

PEMBUATAN RADIOIODIDA-131 (¹³¹I) BEBAS PENGEMBAN BERDASARKAN KOLOM RESIN AMBERLIT

Dara Ayu Alfathia¹, Iwan Hastiawan¹, Duyeh Setiawan²

¹Departemen Kimia, Fakultas Matematik dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran
Jalan Raya Bandung-Sumedang KM 21 Jatinangor-Sumedang, 45363-Indonesia

²Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan – BATAN
Jl. Tamansari No.71 Bandung 40132
E-mail : daraalfathia@gmail.com

Diterima: 10-05-2017

Diterima dalam bentuk revisi: 04-08-2017

Disetujui: 19-09-2017

ABSTRAK

PEMBUATAN RADIOIODIDA-131 (¹³¹I) BEBAS PENGEMBAN BERDASARKAN KOLOM RESIN AMBERLIT. Saat ini metode yang sering digunakan dalam pembuatan radioiodida-131 (¹³¹I) bebas pengemban (*carrier-free*) yaitu radioisotop tanpa tambahan pengemban (*non-carrier-added radioisotopes*) adalah menggunakan metode pemisahan distilasi basah atau distilasi kering. Kelemahan metode distilasi diantaranya membutuhkan peralatan yang rumit dan kemungkinan besar terjadi kontaminasi akibat penguapan serta pelepasan ¹³¹I. Untuk mengatasi kelemahan metode distilasi dan supaya pengerjaannya sederhana, dikembangkan pemisahan berbasis kolom berisi resin penukar ion (Amberlit). Metode teknik pengocokan terhadap perilaku pertukaran radioiodida-131 dan telurium-130 dalam resin penukar ion di media larutan asam dan basa serta parameter-parameter yang berpengaruh terhadap proses pemisahan seperti kapasitas tukar ion, koefisien distribusi (Kd), waktu kontak dan massa resin Amberlit akan dipelajari. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai kapasitas tukar ion 1,15 meq/gram berat basah resin, Kd ¹³⁰Te dan ¹³¹I pada pelarut NaOH 2 M dengan waktu kontak 20 menit adalah 47 mL/g dan 113 mL/g. Persen *yield* pemisahan ¹³¹I diperoleh sebesar 60,70 ± 0,09 % dengan menggunakan resin amberlit sebanyak 2 gram. Radioisotop dalam bentuk kimia Na¹³¹I memiliki kemurnian radiokimia sebesar 95,27 ± 0,06 % dan kemurnian radionuklida sebesar 99,5 ± 0,02 %, berupa larutan jernih, pH 7.

Kata kunci: radioiodida-131, telurium oksida, amberlit, bebas pengemban.

ABSTRACT

PRODUCTION OF CARRIER-FREE RADIOIODINE-131 (¹³¹I) BASED ON AMBERLYST RESIN COLUMN. Nowadays, the most used methods to separate ¹³¹I are wet distillation and dry distillation. But these method have some disadvantage, such as needed a complex devices and the most likely contamination may occur due to the evaporation process and releasing the ¹³¹I. To overcome those disadvantages and to make the process simpler, separation method with ion exchanger resin column (Amberlyst) is developed. Engineering methods agitation against exchange behavior radioiodida-131 and tellurium-131 in the ion exchange resin in solution media acids and bases as well as parameters that affect the separation process as capacities exchange of ions, the distribution coefficient (Kd), the contact time and the mass of resin Amberlyst will be studied. Based on the results, the value of ion exchange capacity of 1.15 meq / gram wet weight of resin, Kd ¹³⁰Te and ¹³¹I in the solvent 2 M NaOH with a contact time of 20 minutes are 47 mL / g and 113 mL / g. ¹³¹I separation percent yield obtained was 60.70 ± 0.09% using 2 grams of Amberlyst resin. Radioisotopes in chemical form Na¹³¹I have a radiochemical purity of 95.27 ± 0.06% and radionuclide purity of 99.5 ± 0.02%, its in the form of a clear solution, pH 7.

Keywords: radioiodide-131, tellurium oxide, amberlyst, carrier-free.

1. PENDAHULUAN

Inovasi penyediaan obat yang efektif dan efisien sangat dibutuhkan. Iodida memiliki beberapa radioisotop/radionuklida yang penting seperti ^{131}I , ^{123}I dan ^{124}I memiliki sifat biokimia yang sesuai untuk digunakan dalam kedokteran nuklir dan biomedis. Radioisotop ^{131}I (radioiodida-131 bebas pengemban) dapat diproduksi melalui reaksi fisi ^{235}U dalam larutan asam atau reaksi aktivasi neutron termal menggunakan material target isotop telurium (Te) dalam bentuk logam atau TeO_2 (1).

