

PEMISAHAN ^{131}I DARI HASIL BELAHAN INTI ^{235}U DENGAN CARA DESTILASI BASAH

Oleh : Tuti Setiawati S *)

ABSTRACT

The production of ^{131}I in Indonesia is carried out by thermal neutron of natural tellurium target, followed by the separation of the radiation with wet distillation.

In this research the separation of ^{131}I from ^{235}U fission was studied. A depleted UO_2 (0.4% ^{235}U) target was exposed in neutron flux of $10^{13} \text{ n Cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ for 10 minutes. Then target was dissolved in mixture of HNO_3 , CrO_3 , and H_2SO_4 . After eliminating of nitrat and rutenium, they were reduced by $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ and the distillate were caught by solution of Na_2SO_3 1mg/ml.

From 0.2 g UO_2 (0.4% ^{235}U) the distillate of Na^{131}I of 0.4/ μCi was obtained by the separation efficiency was 50%.

PENDAHULUAN

Tidak dapat disangkal lagi bahwa kebutuhan senyawa radioaktif yang dapat digunakan dalam kedokteran sangat diperlukan, baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun bagi keperluan ekspor untuk menambah devisa negara. Salah satu unsur radioaktif yang digunakan dalam kedokteran nuklir adalah ^{131}I yang berguna untuk fungsi tiroid.

Pengadaan ^{131}I di PPTN (Pusat Penelitian Teknik Nuklir) Bandung berasal dari sasaran telurium alam yang didasarkan pada reaksi $^{130}\text{Te} (n, \gamma) ^{131}\text{I}$ dalam bentuk Na^{131}I .

Dalam penelitian ini dicoba untuk memperoleh ^{131}I dari hasil belahan inti ^{235}U dengan sasaran UO_2 (0.4% $^{235}\text{UO}_2$).

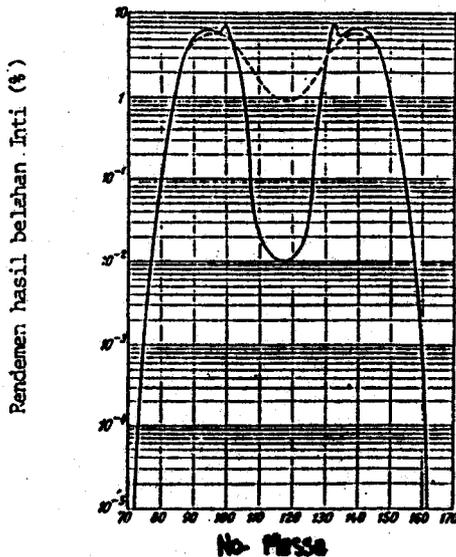
*) Staf Pengajar Jurusan Kimia FMIPA IPB

TINJAUAN PUSTAKA

Penyediaan isotop radio aktif dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu (1) Pengolahan bijih uranium dan thorium yang mengalami peluruhan yaitu ^{238}U , ^{235}U dan ^{232}Th yang akan menghasilkan isotop radioaktif dengan nomor atom 81 sampai 91, (2) Reaksi inti dengan berbagai macam cara pemisahan dari target yang diradiasi, (3) Pemisahan isotop dari hasil belahan inti uranium (Nesmeyanov, An. N).

Pada reaksi pembelahan inti ^{235}U dihasilkan sejumlah unsur dengan nomor atom 30-65 dan nomor massa 72-161 yang merupakan campuran radioisotop yang kompleks. Yang menjadi masalah adalah mengenai konsentrasi, pemisahan dan pemurniannya. Energi yang dipancarkan dalam setiap pembelahan sekitar 200 Mev.

Distribusi massa hasil pembelahan inti ^{235}U menggunakan neutron lambat terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Distribusi massa hasil pembelahan inti ^{235}U menggunakan neutron lambat

Iod radioaktif telah banyak ditemukan dengan nomor massa antara 119 sampai 139. Mengingat waktu paruh yang khas, maka hanya beberapa isotop Iod radioaktif saja yang dapat digunakan dalam klinis. ^{131}I sangat memungkinkan dipisahkan dari hasil belahan inti ^{235}U yang mempunyai fraksi hasil belahan inti sebesar 3%. ^{131}I memiliki waktu paruh 8,1 hari, memancarkan sinar β dan γ dengan pola peluruhan seperti yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Pola peluruhan ^{131}I

No.	Bentuk peluruhan	Energi (Kev)	Intensitas (5)
1.	Beta (β)	250	1.6
		330	6.9
		470	0.5
		608	90.4
		810	0.6
2.	Gama (γ)	80	5.0
		177	0.2
		284	5.0
		325	0.2
		364	85.5
		503	0.3
		637	6.9
		723	1.6
	164	0.6	
	melalui 11.8 hari		^{131}Xe

Pada prinsipnya proses pemisahan radiokimia tidak berbeda jauh dengan cara pemisahan kimia lain, jika yang akan dipisahkan berupa radioaktif yang mengandung pengemban (carier). Akan mulai timbul permasalahan apabila zat yang akan dipisahkan berupa radioaktif yang bebas pengemban (carrier-free). Dalam hal kemurnian dibedakan antara kemurnian radiokimia dan kemurnian radionuklida. Kelebihan pemisahan radiokimia dibandingkan dengan pemisahan kimia biasa adalah karena pada pemisahan radiokimia dapat bekerja dalam jumlah sangat kecil.

