

UJI KUALITAS PRODUK ^{131}I HASIL BELAH ^{235}U

K. Wisnukaton, I. Suparman, A. H. Gunawan, H. Lubis, T. M. Ritonga,
A. Sukmana, Y. Tahyan, D. Haffid, E. Lestari, Sriyono dan Herlina

ABSTRAK

UJI KUALITAS PRODUK ^{131}I HASIL BELAH ^{235}U . Telah dilakukan uji kualitas terhadap 10 buah cuplikan produk ^{131}I hasil belah ^{235}U . Pemeriksaan cuplikan meliputi penetapan konsentrasi radioaktivitas ^{131}I , pH, kemurnian radiokimia, kontaminasi radionuklida pemancar gamma dan alfa. Semua produk ^{131}I hasil belah dalam percobaan ini pH-nya memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Medi Physic Inc. Konsentrasi radioaktivitas ^{131}I hasil belah ^{235}U tidak ada yang memenuhi syarat. Sembilan cuplikan dari 10 cuplikan memenuhi persyaratan kemurnian radiokimia yang dianalisis dengan cara kromatografi kertas. Delapan cuplikan memenuhi syarat kontaminasi radionuklida pemancar alfa. Sebanyak 6 cuplikan produk ^{131}I memenuhi syarat kontaminasi radionuklida pemancar gamma, dan ada 4 cuplikan yang tidak memenuhi syarat. Dengan demikian semua produk tidak ada yang memenuhi semua persyaratan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan oleh Medi Physic Inc.

ABSTRACT

QUALITY CONTROL TESTS OF FISSION PRODUCT ^{131}I . Quality control tests were carried out for 10 samples of fission product ^{131}I obtained from irradiated high enriched uranium target ($\text{U}^{125} = 93\%$) from ^{235}U . The analysis of samples covered the determination of ^{131}I radioactivity concentration, pH of solution, and radiochemical purity as well as gamma and alpha radionuclide impurities. Results were compared to the Medi Physics quality requirements. The fission produced ^{131}I samples in this experiment met the required pH value but no one met the required radioactive concentration. The radiochemical purity determined by paper chromatography method shows the yield more than 95 %. It was found that eight samples showed alpha emitter contaminants under the permissible value, and two others were higher than the permissible value.

PENDAHULUAN

Teknologi proses radioisotop ^{131}I yang diperoleh dari reaksi pembelahan ^{235}U diperkaya yang dikembangkan di BATAN berdasarkan rangkaian paket teknologi proses produksi radioisotop ^{99}Mo hasil belah ^{235}U dari Medi Physics Inc. AS [1,2,3]. Sampai saat ini, di Indonesia, proses produksi radioiod-131 dari hasil belah ^{235}U belum dilakukan secara komersial. Tetapi mengingat radioisotop ^{131}I masih merupakan radiomedis utama di samping $^{99\text{m}}\text{Tc}$ diperlukan upaya mengantisipasi peningkatan kebutuhan akan radioisotop ^{131}I di Indonesia. Upaya memanfaatkan radioisotop ^{131}I hasil fisi merupakan salah satu langkah untuk meningkatkan kemampuan pelayanan pengadaan radioisotop medis ^{131}I yang selama ini dihasilkan hanya dari reaksi (n,γ) pada sasaran TcO_2 [4]. Untuk mengembangkan kemungkinan pemanfaatan produk ^{131}I hasil fisi sebagai komplemen radioisotop ^{131}I hasil aktivasi neutron dalam tulisan ini disampaikan teknik dan hasil pemeriksaan kualitas produk ^{131}I hasil fisi tersebut. Adapun kualitas produk ini dibandingkan dengan parameter kualitas yang telah ditetapkan oleh Medi Physics Inc. Pembahasan di dalam makalah ini meliputi pengukuran dan perhitungan konsentrasi radioaktivitas produk ^{131}I hasil fisi (dalam mCi/mL), pemeriksaan dan analisis kemurnian radionuklida pemancar gamma dan alfa, pemeriksaan kemurnian radiokimia dan pH larutan.

