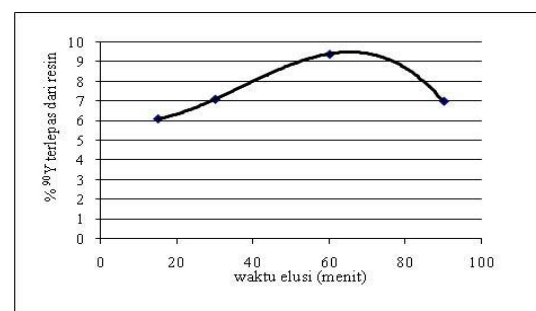
Dari Tabel 2 terlihat aktivitas ^{90}Y tertinggi diperoleh pada penggunaan konsentrasi HCl 12 N dengan waktu kontak atau perendaman resin selama 60 menit sebesar 109,5 μCi . Dari semua variasi konsentrasi HCl yang digunakan aktivitas ^{90}Y yang optimal diperoleh dengan menggunakan HCl 12 N. Grafik laju pelepasan radionuklida ^{90}Y dari resin ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan laju pelepasan radionuklida ^{90}Y dari resin terhadap waktu kontak.

Gambar 2 menunjukkan semakin besar konsentrasi HCl yang digunakan dalam waktu kontak yang sama, laju pelepasan ^{90}Y dari resin semakin besar. Laju pelepasan ^{90}Y

dari resin juga semakin besar dengan semakin lamanya waktu kontak pada penggunaan konsentrasi HCl yang sama. Konsentrasi HCl yang memberikan hasil pelepasan ^{90}Y yang paling besar adalah 12 N seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



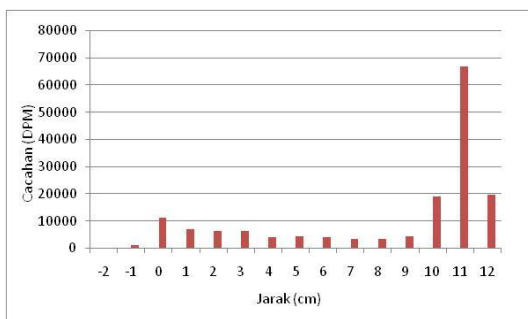
Gambar 3. Grafik hasil pelepasan radionuklida ^{90}Y dari resin dengan HCl 12 N.

Gambar 3 menunjukkan besarnya hasil pelepasan radionuklida ^{90}Y dari resin terhadap waktu kontak dengan HCl 12 N. Hasil yang optimum diperoleh dengan waktu kontak 60 menit sebesar 9,4%, dan hasil keseluruhan yang diperoleh dari semua variasi yang dilakukan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pelepasan radionuklida ^{90}Y dari resin Dowex® 50WX8-200 dengan variasi konsentrasi HCl

Konsentrasi larutan HCl	% ^{90}Y yang terlepas dari Dowex® 50WX8-200			
	15 menit	30 menit	60 menit	90 menit
HCl 3 N	0,6	1,0	0,7	0,7
HCl 6 N	3,4	3,5	3,6	3,8
HCl 8 N	4,9	5,1	5,5	5,8
HCl 12 N	6,1	7,1	9,4	7,0

