

PENDAYAGUNAAN REAKTOR TRIGA 2000 UNTUK PEMBUATAN RADIOISOTOP IOD-131 DENGAN METODE DISTILASI KERING

**Duyeh Setiawan, Toto S.Suroso, Kustiwa
Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknik Nuklir – BATAN**

ABSTRAK

PENDAYAGUNAAN REAKTOR TRIGA 2000 UNTUK PEMBUATAN RADIOISOTOP IOD-131 DENGAN METODE DISTILASI KERING. Produksi radioiod-¹³¹I dari hasil reaksi aktivasi neutron dengan menggunakan bahan sasaran serbuk logam telurium, sampai saat ini pemisahan kimianya dilakukan dengan metode distilasi basah. Bahan kimia yang dibutuhkan menggunakan metode tersebut cukup banyak serta kurang ekonomis, walaupun mudah prosesnya dan peralatannya sederhana. Hasil akhir yang diperoleh selain aktivitas radioiod-¹³¹I dalam jumlah volume yang besar, juga dihasilkan limbah radioaktif cukup besar. Karena itu dalam upaya mencari alternatif untuk proses produksi radioiod-¹³¹I, dicoba dilakukan pemisahan dengan metode distilasi kering pada tekanan aliran gas nitrogen. Metode tersebut hanya membutuhkan bahan kimia dalam jumlah sedikit, sehingga limbah radioaktif yang dihasilkan akan sedikit pula. Percobaan dengan menggunakan 50 gr sasaran telurium dioksida yang telah diirradiasi, ditempatkan dalam cawan yang dihubungkan dengan sistem distilasi kering pada pemanasan 700 °C. Radioiod-¹³¹I yang diperoleh memberikan larutan jernih pada pH 7 – 9, dengan aktivitas lebih dari 200 mCi dalam larutan 5 mL NaOH 0,1 M, dan kemurnian radiokimia lebih dari 98,00 %. Dari hasil pemeriksaan kualitas menunjukkan bahwa produk akhir larutan radioiod-¹³¹I yang dihasilkan dapat dipergunakan untuk proses sintesis senyawa bertanda. Hasil percobaan ini memperkuat pertimbangan untuk dapat memanfaatkan proses produksi radioiod-¹³¹I dengan sistem distilasi kering sebagai komplemen dari radioiod-¹³¹I hasil reaksi aktivasi neutron dengan mendayagunakan reaktor TRIGA 2000.

Kata kunci : Distilasi kering, radioisotop Iod-¹³¹I, reaktor TRIGA 2000.

ABSTRACT

THE USE OF REACTOR TRIGA 2000 FOR RADIOISOTOPE IODINE-131 PRODUCTION BY DRY DISTILLATION METHOD. The production of radioiodine-¹³¹I produced by neutron activation with tellerium metal powder target was separated the using wet distillation method. The method was separated of radioiodine-

^{131}I to have need of chemical not economic although its simple facilities and easy of the processing system. Final product of radioisotope iodine- ^{131}I in the higher of volume activity, also higher amount of radioactive waste. The radioiodine- ^{131}I was separated and purified by means of dry distillation on pressurized nitrogen gas flow and to have need of chemical economical. The experiment to used 50 gr irradiated of tellerium dioxide target at the heating $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ obtained radioiodine- ^{131}I activity more than 200 mCi/5 mL NaOH 0.1 M, pH 7-9, colorless solution and radioiodine- ^{131}I purification more than 98.00 %. The quality control of the resulting products indicates that the resulting radioiodine- ^{131}I solution was suitable to be used for labelling or synthesis of ^{131}I -labelled compounds. The results of the presented experiment affirm the consideration to exploit process of radioiodine- ^{131}I production the dry distillation system as complement for radioiodine- ^{131}I produced by neutron activation on TRIGA 2000 reactor.

Key words : Dry distillation, radioisotope Iodine- ^{131}I , reactor TRIGA 2000.

PENDAHULUAN

Dewasa ini dua macam radioisotop utama untuk bidang kedokteran nuklir di Indonesia adalah radioisotop $^{99\text{m}}\text{Tc}$ dan ^{131}I . Di lingkungan domestik, radioisotop $^{99\text{m}}\text{Tc}$ diperoleh dari sistem generator radioisotop $^{99}\text{Mo} - ^{99\text{m}}\text{Tc}$ dengan radionuklida induk ^{99}Mo yang dihasilkan melalui reaksi fisi ^{235}U [1,2,3]. Sedangkan radioisotop ^{131}I dihasilkan melalui reaksi aktivasi neutron menggunakan bahan sasaran serbuk logam tellerium dengan sistem pemisahan secara destilasi basah [4].