TATA KERJA

Bahan dan Peralatan

Contoh cuplikan radioisotop ^{131}I hasil fisi diperoleh sebagai hasil samping proses produksi radioisotop ^{99}Mo hasil fisi yang dilakukan di laboratorium Divisi Produksi Radioisotop, PT Batan Teknologi. Bahan pereaksi kimia yang digunakan di dalam penelitian ini dari produksi *Merck* dengan tingkat kemurnian pa. Air bebas ion diperoleh dari P2TRR-BATAN dan dimurnikan lebih lanjut melalui *Milli-Q (Waters)* sampai tahanan mencapai 16 ohm. Sumber standar gamma untuk radionuklida pengotor yang terdiri dari ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{109}Cd , ^{59}Co dan ^{22}Na (*du Pont de Nemours & Co*), sumber standar Model S-13, (*Oxford Instruments*). Sedangkan sumber standar pemancar alfa adalah ^{239}Pu , beraktivitas 19900 dpm (pada tanggal 18 Oktober 1983) (*Eberline*).

Untuk mengukur konsentrasi radioaktivitas produk ^{99}Mo digunakan Kamar Ionisasi Gamma (*Gamma Ionization Chamber* = GIC) atau *Radioisotope Calibrator Model CRC R-7 (Capintec)*, untuk penetapan pengotor radionuklida pemancar gamma digunakan pencacah saluran ganda (*Multichannel Analyzer* = MCA) detektor HP-Ge tipe N (*Tenelec*), catu daya model *PS-ORTEC 4001 M* dan *PS-ORTEC 495*, dan amplifier model *TC-244 (Tenelec)*. Pengolah data dilengkapi dengan program PCA II untuk mengkonversi dari luas puncak menjadi radioaktivitas. Radioisotop pengotor pemancar alfa ditetapkan dengan *Scintillation Alpha Counter, Model SAC - 4, (Eberline Instrument Corporation)*. Untuk pemeriksaan kemurnian radiokimia digunakan *Scanner, model System 300 Imaging Scanner, produk Bioscan Inc. AS.*

Prosedur Pemeriksaan

Penetapan pH larutan produk ^{131}I dilakukan dengan menggunakan kertas pH universal. Kemurnian radiokimia radioiod-131 ditetapkan dengan metoda kromatografi kertas. Diambil 100 mL metanol 85% dan dimasukkan ke dalam bejana gelas yang berbentuk silinder yang dilengkapi tutup di bagian atas, ditunggu sampai terjadi kesetimbangan gas – cair dari metanol (kira-kira 30 menit). Sebanyak 20 μL cuplikan produk radioiod-131 yang telah diencerkan ditotolkan pada jarak 2,5 cm dari ujung bawah kertas kromatografi yang panjangnya 40 cm. Totolan cuplikan dibiarkan sampai kering di udara. Kemudian 1 μL larutan pembawa iodium (larutan 1gram NaI dalam 100 mL aquades) ditotolkan pada kertas kromatografi pada tempat yang sama dengan cuplikan. Kertas kromatografi itu dimasukkan ke dalam bejana kromatografi dan digantungkan pada pengait yang terletak di tutup atas bejana dan diatur sehingga ujung kertas kromatografi tercelup di dalam fasa gerak metanol. Proses elusi ditunggu selama 2 jam untuk mencapai jarak migrasi fasa gerak sepanjang 10 – 13 cm. Setelah selesai elusi, kertas kromatografi dikeringkan dengan *hair dryer* dan dilakukan *scanning* untuk menetapkan kemurnian radiokimia menggunakan *scanner*. Kandungan pengotor radiokimia dihitung menggunakan persamaan (1).

Penetapan konsentrasi radioaktivitas ^{131}I dilakukan menggunakan *Gamma Ionization Chamber* (GIC). Sebanyak 100 μL cuplikan produk ^{131}I dimasukkan ke dalam vial 10 mL, kemudian vial berisi cuplikan ^{131}I itu diletakkan dalam alat ukur GIC dan radioaktivitasnya ditetapkan pada saluran energi ^{131}I serta dicatat tanggal dan jam pengukurannya. Dan dihitung konsentrasi radioaktivitas ^{131}I (mCi/mL). Pemeriksaan konsentrasi radioaktivitas ini dilakukan dua kali ulangan.

Kemurnian radionuklida pemancar gamma produk ^{131}I hasil belah ^{235}U ditentukan menggunakan MCA.

Percobaan ini dilakukan dengan mengambil 20 μL cuplikan produk ^{131}I menggunakan pipet *Eppendorf* dan dimasukkan ke dalam labu takar 50 mL yang sudah diisi 25 mL NaOH 0,1N. *Tip Eppendorf* dicuci sebanyak 3 kali dengan larutan NaOH 0,1N dan larutan pencucinya dimasukkan ke dalam labu. Larutan di dalam labu kemudian diencerkan dengan larutan NaOH 0,1N sampai tanda batas. Sebanyak 20 μL cuplikan hasil pengenceran, ditetaskan di atas kertas saring Whatman 40, kemudian dikeringkan di atas Hot Plate, dan setelah kering dicacah radioaktivitasnya dengan menggunakan MCA. Kandungan masing-masing pengotor radionuklida pemancar gamma di dalam produk ^{131}I dihitung menggunakan persamaan (2).