Penyediaan ^{131}I di PPTN Bandung berdasarkan reaksi $^{130}\text{Te} (n, \gamma) ^{131}\text{I}$, diperoleh ^{131}I dalam bentuk $\text{Na} ^{131}\text{I}$. Sasaran telurium alam dengan bobot 150 g disinari menggunakan fasilitas LS (Lazy Susan) dan CT (Centre Thimble) selama 1 minggu dengan fluks neutron sekitar $10^{12} \text{ n Cm}^{-2} \text{ det}^{-1}$, diperoleh $\text{Na} ^{131}\text{I}$ sebesar 1700 mCi.

BAHAN DAN METODE

- Tempat penelitian : Laboratorium Kimia, Laboratorium Radioisotop Pusat Penelitian Teknik Nuklir Bandung
- Bahan : Uranium dioksida (0.4% ^{235}U), asam nitrat 10 N asam sulfat 9M, asam kromat 50%, asam oksalat, es kering atau nitrogen cair, natrium sulfit 1 mg/ml.
- Metode :

1. Penyinaran dan Pendinginan sasaran UO_2 (0.4% ^{235}U)

Sasaran UO_2 sebanyak 0.2 g dimasukkan ke dalam ampul kuarsa berdiameter 0.5 cm dan panjang 4 cm. Setelah ampul ditutup dengan pemanasan, dimasukkan ke dalam kontainer polietilen, selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung pneumatik untuk disinari selama 10 menit, setelah didinginkan dalam kontainer timbal selama dua hari atau sampai keaktifan tanpa kontainer timbal berkisar antara 10 sampai 20 mrad/jam. Ampul dimasukkan ke dalam es kering atau nitrogen cair selama 10 menit.

2. Pelarutan, oksidasi dan reduksi

Ke dalam labu destilasi dimasukkan 20 ml HNO_3 10 N dan 20 ml H_2SO_4 9M, selanjutnya ampul dipecahkan dan UO_2 dimasukkan ke dalam labu destilasi, dipanaskan selama 15 menit serta ditambahkan sedikit demi sedikit CrO_3 50% sampai volume 10 ml.

3. Destilasi

Setelah perangkat destilasi disiapkan, ke dalam labu penampung destilat dimasukkan 50 ml Na_2SO_3 1 mg/ml, destilasi dilakukan terlebih dahulu untuk menghilangkan nitrat dan ruthenium. Setelah larutan dalam labu didinginkan, kemudian dimasukkan 15 g $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dan 20 ml H_2SO_4 9M, selanjutnya dilakukan destilasi pada temperatur 115°C selama 90 menit, dan dicacah menggunakan MCA (Multy Chanel Analyzer).

HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Percobaan

Pada hasil irradiasi sasaran UO_2 diperoleh unsur radioaktif sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil irradiasi sasaran UO_2

No.	Unsur	Fraksi keaktifan (5)
1	^{239}Np	76.51
2	^{151}Nd	0.01
3	^{99}Mo	4.68
4	^{140}Ba	0.66
5	^{77}Ge	5.65
6	^{149}Pm	4.66
7	^{143}Ce	0.39
8	^{105}Rh	0.07
9	^{131}I	1.49
10	^{133}Ba	0.33
11	^{140}La	2.02
12	^{103}Ru	0.26
13	^{131}Te	0.07
14	^{132}I	2.60
15	^{133}I	0.16
16	^{131}Ba	0.03
17	^{95}Zr	0.41

Setelah dilakukan pemisahan dengan cara destilasi basah diperoleh unsur radioaktif sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil pemisahan ^{131}I dari hasil belahan inti ^{235}U menggunakan destilasi basah.

No.	Energi (ke V)	Energi (Ke V) pustaka	Luas	Unsur
1	281.5	284.3	543	^{131}I
2	365.0	364.4	8158	^{131}I
3	530.6	529.9	952	^{131}I
4	609.8	609.3	105	^{133}I
5	637.2	636.4	431	^{131}I
6	1460.9	1460.7	211	^{40}K

2. Pembahasan

Hasil pemisahan ^{131}I yang diperoleh ternyata masih terkotori oleh radionuklida lain yaitu ^{133}I . Mengingat waktu paruh ^{133}I adalah 22 jam, sedangkan waktu paruh ^{131}I 8,1 hari, radionuklida ^{133}I dapat dihilangkan dengan cara pendinginan selama 1 minggu, namun hal ini akan menyebabkan aktivitas ^{131}I berkurang.