Radioisotop ^{131}I memiliki aplikasi penting dalam kedokteran nuklir untuk diagnosis dan pengobatan kanker tiroid (2-5). Radioisotop ^{131}I dalam larutan Na^{131}I merupakan sediaan radiofarmaka yang digunakan untuk radiodiagnosis penyakit tiroid dalam radioaktivitas rendah dan untuk pengobatan kanker tiroid dalam radioaktivitas tinggi. Radioisotop ^{131}I memiliki karakteristik fisika dengan energi emisi sinar gamma 364 keV (79%) dan energi maksimum emisi beta 610 keV (87,2%) (6).

Kemurnian radionuklida ^{131}I dapat ditentukan dengan spektrometri sinar gamma dan ditetapkan sesuai persyaratan kedokteran nuklir adalah $\geq 99,9\%$ dan kemurnian radiokimia adalah $> 95\%$ (7).

Pemisahan dalam pembuatan radioiodida-131 bebas pengemban dapat dilakukan dengan menggunakan cara pertukaran anion. Pemisahan yang sudah dilakukan menggunakan resin Amberlit A-27 (anion) sebagai fase diam. Serta kondisi optimum didapat dengan menggunakan eluen tetrabutyl amonium bromida (TBAB) 5 mM dalam etil asetat dengan penambahan

metabisulfid. Hasil yang didapat memberikan persen *yield* yang baik yaitu 90 % (8,9). Namun, penggunaan pelarut organik TBAB tidak sesuai oleh karena akan digunakan untuk tujuan diagnosis dan terapi pada pasien, hal tersebut perlu dilakukan suatu penelitian lanjutan mengenai penggunaan pelarut selain pelarut organik untuk menghasilkan Na^{131}I .

Untuk itu pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi fase diam dengan menggunakan resin Amberlit A21 yang memiliki ruang pori lebih besar (22-30 mesh) dengan menggunakan eluen NaOH 2 M. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan larutan Na^{131}I sebagai sediaan radioisotop medis.

2. TATAKERJA

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah amberlit A21 (Cl⁻ form, 22-30 mesh) (Sigma Aldrich), HCl, bromkresol hijau, fenofalein, K_2CrO_4 , metanol 85%, metil jingga, NaOH , NaCl , AgNO_3 , TeO_2 semua bahan yang digunakan memiliki kualitas proanalisis dari Merck. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah reaktor nuklir (TRIGA 2000), kolom gelas kromatografi, magnetik stirer, neraca digital, spektrometri sinar gamma menggunakan multi channel analyzer (detektor HPGe), spektroskopi UV-Vis dan alat gelas yang biasa digunakan dalam laboratorium.

2.2. Iradiasi target TeO_2 dengan aktivasi neutron dan proses kimia

Sebanyak 1 gram TeO_2 (n=2) target masing-masing dimasukkan ke dalam *inner*

kontainer aluminium, selanjutnya dimasukkan ke dalam *outer* kontainer untuk diiradiasi. Target diiradiasi di dalam reaktor TRIGA 2000 Bandung pada posisi iradiasi CTP (*Centre Timble Position*) dengan fluks neutron 1×10^{13} n/cm/s. Iradiasi dilakukan selama 94,3 jam, selanjutnya target TeO_2 hasil iradiasi masing-masing dilarutkan dalam larutan HCl 10 M dan NaOH 8 M (10).

2.3. Penentuan kapasitas tukar ion resin amberlit A21 (11)

Sebanyak 5 gram resin amberlit A21 dimasukkan ke dalam kolom, kemudian elusi dengan HCl (1:9) sebanyak 500 mL dengan laju alir 20 mL/min. Selanjutnya di bawah kolom diletakkan erlenmeyer 250 mL yang telah diisi akuades sebanyak 10 mL dan 3 tetes indikator metil jingga 0,5%, kemudian butil alkohol dielusikan sampai eluat di erlenmeyer berwarna kuning atau pH dibawah 3,9.

Selanjutnya di bawah kolom diletakkan erlenmeyer baru, kemudian kedalam kolom dielusikan NH_4OH (1:19) sebanyak 250 mL dengan laju alir 20 mL/min. Selanjutnya akuades dielusikan sebanyak 250 mL ke dalam kolom sehingga di dalam erlenmeyer tertampung 500 mL eluat campuran NH_4OH dan akuades. Sebanyak 100 mL eluat campuran diatas tersebut dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL lalu ditambahkan 3 tetes indikator metil jingga 0,5% dan HNO_3 (1:9) sampai larutan berwarna merah, kemudian ditambahkan NH_4OH (1:19) sampai larutan kembali berwarna kuning. Larutan ini ditambahkan 1 mL K_2CrO_4 5% kemudian di titrasi dengan AgNO_3 0,1 N (volume titrasi sebagai F).