Penentuan kandungan radionuklida pemancar alfa, sebanyak 100 μL cuplikan ^{131}I encer dengan aktivitas diketahui (terukur) ditetaskan di atas plat aluminium, dikeringkan di atas Hot Plate, dan setelah kering dicacah dengan pencacah alfa *Eberline*. Kemudian sumber standar ^{239}Pu dan radioaktivitas pemancar alfa latar belakang dicacah pula dengan pencacah alfa *Eberline*. Konsentrasi pengotor radionuklida pemancar alfa total dihitung menggunakan persamaan (3) dalam satuan $\mu\text{Ci}/\text{mCi}$ ^{131}I . Percobaan ini diulang sebanyak 3 kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dalam makalah ini meliputi cara perhitungan dan penetapan konsentrasi radioaktivitas (mCi/mL) produk ^{131}I saat pengukuran dan kalibrasi, pengotor radionuklida pemancar alfa dan gamma ($\mu\text{Ci}/\text{mCi}$ ^{131}I dan %), penetapan pH dan kemurnian radiokimia. Untuk itu, sebagai contoh perhitungan diambil data untuk proses produksi dengan Nomor Batch RI-001. Pada penetapan pH larutan produk didapatkan bahwa pH menunjukkan 12,0.

Kemurnian radiokimia didasarkan fakta bahwa radioiod-131 dapat berbentuk iodida (I^-), iodat (IO_3^-) dan periodat (IO_4^-). Dengan sistem komatografi kertas menggunakan fasa gerak metanol 85 %, masing-masing spesi akan mempunyai jarak migrasi pada 5 – 9 cm, 1 cm dan 0 cm pada migrasi fasa gerak sampai 10 – 13 cm. Adapun persyaratan yang harus dipenuhi dari produk ^{131}I adalah harus $\geq 95\%$ berupa iodida. Kemurnian radiokimia radioiod dihitung dengan persamaan di bawah ini : [2,3]

$$KR = \frac{C_{5-9cm}}{C_T} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

Dimana : KR = Kemurnian Radiokimia produk ¹³¹I (dalam %)
 C_{5-9cm} = Cacahan ¹³¹I dari iodida
 C_T = Cacahan radioiod-131 total

Pada penetapan kemurnian radiokimia, dilakukan 2 kali ulangan. Puncak pada 0 cm adalah untuk puncak radioiod-131 berbentuk periodat (IO₄) tidak ada cacahan (Lihat Gambar 1 dan Tabel 1). Puncak pada 1 cm adalah radioiod-131 berbentuk iodat, terdapat pada puncak 2 (Lihat Tabel 1), dengan jumlah cacahan masing-masing 101 dan 41. Sedangkan puncak pada 5 – 9 cm terdapat pada puncak 3 adalah radioiod-131 berbentuk iodida yang masing-masing pengukuran mempunyai jumlah cacahan sebesar 44823 dan 30959 (Lihat Gambar 1 dan Tabel 1). Cacahan total pada masing-masing kromatogram adalah sebesar 44924 dan 31000. Dengan menggunakan persamaan (1), maka dapat dihitung persentase kemurnian radiokimia produk radiod-131, dan masing-masing kromatogram menghasilkan kemurnian radiokimia produk ¹³¹I sebesar 99,78% dan 99,87%, dan rata-rata = (99,78 + 99,87)/2 % = 99,83 ± 0,04 %.

Pada penetapan konsentrasi radioaktivitas ¹³¹I dengan menggunakan GIC pada tanggal 26 Maret 1996 jam : 09:17, dapat dihitung konsentrasi radioaktivitas ¹³¹I saat pengukuran adalah untuk masing-masing 100 ul cuplikan mempunyai aktivitas 19,8 mCi dan 19,9 mCi, maka konsentrasi radioaktivitas ¹³¹I = ((19,8 + 19,9)/2) x 10 mCi/mL = 198,5 ± 0,5 mCi/mL. Volume total produk ini 60,0 mL, maka dapat dihitung aktivitas total produk ¹³¹I sebesar 198,5 mCi/mL x 60 ml = 11.910 mCi.