Efisiensi pemisahan menggunakan cara destilasi basah sekitar 50%, dihitung dengan cara membandingkan luas puncak ^{131}I sebelum dan sesudah destilasi pada energi 364 ke V. Keaktifan dinyatakan oleh luas foto Y yang bersangkutan menurut Covell. Dari 0.2 g UO_2 (0.4% ^{235}U) diperoleh aktivitas Na^{131}I sebesar 0.4/ μCi .

Apabila dibandingkan dengan radioisotop ^{131}I yang diproduksi PPTN Bandung dari sasaran ^{130}Te , maka aktivitas total yang diperoleh menjadi lebih besar apabila menggunakan sasaran UO_2 . Namun perlu diperhatikan faktor keselamatan kerja. Dengan waktu dan jumlah penyinaran yang sama dan dengan sasaran UO_2 , akan diperoleh Na^{131}I kurang lebih 30 kali lebih besar dibandingkan dengan sasaran ^{130}Te .

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ^{131}I dapat dipisahkan dari hasil belahan inti UO_2 (0.4% ^{235}U) dengan cara destilasi basah, namun masih terkotori oleh radionuklida ^{133}I .

Dengan menggunakan sasaran UO_2 (0.4% ^{235}U) sebesar 0.2 g dan fluks neutron $2.8 \times 10^{13} \text{ n Cm}^{-2} \text{ det}^{-1}$, diperoleh Na^{131}I sebesar 0,4/ μCi .

SARAN

Disarankan untuk meneliti pemisahan ^{131}I dari hasil belahan inti ^{235}U menggunakan cara pemisahan yang lain, yang dapat memberikan kemurnian (murni radiokimia dan murni radioisotop) dan aktivitas tinggi.

PUSTAKA

Adams, F and Dams, R and Crouthamel, C.E. "Applied Gamma ray Spectroscopy", Pergamon press, 1970..

Adams, F and Dams, R "J. Radional. Chem." Vol 3, 1969.

Nesmeyanov, An N. "Radiochemistry", Translated from the Russian by Artavas Bekhazarov, English translation, Mir Publisher, 1974.

Radioisotop Production and Quality Control", IAEA Vienna, 1971.

Tabel Lampiran 1. Cacahan hasil irradiasi UO₂ (0..4% ²³⁵U) pada shelf ke-1 selama 300 detik.

No.	Energi (ke V)	Energi (Ke V) pustaka	Luas	Unsur
1	106.4	106.1	339102	²³⁹ Np
2	117.9	117.1	183131	²³⁹ Np
3	141.2	140.6	46788	⁹⁹ Mo
4	163.5	162.6	2572	¹⁴⁰ Ba
5	181.9	180.9	4510	⁹⁹ Mo
6	210.4	211.4	63828	⁷⁷ Ge
7	228.9	228.2	2005	²³⁹ Np
8	255.4	255.6	115	¹⁵¹ Nd
9	278.3	277.5	160199	²³⁹ Np
10	286.4	286.1	7118	¹⁴⁹ Pm
11	294.0	293.1	4445	¹⁴³ Ce
12	305.8	306.2	842	¹⁰⁵ Rh
13	316.5	315.7	17286	²³⁹ Np
14	335.1	334.1	10514	²³⁹ Np
15	365.2	364.5	15393	¹³¹ I
16	384.0	383.8	3702	¹³³ Ba
17	487.6	486.8	9808	¹⁴⁰ La
18	497.5	497.0	2891	¹⁰³ Ru
19	506.2	507.5	851	¹³¹ Te
20	523.0	522.6	2060	¹³² I
21	530.5	529.9	1775	¹³³ I
22	537.9	537.1	3616	¹⁴⁰ Ba
23	622.0	620.0	316	¹³¹ Ba
24	630.6	630.2	1708	¹³² I
25	668.2	667.7	15817	¹³² I
26	724.5	724.0	3150	⁹⁵ Zr
27	739.9	739.9	1590	⁹⁹ Mo
28	755.0	756.6	1448	⁹⁵ Zr
29	773.0	772.6	9523	¹³² I
30	815.9	815.5	4425	¹⁴⁰ La
31	868.1	867.4	575	¹⁴⁰ La
32	925.9	925.0	335	¹⁴⁰ La
33	954.9	954.6	1399	¹³¹ I
34	1398.5	1398.0	341	²²⁶ Ra
35	1595.7	1595.4	7719	¹⁴⁰ La

Tabel Lampiran 2. Cacahan latar belakang selama 30 detik

No.	Energi (ke V)	Energi (Ke V) pustaka	Luas	Unsur
1	238.8	238.6	153	²¹² Pb
2	365.0	364.5	643	¹³¹ I
3	609.8	609.3	89	²¹⁴ Bi
4	911.9	911.0	57	²²⁸ Ac
5	1461.0	1460.7	173	⁴⁰ K