Proses fisi ^{235}U (diperkaya) untuk memproduksi radioisotop ^{99}Mo juga menghasilkan fraksi radioiod yang mengandung radioisotop ^{131}I dalam jumlah yang secara teoritik cukup potensial untuk dimanfaatkan, yaitu sampai sekitar 40 % dari keradioaktifan ^{99}Mo yang dihasilkan [5]. Upaya untuk memisahkan radioisotop ^{131}I dari fraksi radioiod pada rantai proses produksi ^{99}Mo dengan teknik destilasi pada tekanan rendah dan pemurnian menggunakan kolom karbon telah dilaporkan [6,7]. Teknik yang dilakukan belum memberikan rendemen keradioaktifan total yang memuaskan, walaupun dari segi kualitas dapat dihasilkan fraksi radioiod- ^{131}I dengan tingkat kualitas yang baik. Cara lain yang banyak digunakan untuk proses produksi

radioiod-131 sampai saat ini adalah menggunakan sasaran serbuk logam tellurium melalui reaksi aktivasi neutron dengan sistem pemisahan distilasi basah. Namun kelemahan sistem tersebut selain diperoleh radioiod-131 dengan aktivitas dalam jumlah volume yang besar, juga membutuhkan bahan kimia dalam jumlah yang besar sehingga kurang ekonomis.

Karena itu dalam percobaan ini perlu mencari alternatif cara produksi radioiod ^{131}I dari sasaran tellurium dioksida yang mudah diperoleh melalui pemisahan dengan teknik distilasi kering. Percobaan ini bertujuan untuk mendapat gambaran sejauh mana proses distilasi kering dapat diterapkan dalam upaya memperoleh radioiod- ^{131}I yang selama ini produksinya dilakukan melalui teknik distilasi basah.

TATA CARA KERJA

Penyiapan bahan dan peralatan.

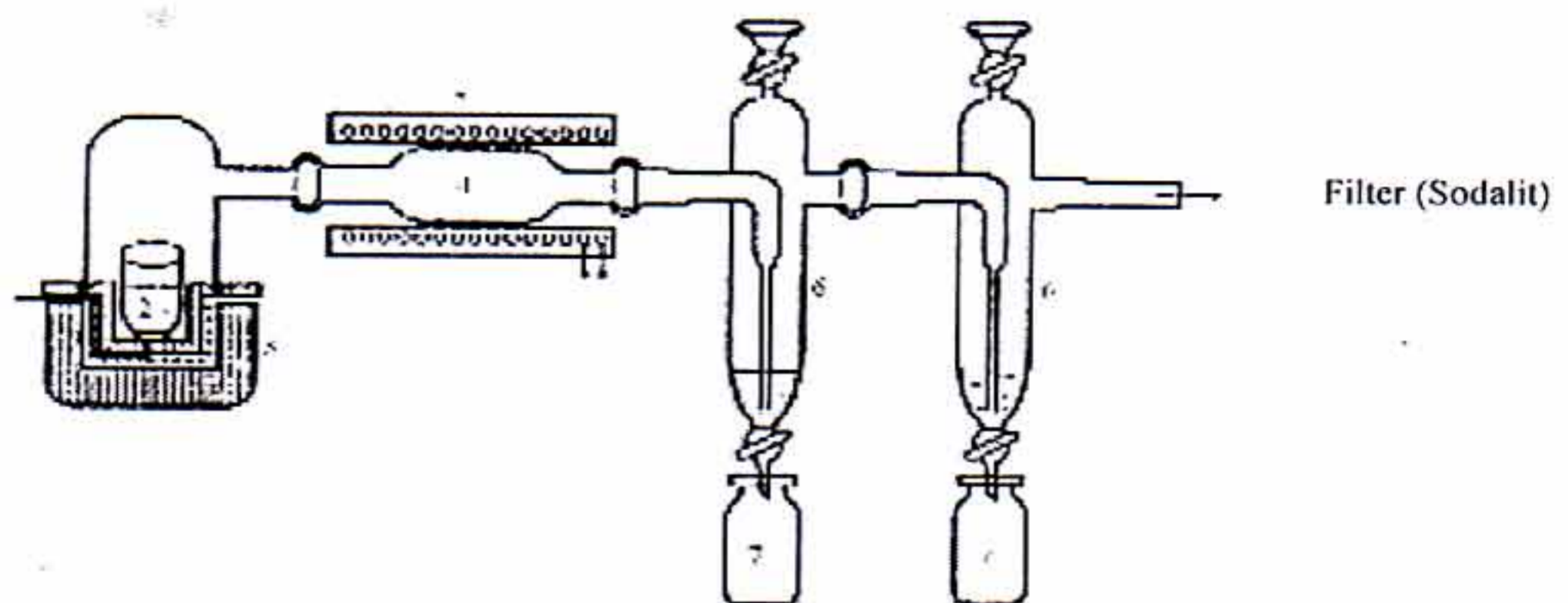
Tellurium dioksida (TeO_2), natrium hidroksida (NaOH) seluruhnya adalah produksi E.Merck dengan tingkat kemurnian pereaksi analisis, gas nitrogen dari P.T. Aneka Gas.