Penetapan konsentrasi pengotor radionuklida pemancar gamma dalam cuplikan produk ¹³¹I menggunakan persamaan : [2,3 dan 5]

$$(A_\gamma) = (C_\gamma / (Int \times Eff)) \times FP \times FK) \dots\dots\dots(2)$$

dimana (A_γ) = konsentrasi radioaktivitas radionuklida pengotor pemancar gamma (mCi/mL)
 FP = faktor pengenceran cuplikan
 C_γ = cacahan nuklida pengotor radionuklida pemancar gamma (cps)
 Int = Intensitas nuklida pengotor
 Eff = Efisiensi pencacahan MCA terhadap radionuklida pengotor
 FK =faktor konversi (Bq ke mCi).

Tabel 1. Contoh data hasil pencacahan kemurnian radiokimia ^{131}I fisi menggunakan scanner.

Nama Sediaan		Produk ^{131}I fisi		Tgl Produksi		22 Maret 1996		
Nomor Batch		RI-001						
Tgl Pengujian		26 Maret 1996						
Pengelusi		Metanol 85 %				CT-1	CT-2	Ket.
Nomor	WR	CT-1	CT-2	Jumlah Puncak		2	2	
0	0,000	31	36					
1	0,267	101	41	Puncak 1	Dari	1	1	
2	0,333	46	29		Sampai	1	1	
3	0,400	93	54					
4	0,467	135	80	Puncak 2	Dari	5	5	
5	0,533	191	140		Sampai	9	9	
6	0,600	6856	3564					
7	0,667	33944	23217					
8	0,733	3600	3825	Cacahan Puncak 1		101,00	41,00	
9	0,800	232	213	Cacahan Puncak 2		44823,00	30959,00	
10	0,867	60	67	Total		45366,00	31348,00	
11	0,933	44	48					
12	0,984	31	28	% Puncak 1		0,22	0,13	
13	1,000	2	6	% Puncak 2		99,78	99,87	
				% KR rata-rata		99,83 ± 0,04		

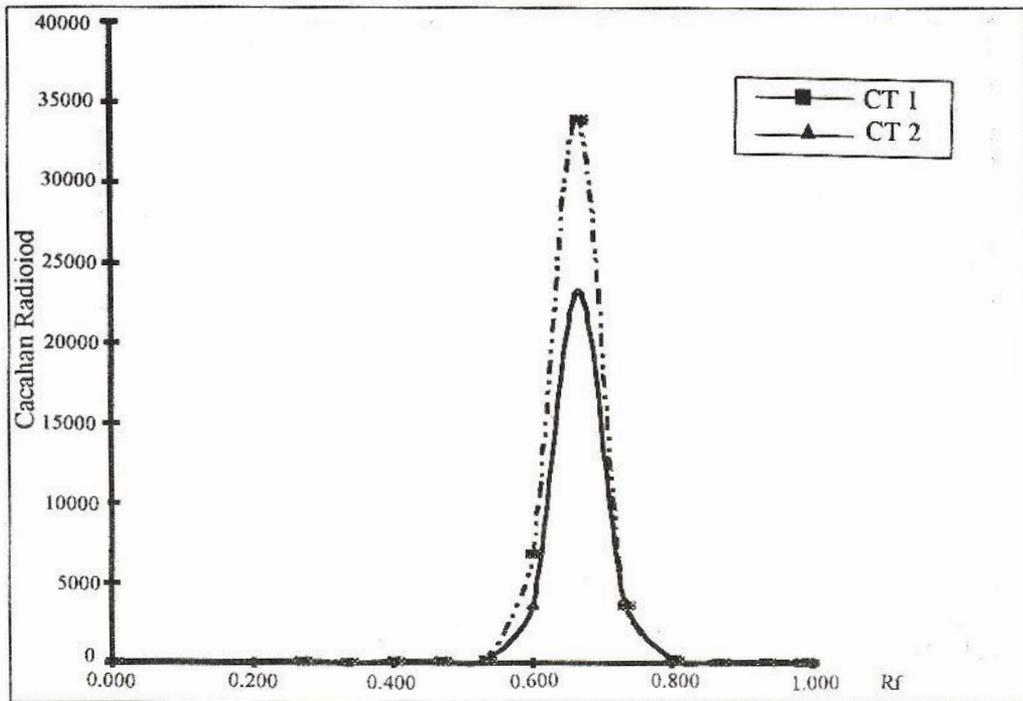
Keterangan :