Selanjutnya larutan NaCl 1 N dielusikan sebanyak 100 mL kedalam kolom kemudian akuades dielusikan sebanyak 400 mL ke dalam kolom sehingga tertampung eluat campuran NaCl 1 N dan akuades sebanyak 500 mL. Sebanyak 100 mL eluat dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL ditambahkan 3 tetes bromkresol hijau 0,1% lalu dititrasi dengan HCl 0,1 N hingga pH larutan mencapai 3,8 (volum titrasi sebagai G).

Selanjutnya larutan NaNO_3 0,56N dielusikan sebanyak 500 mL kedalam kolom, eluat ditampung. Sebanyak 25 mL ke dalam erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan 3 tetes indikator fenoftalein 5% dan HNO_3 (1:9) sedikit demi sedikit untuk menurunkan pH larutan sampai larutan menjadi tidak berwarna, kemudian ditambahkan K_2CrO_4 5% sebanyak 1 mL dan di titrasi dengan AgNO_3 0,1 N (volume titrasi sebagai H). Selanjutnya kapasitas tukar anion (KTA) Amberlit dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (11):

$$\text{KTA} \left(\frac{\text{miliekivalen}}{\text{gram}} \right) = \frac{[(10 \times (F+H)) \times N] - 10 (G \times \text{Na})}{W}$$

Dengan:

F = volume rata-rata larutan AgNO_3 untuk titrasi eluat NH_4OH .

G = volume rata-rata larutan HCl untuk titrasi effluen NaCl.

H = volume rata-rata larutan AgNO_3 untuk titrasi eluat NaNO_3 .

W = berat basah sampel resin.

N = normalitas AgNO_3 .

Na = normalitas HCl.

2.4. Penentuan Koefisien Distribusi (8)

2.4.1. Variasi Konsentrasi

Target TeO_2 hasil iradiasi (2.2) dibuat variasi larutan dalam HCl atau NaOH dengan konsentrasi masing-masing 2, 4, 6, 8 dan 10 M sebanyak 5 mL (aktivitas $^{131}\text{I} \pm 10 \mu\text{Ci}$). Kemudian sebanyak 50 mg resin amberlit A21 ditambahkan dan dikocok selama 1 jam. Setelah terjadi pemisahan amberlit A21 dan filtratnya, kemudian dipipet sebanyak 1 mL filtrat dan diukur dengan spektroskopi UV-Vis pada panjang gelombang 373 nm untuk menentukan Te dan spektrometri sinar gamma menggunakan *multi channel analyzer* untuk penentuan radioiodida-131.

2.4.2. Variasi Pengocokan (waktu kontak)

Target TeO_2 hasil iradiasi (2.2) dibuat larutan dalam HCl atau NaOH dengan konsentrasi optimum (2.4.1) sebanyak 5 mL (aktivitas $^{131}\text{I} \pm 10 \mu\text{Ci}$). Kemudian sebanyak 50 mg resin amberlit A21 ditambahkan dan dikocok selama 20, 40, 60, 80, 100 dan 120 menit. Setelah terjadi pemisahan amberlit A21 dan filtratnya, kemudian dipipet sebanyak 1 mL filtrat dipipet dan diukur dengan spektroskopi UV-Vis pada panjang gelombang 373 nm untuk menentukan Te dan spektrometri sinar gamma menggunakan *multi channel analyzer* untuk penentuan radioiodida-131.

2.5. Pemisahan radioiodida-131 (^{131}I) Dari Te Dengan Metode Kromatografi Kolom Penukar Anion Resin Amberlit A21

Kolom gelas (diameter 1,7 cm x panjang 30 cm) ditambahkan akuades hingga setengah bagian, kemudian gunakan

glass wool untuk menutupi bagian bawah kolom. Resin amberlit A21 dimasukkan dengan variasi massa (1,2,3,4 dan 5 gram). Masing-masing kolom yang berisi amberlit ditambahkan larutan radioaktif (2.2) sebanyak 1 mL. Kemudian kolom dilusi dengan 100 mL NaOH 2 M, laju alir 2 mL/min. Filtrat (10 mL setiap fraksi) diukur aktivitasnya dengan spektrometri sinar gamma menggunakan *multi channel analyzer* (8). Te dianalisa sebagai $^{129\text{m}}\text{Te}$ pada energi gamma 695,88 keV atau $^{123\text{m}}\text{Te}$ pada 159 keV. Radionuklida ^{131}I dianalisa pada energi gamma 364,5 keV; 284,3 keV atau 673 keV (1).