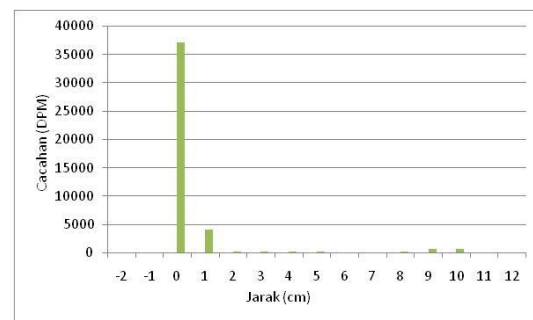
Itrium-90 yang diperoleh juga dilakukan penentuan bentuk radiokimia ^{90}Y sebelum dan sesudah pemisahan dari resin Dowex® 50WX8-200 dengan metode kromatografi kertas, menggunakan kertas whatman 3MM sebagai fasa diam dan campuran larutan NH_3OH , MeOH, dan H_2O dengan perbandingan konsentrasi masing-masing sebesar 0,2 : 2 : 4 sebagai fasa gerak. Hasil analisis ^{90}Y dengan metode kromatografi ditampilkan pada Gambar 4 dan 5. Gambar 4 menunjukkan bentuk radiokimia dari ^{90}Y pasca elusi dari generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ atau sebelum dilewatkan ke dalam resin Dowex® 50WX8-200. Menurut Taufik Yassine^[16, 17], ^{90}Y dalam bentuk kimia $^{90}\text{YCl}_3$ setelah dielusi dengan pelarut campuran NH_3OH , MeOH, dan H_2O dengan perbandingan konsentrasi masing-masing sebesar 0,2: 2: 4 tetap berada pada titik totalan ($r_f=0,0 - 0,4$). Gambar 3 terlihat dua puncak pada $r_f = 0$ dan $r_f = 0,9$ dan puncak yang dominan pada $r_f = 0,9$ menunjukkan radionuklida ^{90}Y bukan dalam bentuk kimia $^{90}\text{YCl}_3$.



Gambar 4. Kromatogram bentuk radiokimia ^{90}Y pasca elusi dari generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$

Gambar 5 memperlihatkan puncak pada $r_f = 0$, menunjukkan radionuklida ^{90}Y

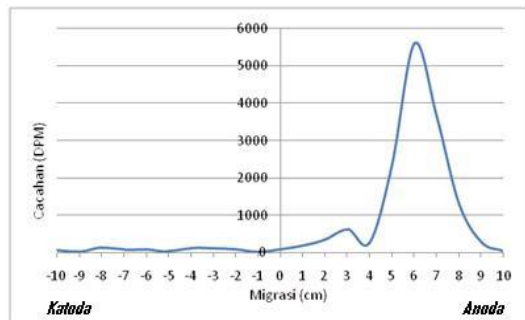
pasca elusi dari resin Dowex® 50WX8-200 berbentuk kimia $^{90}\text{YCl}_3$. Bentuk senyawa $^{90}\text{YCl}_3$ adalah bentuk radiokimia yang ideal, yang memungkinkan ^{90}Y dapat digunakan untuk penandaan berbagai macam ligan sesuai dengan peruntukan dan keperluannya.



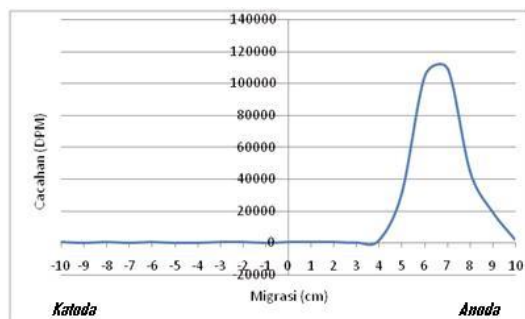
Gambar 5. Kromatogram bentuk radiokimia ^{90}Y pasca elusi dari resin Dowex® 50WX8-200.

Penentuan spesi senyawa radionuklida ^{90}Y sebelum dan sesudah pemisahan dari resin Dowex® 50WX8-200 dengan metode elektroforesis kertas menggunakan larutan *buffer* sitrat 0,025 M pada pH 5 sebagai fasa gerak dan tegangan 400 volt dan waktu 100 menit, hasil elektroforesis ditampilkan pada Gambar 6 dan 7. Gambar 6 menunjukkan bentuk spesi senyawa dari radionuklida ^{90}Y pasca elusi dari generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ atau sebelum dilewatkan ke dalam resin Dowex® 50WX8-200 terlihat ada dua spesi senyawa kompleks negatif dari ^{90}Y yaitu pada daerah $r_f=0,3$ dan $r_f=0,6$. Keberadaan dua spesi di daerah r_f yang berbeda memberikan informasi bahwa dalam larutan tersebut terdapat dua senyawa radionuklida ^{90}Y yang berbeda seperti juga ditunjukkan pada