KR : Kemurnian Radiokimia

CT-1 : Cacahan Radioiod-131 pemeriksaan ke 1

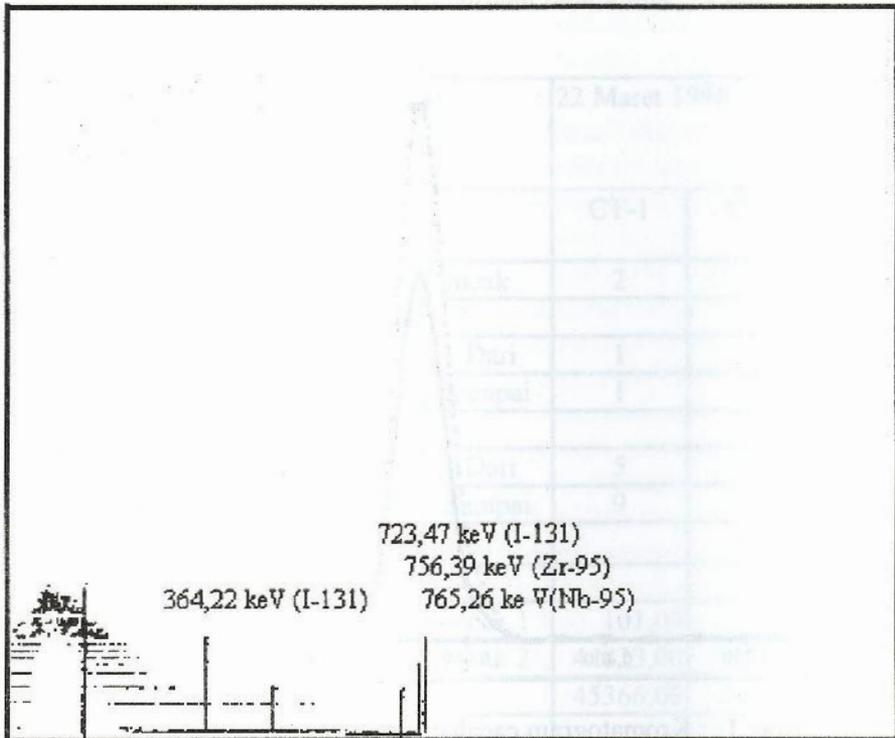
CT-2 : Cacahan Radioiod-131 pemeriksaan ke 2

WR : Waktu Retensi



Gambar 1. : Kromatogram cacahan produk radioiod terhadap Rf.

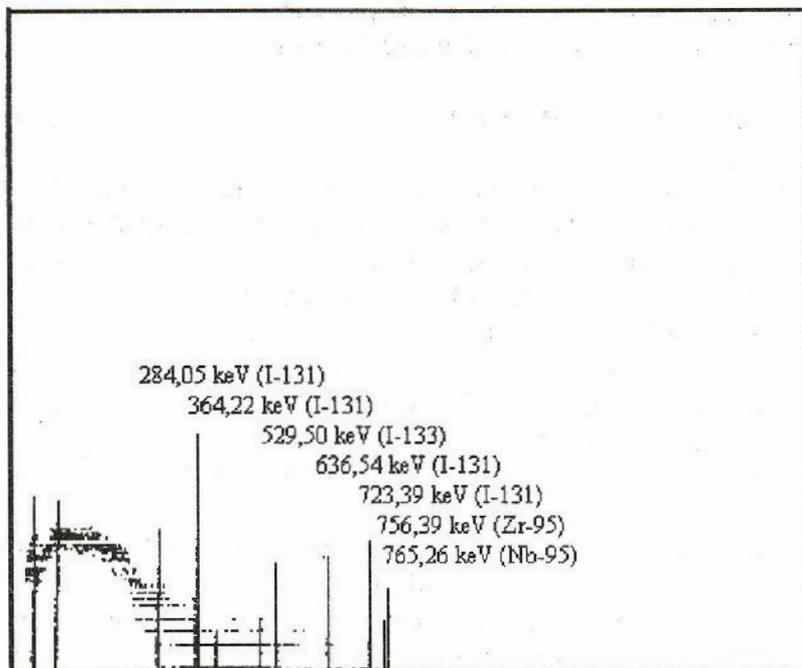
Dari spektrum sinar gamma latar belakang dan cuplikan produk ^{131}I (Lihat Gambar 2 dan 3), terlihat adanya pengotor radionuklida ^{133}I dengan luas puncak sebesar 114 cacahan selama 300 detik. Efisiensi MCA untuk pencacahan radioiod-133 sebesar 0,0001838, faktor pengenceran sebesar 80.000, intensitas radionuklida ^{133}I = 0,873, dan faktor konversi (FK) = 1/37000000, maka diperoleh konsentrasi radioaktivitas ^{133}I saat pengukuran sebesar 0,514 mCi/mL. Diketahui pula bahwa konsentrasi ^{131}I saat pengukuran adalah 198,5 mCi/mL. Karena radionuklida pemancar gamma pada produk ini hanya isotop ^{131}I , maka dapat dihitung persentase pengotor radionuklida pemancar gamma sebesar 0,27 % (Jumlah total konsentrasi radioaktivitas pengotor radionuklida pemancar gamma dibagi konsentrasi radioaktivitas produk ^{131}I pada saat pengukuran). Atau dapat dinyatakan bahwa kemurnian radionuklida produk ^{131}I sebesar $(100 - 0,27) \% = 99,73 \%$. Tetapi untuk cuplikan produk ^{131}I fisi yang lain yang mempunyai pengotor radionuklida pemancar gamma yang lain, persentase kemurnian radionuklidanya dihitung dengan 100% dikurangi dengan persentase jumlah dari pengotor radionuklida pemancar gamma yang ada.