Perangkat destilasi seperti ditunjukkan pada Gambar 1. ditempatkan dalam bilik berperisai timbal, dipergunakan untuk memisahkan spesi radioisotop ^{131}I . *Dose calibrator* dari Victoreen (model 34 - 056). Perangkat spektrofotometer gamma (Tennelec Nucleus), dan perangkat pencacah saluran tunggal (SCA – Ortec). Pemanas lampu infra merah dengan kekuatan 250 watt, reaktor TRIGA 2000.

Proses pemisahan radioisotop - ^{131}I .

Sebanyak 50 gr tellurium dioksida yang telah diiradiasi direaktor TRIGA 2000 pada fluks neutron $> 10^{13} \text{ n.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ dimasukkan ke dalam tempat pemanas (2) pada Gambar 1. Selanjutnya dipanaskan dengan mengatur suhu sampai 700°C selama 1 – 1,5 jam. Kemudian dialirkan gas nitrogen (1) secara perlahan-lahan untuk

mendorong uap iod-131 yang terbentuk selama pemanasan berlangsung dan diatur tekanannya sesuai kebutuhan (2-3 gelembung/detik). Uap iod-131 ditampung dalam kolom (6) yang berisi larutan 5 mL NaOH 0,1 M. Distilasi dihentikan setelah diperoleh indikasi paparan radiasi yang konstan pada permukaan tempat (2). Kemudian hasil larutan (Na^{131}I) yang diperoleh dari kolom (6) dipindahkan ke tempat (7).



Keterangan :

1. Aliran gas nitrogen,
2. Tempat sasaran, cawan (tinggi 30 mm, diameter 30 mm)
3. Pemanas distilasi, bahan keramik dan *stainless steel*
4. Pemisah, gelas gondok (panjang 40 mm, diameter 20 mm)
5. Pemanas, lilitan elektronik
6. Larutan NaOH penangkap ^{131}I , gelas (tinggi 200 mm, diameter 25 mm)
7. Penampung larutan Na^{131}I , vial 10 mL

Gambar 1. Perangkat alat destilasi kering radioiod - ^{131}I .