2.6. Penentuan Kemurnian ^{131}I Secara Radiokimia dan Radionuklida

Penentuan kemurnian radiokimia dengan cara sebanyak 5 μL hasil kromatografi kolom (2.5) di totolkan pada ujung kertas Whatman No. 1 lalu rendam ujung bawah kertas sedalam 1 cm pada larutan metanol 75% dalam chamber kromatografi yang telah dijenuhkan, kemudian tunggu eluen naik hingga ± 15 cm. Keringkan kertas dan ukur aktivitas radioaktif dengan menggunakan spektrometri sinar gamma menggunakan *single channel analyzer*. Secara radiokimia ^{131}I ($^{131}\text{I}^-$) memiliki bentuk iodida dengan nilai R_f 0,75; dalam bentuk iodat ($^{131}\text{IO}_3^-$) R_f 0,50 dan periodat ($^{131}\text{IO}_4^-$) R_f 0,0 (12). Sedangkan penentuan kemurnian radionuklida menggunakan cara pengukuran radioaktivitas dengan spektrometri sinar gamma atau *multi channel analyzer* (1).

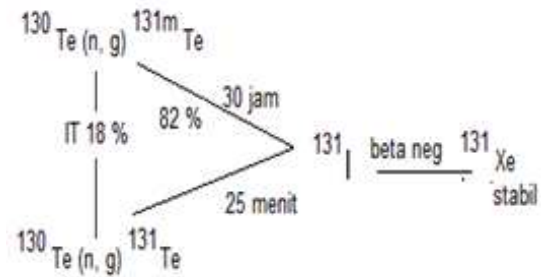
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penentuan Kapasitas Tukar Resin Amberlit A21

Kapasitas pertukaran menyatakan banyaknya ion-ion yang mampu di pertukarkan oleh resin. Semakin besar kapasitas pertukaran maka semakin banyak ion-ion yang mampu dipertukarkan dalam larutan. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh kapasitas tukar resin (KTA) amberlit A21 sebesar 1,15 meq/gram berat basah sedangkan menurut literatur yang didapat bahwa kapasitas tukar resin amberlit A21 sebesar 1,25 meq/gram berat basah (13). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi adanya perbedaan kapasitas tukar resin disebabkan secara teknis adalah kurangnya aktivasi resin dan kurang homogenya resin dalam kolom.

3.2. Iradiasi TeO_2 dengan aktivasi neutron dan proses kimia

Sasaran TeO_2 merupakan prekursor yang digunakan untuk membentuk ^{131}I . Di dalam reaktor nuklir TRIGA 2000 Bandung, ^{130}Te ditembak oleh neutron dengan fluks $> 1 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2/\text{s}$ selama 94,3 jam. Hal ini akan membuat inti ^{130}Te berinteraksi dengan neutron sehingga menyebabkan inti menjadi tidak stabil membentuk ^{131}Te radioaktif. Radioisotop dari ^{131}Te ini tidak stabil dan memiliki waktu paruh 25 menit. Peluruhan dari ^{131}Te akan membentuk ^{131}I dengan memancarkan sinar gamma dan beta yang memiliki waktu paruh 8 hari. Setelah 8 hari ^{131}I akan mengalami peluruhan membentuk inti ^{131}Xe yang stabil seperti yang ditunjukkan pada skema peluruhan di Gambar 1.



Gambar 1. Skema peluruhan dionuklida ^{131}I (6,14)

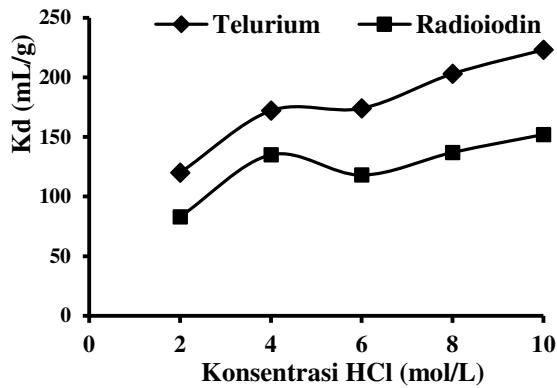
Secara teoritis 1 gram TeO_2 hasil iradiasi setelah dilarutkan dalam 50 mL NaOH 2 M, dihasilkan radioiodida-131 sebesar 0,9508 mCi/mL, sedangkan hasil pengukuran dari percobaan menunjukkan aktivitas yang didapat 0,6280 mCi/mL sehingga diperoleh rendemen 66,05%. Adanya perbedaan hasil teoritis dan percobaan, secara teknis disebabkan proses pendinginan setelah *End of Irradiation* (EIO) target dan pengukuran radioaktivitas tidak tepat.