Latar Belakang

Radionuklida	Energi (keV)	Luas Puncak	Keterangan
¹³¹ I	364,22	60	
¹³¹ I	723,47	34	
⁹⁵ Zr	756,39	17	
⁹⁵ Nb	765,26	66	

Gambar 2. Spektrum sinar gamma dari latar belakang yang dicacah dengan MCA



Cuplikan Produk ^{131}I fisi No. batch : RI 001
Tanggal Produksi : 22 Maret 1996

Radionuklida	Energi (keV)	Luas Puncak	Luas Puncak Bersih
^{131}I	284,05	397	397
^{131}I	364,22	3736	3676
^{133}I	529,50	114	114
^{131}I	636,54	205	205
^{131}I	723,47	66	32
^{95}Zr	756,26	17	0
^{96}Nb	765,26	66	0

Gambar 3. Spektrum sinar gamma dari cuplikan produk ^{131}I fisi (RI-001) yang dicacah dengan MCA

Sedangkan untuk menghitung konsentrasi radioaktivitas pengotor radionuklida pemancar alfa digunakan persamaan di bawah ini; [2,3 dan 6]

$$A_{\alpha} = (C_{\alpha} \times FP \times A_S) / (C_S \times A_1) \dots\dots\dots(3)$$

dimana A_{α} = konsentrasi radioaktivitas nuklida pemancar alfa ($\mu\text{Ci}/\text{mCi}^{131}\text{I}$) saat kalibrasi, (karena pada umumnya radionuklida pemancar alfa berumur paro panjang, maka dianggap bahwa konsentrasi radioaktivitas saat pengukuran sama dengan konsentrasi radioaktivitas saat kalibrasi)

C_{α} = cacahan radioaktivitas nuklida pemancar alfa total (cps)

FP = faktor pengenceran

A_S = radioaktivitas sumber standar ^{239}Pu (μCi)

C_S = cacahan sumber standar (cps)

A_1 = konsentrasi radioaktivitas produk ^{131}I saat kalibrasi (mCi/mL).

Pada penetapan kandungan pengotor radionuklida pemancar alfa hasil percobaan menunjukkan bahwa cacahan radioaktivitas nuklida pemancar alfa total (C_{α}) = 5 cps, Cacahan Standar (C_S) = 62286 cps, Faktor Pengenceran (FP) = 20, dan konsentrasi radioaktivitas ^{131}I (A_1) = 198,5 mCi/mL. Maka dengan menggunakan persamaan 4, dapat dihitung kontaminasi pengotor radionuklida pemancar alfa total saat kalibrasi sebesar = $7,25 \times 10^{-8}$ uCi/mCi ^{131}I . Dengan demikian dalam besaran %, tingkat pengotoran radionuklida pemancar alfa tidak memberikan pengaruh signifikan pada kualitas kemurnian radionuklida.

Dari hasil perhitungan seperti di atas hasil selengkapnya untuk konsentrasi radioaktivitas ^{131}I , pH, kemurnian radiokimia dan kontaminasi pengotor radionuklida pemancar alfa dalam produk ^{131}I yang dianalisis dapat dilihat dalam Tabel 2.

No	Parameter	Nilai
1	Konsentrasi ^{131}I	198,5 mCi/mL
2	pH	7,25
3	Kemurnian radiokimia	100%
4	Kontaminasi pengotor radionuklida pemancar alfa	$7,25 \times 10^{-8}$ uCi/mCi ^{131}I

Tabel 2. Hasil pemeriksaan dan perhitungan konsentrasi radioaktivitas produk ¹³¹I, pH, kemurnian radiokimia (%) dan kandungan radionuklida pemancar alfa.