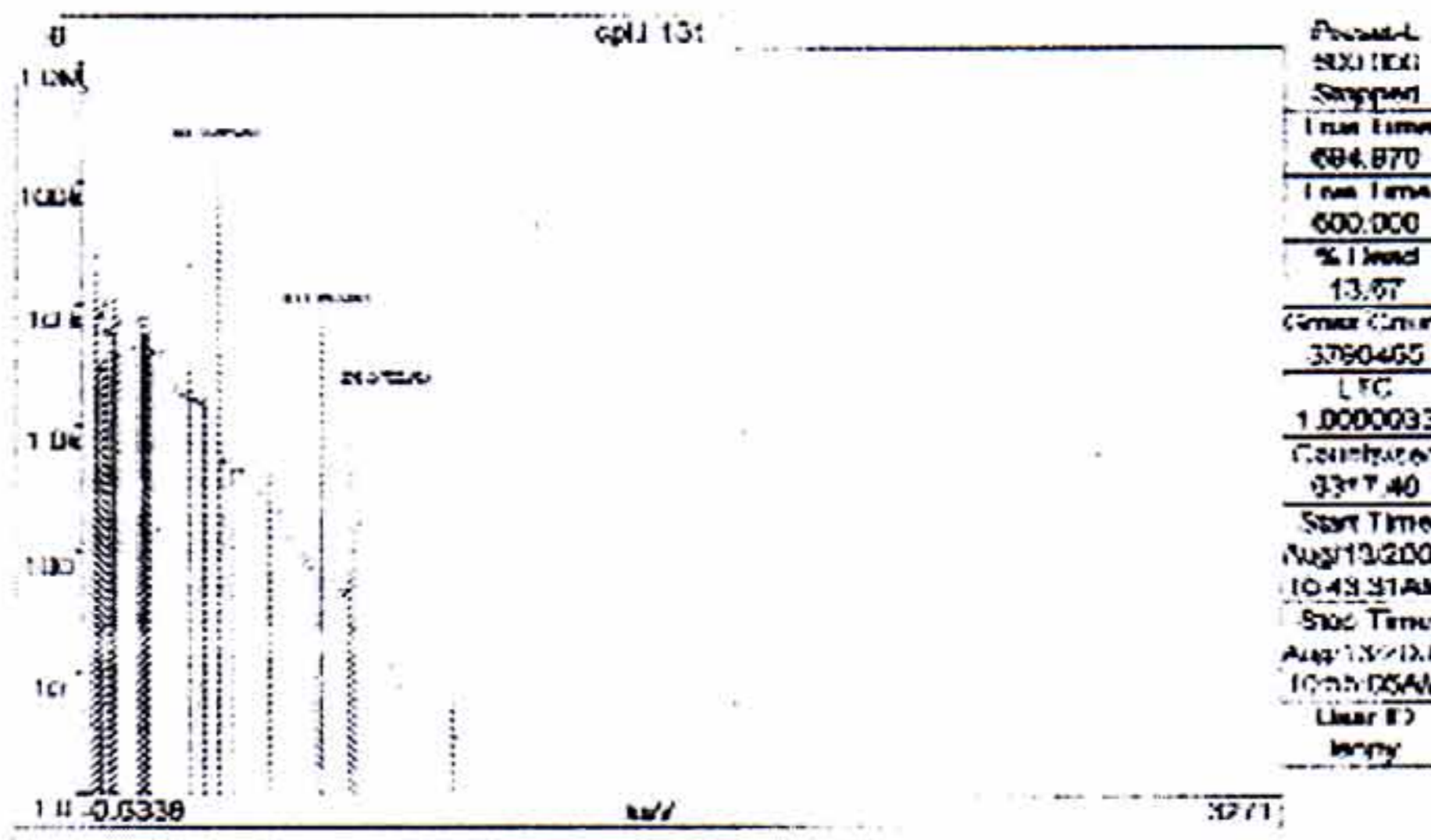
Pemeriksaan kualitas larutan radioiod - ^{131}I .

Pemeriksaan kualitas destilat radioiod - ^{131}I dilakukan meliputi penentuan konsentrasi keradioaktifan, kemurnian radionuklida, kemurnian radiokimia. Untuk pengukuran konsentrasi keradioaktifan, sebanyak 1 mL cuplikan destilat dimasukkan ke dalam flakon 10 mL dan diukur secara langsung dengan *dose calibrator* pada *dial* khusus radioiod- ^{131}I dengan satuan mCi (mili curie).

Untuk pemeriksaan kemurnian radionuklida, sebanyak 10 μL cuplikan ditempatkan pada planset nikel dan dikeringkan perlahan-lahan di bawah nyala lampu infra merah 250 Watt. Selanjutnya planset nikel dicacah dengan perangkat spektrometri gamma selama 5 menit. Identifikasi dari spektrum – gamma radionuklida ^{131}I ditunjukkan oleh puncak energi 0,364 MeV. Penentuan kemurnian radiokimia dilakukan dengan cara kromatografi kertas menaik. Sebagai fase diam digunakan kertas Whatman I berukuran 1 cm x 20 cm, dan sebagai fase gerak digunakan campuran metanol : air (4 : 1). Cuplikan ditotolkan pada titik berjarak 2 cm dari sisi bawah fase diam dan kemudian dielusi hingga diperoleh jarak migrasi fase gerak sepanjang 15 cm. Kertas fase diam dikeringkan di udara dan dipotong-potong sepanjang 1 cm, kemudian masing-masing potongan dicacah keradioaktifannya menggunakan perangkat pencacah saluran tunggal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pemisahan dan pemurnian dengan teknik distilasi kering yang dilakukan dalam percobaan ini dapat menghasilkan fraksi radioiod- ^{131}I dengan kemurnian radionuklida yang tinggi. Hal ini terbukti dari pola spektrum sinar γ cuplikan pasca pemisahan yang menunjukkan pola karakteristik spektrum sinar γ (gama) dari ^{131}I dengan puncak energi 0,365 MeV (80,8 %), 0,637 MeV (7,5 %), 0,723 MeV (1,0 %) dan tidak terlihat adanya keradioaktifan dari radionuklida lainnya. (Gambar 2).