3.3. Penentuan Koefisien Distribusi (Kd)

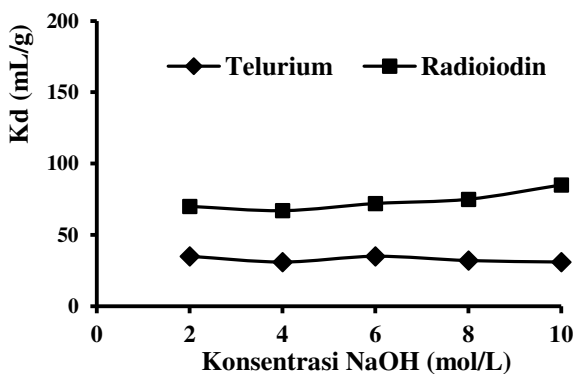
3.3.1. Penentuan Koefisien Distribusi variasi konsentrasi.

Penentuan Kd dilakukan untuk mengetahui kemampuan ^{131}I atau ^{130}Te terdistribusi diantara resin amberlit A21 dalam pelarut (NaOH atau HCl) membentuk suatu kesetimbangan.

Pada penelitian yang dilakukan variasi konsentrasi NaOH dan HCl untuk mengetahui kondisi optimum hingga didapat Kd terbaik. Berikut merupakan nilai Kd yang didapat hasil percobaan ditunjukkan pada Gambar 2.



(a)



(b)

Gambar 2. Hubungan Kd ^{130}Te dan ^{131}I terhadap variasi konsentrasi:(a) HCL, (b) NaOH

Gambar 2 (a) menunjukkan bahwa koefisien distribusi pada kisaran konsentrasi 2 - 6 M, Kd telurium lebih tinggi dari radioiodin dan nilainya konstan. Namun Kd meningkat dengan semakin tinggi konsentrasi asam, hal ini diprakiraan pembentukan beberapa bentuk kation dan terbentuknya kompleks kloro telurium dengan meningkatnya konsentrasi sampai HCl 10 M (8).

Gambar 2 (b) menunjukkan Kd telurium dan radioiodin terdistribusi pada konsentrasi 2 - 4 M yang tetap, sedangkan dalam konsentrasi sampai NaOH 10 M mengarah hanya sedikit penambahan nilai Kd yang tidak signifikan, hal ini dapat

dikaitkan dengan pembentukan spesies anion (8).

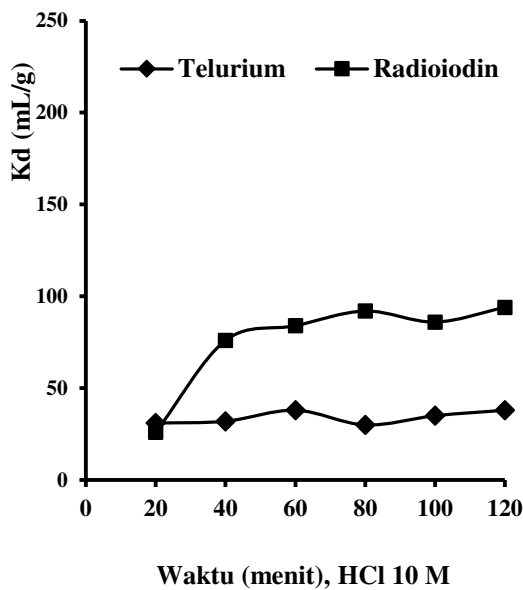
Berdasarkan nilai Kd yang didapat, baik pelarut NaOH dan HCl menunjukkan bahwa ^{130}Te dan ^{131}I dapat dipisahkan. Sehingga disarankan penggunaan pelarut HCl atau NaOH dapat digunakan untuk pemisahan, hal tersebut mirip dengan profil yang sudah dilakukan penelitian lainnya (8).

3.3.2. Penentuan koefisien distribusi variasi waktu pengocokan

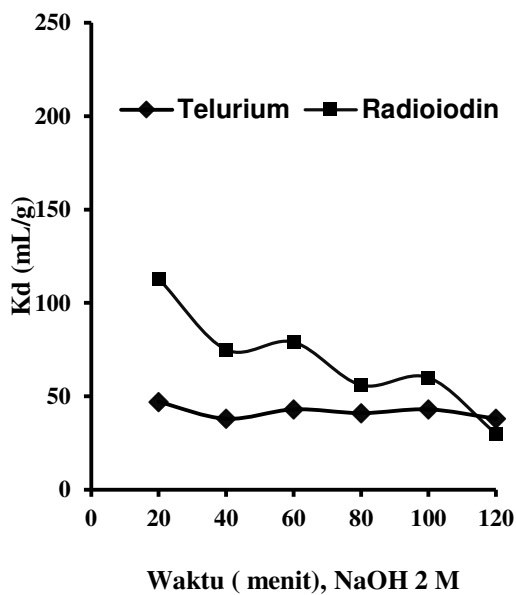
Penentuan nilai Kd dengan variasi waktu pengocokan dilakukan untuk mengetahui efek pengocokan terhadap distribusi ^{130}Te dan ^{131}I dalam resin amberlit A21 dengan pelarut NaOH 2 M dan HCl 10 M. Nilai Kd yang didapat dengan menggunakan variasi waktu pengocokan ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan nilai Kd untuk ^{130}Te dan ^{131}I pada pelarut HCl 10 M (Gambar 3.a) diperoleh berturut-turut 38 mL/g dan 94 mL/g dengan waktu pengocokan optimum 60 menit. Sedangkan dengan pelarut NaOH 2 M (Gambar 3.b) diperoleh berturut-turut 47 mL/g dan 113 mL/g dengan waktu pengocokan optimum 20 menit.