No. Batch	Konsentrasi Radioaktivitas ⁹⁹ Mo (mCi/mL) dengan GIC	pH	Kemurnian Radiokimia (%)	Konsentrasi Pengotor Pemancarα (μCi/mCi ¹³¹ I) x 10 ⁻⁶
RI-001	198,50 ± 0,50	12,0	99,83 ± 0,04	0,07250
RI-002	71,35 ± 0,15	13,0	98,88 ± 0,11	0,00000
RI-003	24,25 ± 0,50	13,0	98,58 ± 0,75	1,66500
RI-004	3,62 ± 0,02	13,0	99,91 ± 0,01	1,18778
RI-005	25,65 ± 0,15	12,5	91,34 ± 0,33	0,00000
RI-006	19,15 ± 0,50	12,5	99,01 ± 0,19	0,00000
RI-007	16,09 ± 0,19	11,5	96,41 ± 1,10	0,00000
RI-008	18,98 ± 0,04	12,5	97,10 ± 0,00	0,00000
RI-009	29,06 ± 0,08	13,0	96,36 ± 0,13	0,05170
RI-010	17,39 ± 0,33	13,0	99,99 ± 0,13	0,00000
Syarat Medi Physic	> 300	> 11	>95	< 1,0 X 10 ⁻⁶

Sedangkan hasil perhitungan kontaminasi pengotor radionuklida pemancar gamma dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan konsentrasi radioaktivitas nuklida pengotor pemancar gamma saat kalibrasi.

No. Batch	Tgl. Produksi	Konsentrasi Radionuklida Pengotor Pemancar Gamma (mCi/mCi ¹³¹ I x 100 %)														Kl: T	
		¹³¹ I	⁹⁹ Mo	¹⁰⁵ Rh	¹⁰⁶ Ru	⁹³ Nb	⁹⁵ Zr	¹⁴⁰ La	¹³¹ I	⁸¹ Br	¹³¹ I (*)	¹⁴⁰ La	¹³¹ Tc	Lain-lain			
RI-001	22-03-96	99,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RI-002	01-05-96	61,32	2,08	-	2,53	1,88	0,63	2,09	1,39	-	0,27	-	19,63	2,14	-	-	-
RI-003	10-05-96	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RI-004	31-05-96	99,99	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RI-005	23-10-96	94,46	-	-	2,00	0,60	1,83	-	1,55	-	-	-	-	-	-	-	-
RI-006	10-04-97	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RI-007	28-05-97	91,98	-	-	3,80	-	1,48	-	2,75	-	-	-	-	-	-	-	-
RI-008	25-09-97	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RI-009	15-11-97	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RI-010	10-03-98	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Syarat Mefti Phvsic	>99,9	-	-	≤0,00035	-	-	-	-	-	-	-	-	≤0,0005	-	≤0,005	≤0,01

Keterangan : (*) Saat pengukuran

Persyaratan produk iodium-131 hasil belah ^{235}U dari Medi Physic Inc AS., yaitu konsentrasi radioaktivitas $^{131}\text{I} > 300 \text{ mCi/mL}$, $\text{pH} > 11$, kontaminasi radionuklida pemancar alfa $\leq 1,0 \times 10^{-6} \text{ } \mu\text{Ci/mCi } ^{131}\text{I}$, kemurnian radiokimia $\geq 95 \%$, sedangkan untuk kemurnian radionuklida adalah $^{133}\text{I} \leq 0,80 \%$ saat pengukuran, $^{131}\text{I} > 99,9 \%$, $^{103}\text{Ru} \leq 0,00035 \%$, $^{127}\text{Sb} \leq 0,00038 \%$, $^{132}\text{Te} \leq 0,005 \%$, radionuklida pemancar gamma yang lain $< 0,01 \%$ pada saat kalibrasi. Semua produk ^{131}I fisi dalam percobaan ini pH-nya memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Medi Physic Inc. AS. Namun sebaliknya konsentrasi radioaktivitas produk ^{131}I tidak ada cuplikan produk ^{131}I yang memenuhi syarat. Kemungkinan besar hal ini disebabkan karena memang jumlah radioiod-131 yang terdapat di dalam sistem perangkap ^{131}I sudah rendah/kecil, sebab produk ini didapat dari proses pemisahan dan pemurnian penggabungan 3 kali sisa proses produksi radioisotop ^{99}Mo dari fisi ^{235}U yang masing-masing diproses berselang selama 7 hari dan menggunakan bahan sasaran kurang dari 2 gram uranium diperkaya ^{235}U 93%. Sebanyak 9 buah cuplikan dari 10 cuplikan produk ^{131}I fisi memenuhi persyaratan kemurnian radiokimia yang ditetapkan dengan cara kromatografi kertas.