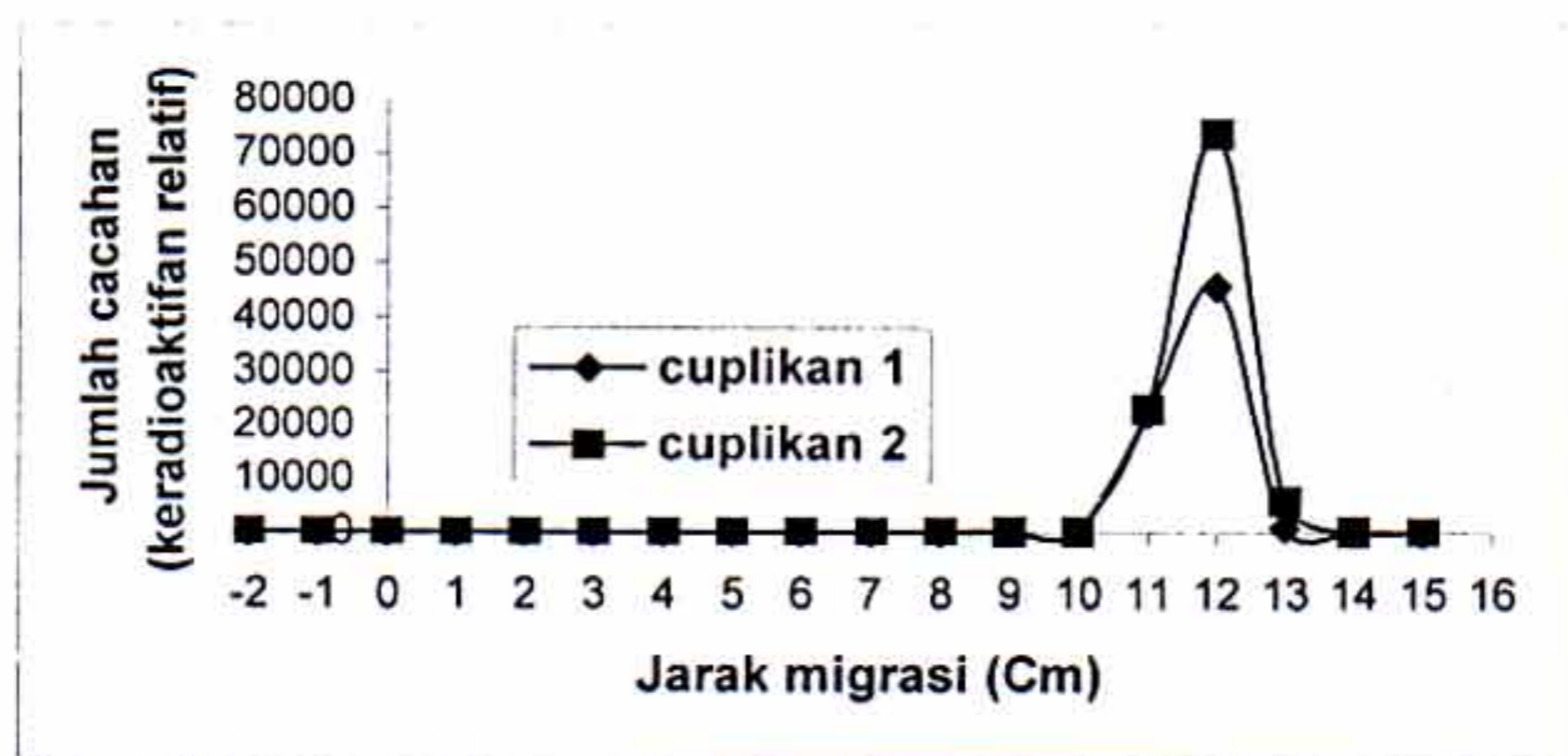
Gambar 2. Spektrum sinar- γ dari radioiod- ^{131}I hasil distilasi kering