Penggunaan pelarut NaOH 2 M serta waktu pengocokan 20 menit lebih efektif digunakan untuk pemisahan. Hal ini disebabkan proses kesetimbangan optimum dicapai pada waktu yang lebih singkat dibandingkan pada pelarut HCl 10 M yaitu pada waktu 120 menit.



(a)



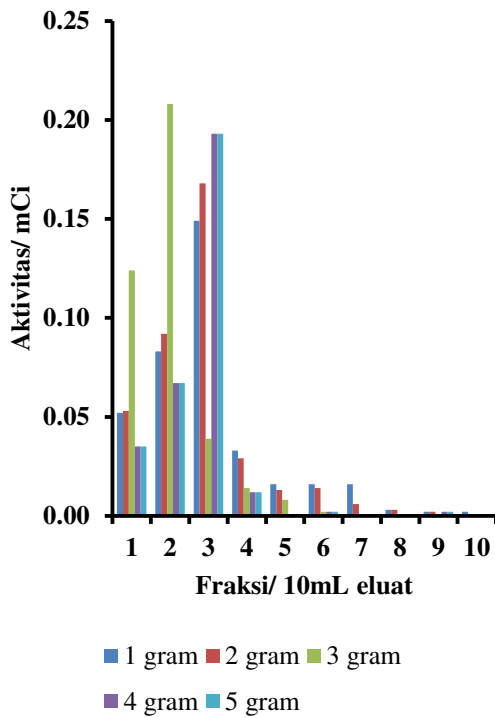
(b)

Gambar 3. Grafik Kd ^{130}Te dan ^{131}I dengan variasi waktu pengocokan dalam pelarut: (a) HCl 10 M, (b) NaOH 2 M

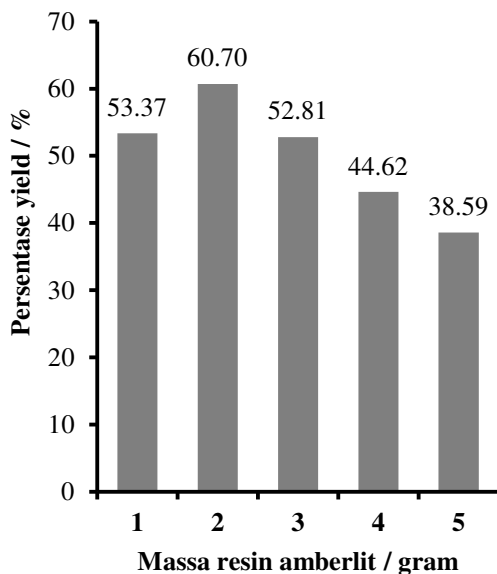
3.4. Pemisahan ^{131}I Dari Te Dengan Metode Kromatografi Kolom Penukar Anion Resin Amberlit A21 (15)

Resin amberlit A21 berperan sebagai fase diam dimasukkan dalam kolom dengan variasi massa (1,2,3,4 dan 5 gram) diikuti 1 mL sampel hasil iradiasi, kemudian dielus dengan 100 mL NaOH 2 M yang berperan sebagai fase gerak, dengan laju alir 2 mL/min. Pada saat penambahan sampel $^{131}\text{I}^-$ akan dipertukarkan dengan Cl^- pada resin dan $^{131}\text{I}^-$ akan terikat pada resin. Saat dilakukan elusi dengan NaOH 2 M, maka $^{131}\text{I}^-$ yang terikat akan dipertukarkan dengan OH^- sehingga dihasilkan eluat Na^{131}I . Setiap 10 mL eluat yang dihasilkan ditampung hingga mencapai 10 fraksi kemudian diukur aktifitasnya dengan *Dose Calibrator* dan spektrometri sinar gamma menggunakan *multi channel analyzer*. Radioiodin- ^{131}I terukur pada pancaran gamma dengan energi 364,5 keV, 284,3 keV atau 673 keV. Profil elusi seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan bahwa proses elusi dengan eluen NaOH 2 M mengalami kenaikan hingga fraksi ke-3 lalu menurun hingga fraksi ke-10. Hal ini menunjukkan bahwa sampel ^{131}I telah terelusi dengan baik. Sedangkan untuk jumlah persen yield yang didapat dipengaruhi oleh massa resin yang digunakan sebagai fase diam dalam pemisahan. Berikut persen yield yang didapat untuk masing-masing massa resin amberlit A21 yang digunakan seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik profil elusi Na ¹³¹I menggunakan eluen NaOH 2 M dengan variasi berat massa resin amberlit A21