Kontaminasi radionuklida pemancar alfa sebagian besar memenuhi syarat, hanya ada 2 buah cuplikan yang tidak memenuhi persyaratan kontaminasi radionuklida pemancar alfa. Yaitu masing-masing dengan kandungan radionuklida pemancar total sebesar $1,665 \times 10^{-6} \text{ } \mu\text{Ci/mCi } ^{131}\text{I}$ (RI-003) dan $1,188 \times 10^{-6} \text{ } \mu\text{Ci/mCi } ^{131}\text{I}$ (RI-004).

Sebanyak 6 buah cuplikan yang memenuhi syarat kontaminasi radionuklida pemancar gamma dari 10 buah cuplikan produk ^{131}I yang diperiksa dalam percobaan ini. Namun yang paling dominan sebagai pengotor radionuklida pemancar gamma adalah ^{103}Ru , ^{95}Nb , ^{95}Zr dan ^{132}I masing-masing dalam 3 buah cuplikan. Pengotor kelompok logam, seperti ^{103}Ru , ^{95}Nb , ^{95}Zr , ^{140}La , ^{140}Ba dan ^{132}Te kemungkinan besar terikut pada tahapan proses pemurnian fraksi radioiod-131, yaitu saat penyerapan uap radioiod-131 pada permukaan kepingan tembaga dengan vakum. Karena itu perlu diperhatikan pada proses pemurnian lebih lanjut yaitu pada proses elusi melalui kolom karbon aktif. Sebab pengotor-pengotor kelompok logam tersebut di atas kemungkinan besar menyebabkan produk ^{131}I fisi tidak dapat digunakan untuk kesehatan. Adanya kontaminasi ^{132}I tanpa disertai kontaminasi radioisotop ^{132}Te dalam produk, kemungkinan saat produk masuk dan terperangkap dalam kepingan tembaga masih terkontaminasi ^{132}Te , namun saat produk itu dilewatkan dalam kolom karbon aktif pengotor ^{132}Te tertahan dan saat dielusi hanya ^{132}I yang dapat mengkontaminasi sediaan ^{131}I .

KESIMPULAN

Sebanyak 10 buah cuplikan produk ^{131}I hasil belah inti ^{235}U yang diperiksa dalam percobaan ini tidak ada produk ^{131}I yang memenuhi syarat kualitas seperti yang telah ditetapkan oleh Medi Physic Inc. Hal ini terutama disebabkan oleh tidak memenuhi syarat kualitas konsentrasi radioaktivitas minimum yang nilainya $> 300 \text{ mCi } ^{131}\text{I/mL}$. Kemungkinan kendalanya adalah bahwa radioaktivitas produk ^{131}I yang dilakukan di P2RR – BATAN ini berasal dari penggabungan 3 kali sisa proses produksi radioisotop ^{99}Mo hasil belah ^{235}U dengan masing-masing menggunakan bahan sasaran kurang dari 2 gram ^{235}U dengan selang waktu dari masing-masing proses selama satu minggu.

DAFTAR PUSTAKA

1. MEDY PHYSICS INC, AS., "Manufacture Manual Fission Products ^{99}Mo ", (1982) I-1 s/d V-40
2. MEDY PHYSICS INC, AS., "Manufacture Manual Fission Products ^{131}I ", (1982) II-3-1 s/d II-5-23
3. MEDY PHYSICS INC. AS., "Quality Control Manual Fission Product ^{131}I ", (1982) II-3-2 s/d II-5-24
4. SUNARHADIJOSO S., BAMBANG P., A. SUKMANA, SRIYONO, KADARISMAN W. ADANG HG., RUKMAN, "Pemisahan Fraksi Radioiod dalam Proses ^{99}Mo Hasil Fisi ^{235}U dan Penggunaannya untuk Pembuatan Hipuran ^{131}I ", *Jurnal Radioisotop dan Radiofarmaka*, 1 (1) (1998) 21 - 28
5. MEDY-PHYSICS Inc. AS, Quality Control Manual Fission Product ^{99}Mo , 1982, I-1 s/d III-34
6. DE (WESLEY) WU, SHELDON L. and GEORGE F. VANDEGRIFT, "Guide Notes for Technical Discussions on ^{99}Mo Production Using Leu USA", (1995)