Hasil percobaan produksi radioiod- ^{131}I dengan metode distilasi kering menggunakan sasaran telurium dioksida dirangkum dalam Tabel 1. sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil percobaan distilasi kering produksi radioiod - ^{131}I

Percobaan	Paparan permukaan (mRad) pada :		Aktivitas Na^{131}I (mCi)	Kemurnian radioiod- ^{131}I (%)
	Sasaran TeO_2 (50 gr)	Destilat Na^{131}I (5 mL)		
1	2	3	4	5
1	925	220	200	99,03
2	1106	373	260	98,82
3	850	208	201	98,94

Tabel 1 menunjukkan bahwa percobaan 1,2,3 (kolom 1) dalam sistem distilasi kering dihentikan setelah diperoleh indikasi paparan radiasi pada permukaan sasaran (kolom 2) atau penampung distilasi (kolom 3) konstan pada waktu diukur menggunakan survey meter (mRad). Sedangkan konsentrasi radioaktivitas (kolom 4) diukur menggunakan alat *dose calibrator* (mCi). Hal lain yang sangat penting dalam karakterisasi produk sediaan radioiod-¹³¹I adalah kemurnian radiokimianya. Dalam proses pembuatan radioiod-¹³¹I dengan metode pemisahan distilasi basah menunjukkan bahwa fraksi radioiod diyakinkan berada pada tingkat oksidasi tinggi atau dalam bentuk iodat dan periodat ($\text{H}^{131}\text{IO}_3$, $\text{H}_2^{131}\text{IO}_4$) dengan oksidasi larutan krom trioksida suasana asam (pH 2). Karena itu produk akhir dari larutan radioiod-¹³¹I pada umumnya selalu diikuti oleh iodat dan periodat sebagai pengotor. Sedangkan dalam proses yang dilakukan pada metode distilasi kering spesi radioiodat-¹³¹I sebagai distilat, merupakan larutan radioiodida dalam suasana basa atau karena proses pemisahannya tidak melalui reaksi oksidasi. Uji kemurnian radiokimia dengan cara kromatografi kertas menaik menggunakan eluen campuran metanol : air (4 : 1), memberikan puncak keradioaktifan tunggal untuk radioiod-¹³¹I pada Rf 0,65 dalam dua kali pengulangan (cuplikan 1 dan 2) seperti Gambar 3.



Gambar 3. Contoh kromatografi destilat radioiod-¹³¹I

Hasil kromatogram tersebut menunjukkan bahwa produk radioiod-¹³¹I mempunyai kemurnian radiokimia yang tinggi, seperti terlihat pada data yang ditunjukkan pada Tabel 1 (kolom 5). Spesifikasi hasil akhir radioiod-¹³¹I adalah dalam bentuk senyawa Na¹³¹I, larutan jernih pada lingkungan pH 7 – 9.

KESIMPULAN.

Metode destilasi kering dapat digunakan sebagai prosedur alternatif pada pembuatan radioiod-¹³¹I menggunakan sasaran telurium dioksida yang diperoleh sebagai reaksi aktivasi neutron pada reaktor TRIGA 2000. Percobaan yang dilakukan dengan mengiradiasi sasaran telurium dioksida sebanyak 50 gr pada fluks neutron > 10¹³ n.Cm⁻².s⁻¹ selama tiga hari. Hasil yang diperoleh berupa larutan jernih radioiod-¹³¹I (Na¹³¹I) dalam lingkungan pH 7-9, dengan konsentrasi keradioaktifan lebih dari 200 mCi dalam 5 mL larutan NaOH 0,1 M dengan kemurnian radiokimia lebih dari 98,00 %

DAFTAR PUSTAKA.

1. SETYOWATI, S., YULIANTI,V., TAMAT.S.R., “Evaluasi produksi generator ^{99m}Tc, Juli 1990 - Maret 1994 “, Hasil Penel. Pus. Prod. Radioisot., No. 2 (1994) 59 -75.
2. ZAHIRUDDIN, “ Produksi radioisotop ⁹⁹Mo dari hasil belah ²³⁵U dan aspek keselamatannya “, Prosiding Seminar Teknologi Dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir, PPTKR - PRSG, BATAN, Serpong (1993) 380 - 388.
3. SOENARJO, S., GUNAWAN, A.H., “Radionuclide impurities in the pertechnetate solution eluted from ^{99m}Tc - chromatographic generator loaded with ⁹⁹Mo-fission product “, Indon.J.Appl.Chem., 7 [1-2] (1997) 17 -21.