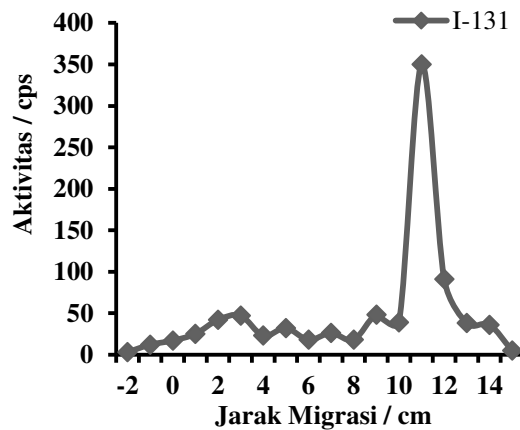


Gambar 5. Persen yield elusi menggunakan variasi massa resin amberlit A21 dengan teknik kromatografi kolom

Gambar 5. menunjukkan bahwa persen yield paling tinggi (60,70 %) dicapai dengan menggunakan massa resin amberlit A21 sebanyak 2 gram.

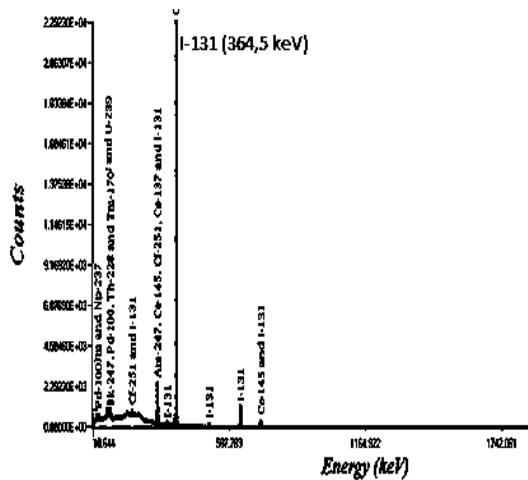
3.5. Penentuan Kemurnian Na¹³¹I Secara Radiokimia dan Radionuklida

Sediaan Na¹³¹I hasil elusi ditentukan kemurnian radiokimia untuk mengetahui bentuk Na¹³¹I dalam larutan. Metode penentuan kemurnian radiokimia menggunakan kromatografi kertas dengan kertas Whatman No. 1 sebagai fase diam, dan larutan metanol 85% sebagai fase gerak. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Kromatogram ¹³¹I menggunakan eluen metanol 85 %

Gambar 6 menunjukkan bahwa penentuan secara radiokimia diperoleh bentuk iodida dengan nilai Rf 0,75. (12). Sedangkan untuk penentuan kemurnian radionuklida dilakukan dengan mengukur ¹³¹I yang terbentuk dengan spektrometri sinar gamma menggunakan multi channel analyzer. Radionuklida ¹³¹I dianalisis pada energi gamma 364,5 keV. Berdasarkan hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Spektrum sinar gamma ^{131}I menggunakan multi channel analyzer (MCA)

Data hasil analisis spektrum sinar gamma radioisotop ^{131}I menggunakan MCA-HPGe dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil analisis spektrum sinar gamma radioisotop ^{131}I menggunakan MCA-HPGe

No.	Radioisotop	Energi (KeV)	Aktifitas Pengukuran (mCi/10 μL)
1.	^{131}I	364,472	$6,26 \times 10^{-3}$
2.	^{131}Te	729,951	$2,57 \times 10^{-5}$
ΣX			$6,29 \times 10^{-3}$

Hasil perhitungan diperoleh kemurnian radionuklida ^{131}I sebesar 99,5%. Kemurnian radionuklida ^{131}I yang diizinkan > 99 % atau nilai persyaratan untuk digunakan di kedokteran nuklir (7).