Gambar 4. Tidak terlihat indikasi keberadaan radionuklida ^{90}Sr dalam larutan. Keberadaan ^{90}Sr untuk uji elektroforesis kertas ditandai dengan adanya spesi yang bermigrasi pada daerah katoda. Gambar 7 memperlihatkan hanya satu bentuk spesi senyawa kompleks negatif dari radionuklida ^{90}Y pasca elusi dari resin Dowex® 50WX8-200 yaitu pada $rf = 0,7$.



Gambar 6. Elektroforegram dari spesi senyawa kimia ^{90}Y pasca elusi dari generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ dengan eluen larutan *buffer* sitrat 0,025 M pada pH 5.



Gambar 7. Elektroforegram dari spesi senyawa kimia ^{90}Y pasca elusi dari resin Dowex® 50WX8-200 dengan eluen larutan *buffer* sitrat 0,025 M pada pH = 5.

Hasil uji terhadap radionuklida ^{90}Y setelah dielusi dari Dowex® 50WX8-200 memberikan informasi radionuklida ^{90}Y yang diperoleh dalam bentuk kimia $^{90}\text{YCl}_3$ dan hanya terlihat satu spesi senyawa kompleks negatif dengan metoda elektroforesis kertas sebagai konfirmasi bahwa hasil yang diperoleh hanya dalam satu bentuk senyawa yaitu $^{90}\text{YCl}_3$.

SIMPULAN

Pelepasan ^{90}Y dari resin Dowex® 50WX8-200 tergantung pada konsentrasi HCl yang digunakan. Konsentrasi HCl semakin besar laju pelepasan ^{90}Y dari ^{90}Y -Dowex semakin besar. Waktu kontak optimum menggunakan 5 mL HCl 12 N adalah 60 menit dengan hasil 9,4 %. Hasil uji ^{90}Y setelah dielusi dari Dowex® 50WX8-200 memberikan informasi radionuklida ^{90}Y yang diperoleh dalam bentuk radiokimia $^{90}\text{YCl}_3$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dra. Siti Darwati, M.Sc dan Dr. Rohadi Awaludin, yang telah membantu serta memberikan masukan dalam pembuatan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sulaiman, Adang H.G., Noor Anis Kundari, A. Mutalib, (2006), Karakterisasi Spesi Senyawa Kompleks Itrium-90 dan Stronsium-90 Dengan Elektroforesis Kertas, *Prosiding seminar Nasional XV Kimia Dalam Industri Dan Lingkungan, Buku II*, Yogyakarta, hal. 145-152.
- [2] Sulaiman, Adang H.G., A. Mutalib, (2008), Silika Sebagai Media Migrasi Pemisahan Itrium-90 dari Strontium-90 Dengan Cara Elektroforesis, *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Fungsional Pengembangan Teknologi Nuklir II*, Yogyakarta, hal. 98-109.
- [3] Sulaiman, Adang H.G., A. Mutalib, (2009), Pemisahan Spesi Radionuklida Itrium dari Spesi Radionuklida Strontium Dengan Metode Elektroforesis Silika, *Prosiding seminar Nasional XVIII Kimia Dalam Industri Dan Lingkungan*, Yogyakarta, hal. 141-148.
- [4] Sulaiman, Adang H.G., A. Mutalib, (2011), Mobilitas Radionuklida Itrium dan Radionuklida Stronsium di Dalam