4. KESIMPULAN

Pembuatan radioisotop ^{131}I bebas pengembang berdasarkan kolom resin Amberlit dapat dilakukan dengan data, sebagai berikut : kapasitas tukar ion resin

amberlit A21 sebesar 1,15 meq/gram berat basah, nilai koefisien distribusi untuk ^{130}Te (105 mL/g) dan ^{131}I (77 mL/g) pada pelarut NaOH 2 M. Waktu pengocokan optimum untuk ^{130}Te (47 mL/g) dan ^{131}I (113 mL/g) pada pelarut NaOH 2 M dengan waktu pengocokan 20 menit. Massa resin amberlit A21 yang digunakan sebanyak 2 g menghasilkan persen yield sebanyak 60 %. Larutan Na^{131}I yang didapat berupa larutan jernih, pH 7, mempunyai kemurnian radiokimia sebesar $95,27 \pm 0,06 \%$ dan kemurnian radionuklida sebesar $99,5 \pm 0,02 \%$.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kemenristekdikti RI (INSINAS), Biro Program-BATAN, para peneliti rekayasa dan staf PSTNT-BATAN Bandung yang telah membantu baik dalam bentuk fasilitas, dana ataupun peralatan bagi keberhasilan dan kelancaran kegiatan penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Chattopadhyay, S, Das SS. Recovery of ^{131}I from alkaline solution of n-irradiated tellurium target using a tiny dowex-1 Column. Applied Radiation and Isotopes 2010; 68: 1967-1969.
2. El-Absya, MA, El-Garhya MA, El-Amira, MA, Fasiha, TW, El-Shahat MF. Separation and purification of ^{131}I from neutron irradiated tellurium dioxide targets by wet-distillation method. Separation and Purification Technology 2010; 71:-12.

3. Yeong CH, Cheng MH, NG KH. Therapeutic radionuclides in nuclear medicine:current and future prospects. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE (Biomedicine & Biotechnology)* 2014;15(10):845-863
4. Chiacchio, S, Mazzarri S, Lorenzoni A, et al. Radionuclide therapy and integrated protocols for bone metastases. *J.Nucl.Med Mol Imaging* 2011;55(4):431-447
5. DasT, Pillai MR. Options to meet the future global demand of radionuclides for radionuclide therapy. *Nucl Med Biol.* 2013;40(1):23-32. DOI:10.1016/j.nucmedbio.2012. 09.007
6. Neacsu B, Cimpeanu C, Barna C. Radionuclidic purity an essential parameter in quality control of radiopharmaceuticals. *Romanian Reports in Physics* 2013; 65(1):155–167.
7. Martins PA, Da Silva JL, Ramos MPS, De Oliveira IM, Felgueiras CF, Herrerias R, Júnior CLZ, Mengatti J, Fukumori NTO and Matsuda MMN. Radiochemical stability of radiopharmaceutical preparation. *International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2011 Belo Horizonte, MG, Brazil, October 24-28, 2011 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA NUCLEAR - ABEN ISBN: 978-85-99141-04-5.*
8. Kandi SA, Farag RS, K.F.Khalifa KF, Saleh ZA. An Improvement of radioiodine separation from tellurium oxide target through the bed dept of anion-exchanger. *J. Radioanal Nucl Chem* 2012; 293:75-79.
9. El-Azony KM, Qaim SM. Anion-exchange and solvent extraction studies on the separation of radioiodine with particular reference to the production of ^{123}I via proton irradiation of ^{123}Te metal target. *J Radioanal Nucl Chem* 2008 :275: 275. DOI:10.1007/s10967-007-7036-7.
10. Setiawan D, Basit M. Pembuatan radionuklida praseodymium-142 untuk aplikasi terapi. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir: 22 Juni 2011; Bandung:PTNBR-BATAN 2011.*
11. ASTM D2187–94. Standard test methods for physical and chemical properties of particulate ion-exchange resins. *American Society For Testing and Material; US 2009.*
12. Setiawan D, Febrian MB, Setiadi Y, Hastiawan I. Pengembangan teknologi proses radioisotop medis ^{131}I menggunakan metode kolom resin penukar ion untuk aplikasi kedokteran nuklir. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia* 2017;18(1):15 – 24.
13. Damaris Guimaraes, Versiane A.Leao. Batch and fixed-bed assessment of sulphate removal by the weak base ion

- exchange resin amberyst A21. Journal of Hazardous Materials 2014;280:209-215.
14. Fllaoi A, Ghamad Y, Zoubir B, Ayal ZA, El Morabiti A, Amayud H, Chakir EM. Validation of a new design of tellurium dioxide-irradiated target. J Nuclear Engineering and Technology 2016;48:1273-1279.
15. Hassan KF, Spellerberg S, Scholten B, Saleh ZA, Qaim SM. Development of an ion-exchange method for separation of radioiodine from tellurium and antimony and its application to the production of ^{124}I via the $^{121}\text{Sb}(a,n)$ -process. J Radioanal Nucl Chem 2014; 302:689–694. DOI 10.1007/s10967-014-3270-3.