- Kolom Elektrokromatografi, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Radioisotop, Radiofarmakadan siklotron*, Bandung, hal. 126-130.
- [5] Rajendran Joseph G., (2007) *Therapeutic Radioisotopes, Nuclear Medicine Therapy*, Informa Healthcare USA, Inc. New York, hal. 9-44.
- [6] Jamous M., Haberkorn U., and Mier W., (2013), *Synthesis of Peptide Radiopharmaceuticals for the Therapy and Diagnosis of Tumor Diseases*, *Molecules* 18, hal. 3379-3409.
- [7] Schomäcker K., (2015) *Fundamental Concepts In Radionuclide Therapy, Yttrium-90 and Rhenium-188 Radiopharmaceuticals for Radionuclide Therapy*, IAEA Radioisotopes And Radiopharmaceuticals Series No. 5. hal. 9-27.
- [8] Gregory A. Wiseman and Thomas E. Witzig, (2005), Yttrium-90 (^{90}Y) Ibritumomab Tiuxetan (Zevalin®) Induces Long-Term Durable Responses in Patients with Relapsed or Refractory B-Cell Non-Hodgkin's Lymphoma, *Cancer Biotherapy & Radiopharmaceuticals*, Volume 20, Number 2, hal. 185-188.
- [9] Mutalib. A., (2006), Radionuklida dan Radiofarmaka untuk Keperluan Medik: Pengembangan teknologi produksi di PRR-BATAN, *Prosiding Seminar Teknoekonomi Iptek Nuklir*, Serpong, hal. 200-212.
- [10] Sulaiman, Adang H.G., Karyadi, Sri Aguswarini, A. Mutalib, Gatot S., (2013) Unjuk Kerja Kolom Generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ Berbasis Fasa Diam Alumina, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir*, Jakarta, hal. 11-16.
- [11] A. X. Castillo, M. Pérez-Malo, K. Isaac-Olivé, et al., (2010), Production of Large Quantities of ^{90}Y by Ion-Exchange Chromatography Using an Organic Resin and A Chelating Agent, *Nuclear Medicine and Biology* 37, hal. 935–942.
- [12] IAEA, 2002, "Application of Ion Exchange Processes for the Treatment of Radioactive Waste and Management of Spent Ion Exchangers", *Technical Reports Series No. 408*, VIENNA, hal. 1-12.
- [13] Sulaiman, Sri Aguswarini, Karyadi, dkk., (2014), Penyediaan YCl_3 Dari Hasil Elusi Generator $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$, *Prosiding Pertemuan dan Persentasi Ilmiah-Penelitian Dasar ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir*, Pusat Sains dan Teknologi Akselerator-BATAN, Yogyakarta, 10-11 Juni, hal. 1-5.
- [14] P. Sylvester, (2000), Strontium From Nuclear Wastes: Ion Exchange, *Texas A&M University*, College Station, TX, USA Copyright® 2000 Academic Press, hal. 4265.
- [15] http://www.epa.gov/rpdweb00/docs/kdr_eport/vol1/402-r-99-004a_ch3.pdf, *Methods, Issues, and Criteria for Measuring Kd Values* (12-01-2015).
- [16] Taufik Yassine, Ch. Heyam Mukhallalati, (2010), Development of $^{90}\text{Y}/^{90}\text{Sr}$ Generator and ^{90}Y Radiopharmaceuticals, *Report On The 2nd Research Coordination Meeting On The Development Of Therapeutic Radiopharmaceuticals Based On ^{188}Re And ^{90}Y For Radionuclide Therapy*, Vienna, Austria, hal.123-141.
- [17] U. Pandey, M. Kameswaran, S. Subramanian, et al., (2015), Development Of Radiopharmaceuticals Based On ^{188}Re And ^{90}Y for Radionuclide Therapy at Barc, *Yttrium-90 and Rhenium-188 Radiopharmaceuticals For Radionuclide Therapy*, IAEA Radioisotopes And Radiopharmaceuticals Series No. 5, Vienna. Hal. 81-106.