

UJI PROFISIENSI LABORATORIUM IRM MELALUI PENGUKURAN AKTIVITAS ISOTOP IODIUM-131 MENGGUNAKAN SPEKTROMETER GAMMA

Noviarty, Iis Haryati
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir - BATAN

ABSTRAK

UJI PROFISIENSI LABORATORIUM IRM MELALUI PENGUKURAN AKTIVITAS ISOTOP IODIUM-131 MENGGUNAKAN SPEKTROMETER GAMMA. Telah dilakukan pengukuran aktivitas radionuklida Iodium-131 dalam sampel uji profisiensi menggunakan spektrometer gamma. Kegiatan interkomparasi (kegiatan uji Profisiensi) yang diikuti oleh laboratorium IRM, bertujuan untuk menilai kompetensi laboratorium dan memelihara ketertelusuran serta menjaga konsistensi hasil pengukuran, dengan PTKMR sebagai laboratorium acuan. Pada kegiatan uji profisiensi dilakukan pengujian sampel uji berbentuk sumber titik yang diterima tanggal 24 Juni 2015 dari PTKMR. Hasil pengukuran di Laboratorium Uji IRM PTBBN terhadap aktivitas isotop Iodium-131 dalam sampel uji profisiensi adalah sebesar 163.998 Bq, dengan ketidakpastian 4.87%. Hasil pengukuran dapat diterima untuk tingkat kepercayaan 95% karena ketidakpastian pengukuran yang diperoleh berada dibawah 5 %. Sesuai dengan laporan hasil uji profisiensi dari PTKMR, laboratorium Uji IRM PTBBN dinyatakan *inliner*. Perbedaan hasil uji profisiensi dengan hasil uji laboratorium acuan sangat kecil yaitu 0.83%.

Kata kunci : Iodium-131, uji profisiensi, Spektrometer- γ

ABSTRACT

THE ACTIVITY MEASUREMENT ¹³¹I ISOTOPE WITHIN PROFICIENCY TEST SAMPLE USING GAMMA SPECTROSCOPY. It has been carried out an activity measurements of ¹³¹I radionuclides within test sample using gamma spectroscopy. Intercomparison activity or proficiency test done by IRM laboratory, is aimed to assess a laboratory competence and to maintain of traceability and to keep of consistency results with PTKMR as laboratory reference. Activity of proficiency test is implemented by testing a sample point source received on June 24, 2015 from PTKMR. Measurement results of test laboratory such as IRM, PTBBN upon ¹³¹I activity within test sample profisiensi is 163.998 Bq with uncertainty of 4.87 %. Measurement result is received by level of confidence of 95% due to measurement uncertainty is less than 5 %. In accordance with a report of profisiensi test result from PTKMR it is concluded that test laboratory of IRM-PTBBN is *inliner*. The difference of profisiensi test results and laboratory reference test results is very tiny that is 0.83 %.

Keywords : Iodine-131, proficiency testing, spectroscopy

- γ

"thyrotoxicosis" dan beberapa tipe kanker pada kelenjar gondok bila penggunaan dosis radiasi yang

PENDAHULUAN

Iodium-131 (I-131) merupakan salah satu isotop radioaktif yang ada di bumi dan merupakan radioisotop yang penting dari unsur iodium. Isotop I-131 dapat diproduksi dengan cara mengiradiasi target metal Te dengan fluks neutron di dalam teras reaktor nuklir. Iradiasi metal Te (Te-130) akan menyerap sebuah partikel neutron dan memancarkan sinar beta untuk menghasilkan Te-131, yang akan meluruh menjadi I-131 dengan waktu paruh 25 menit. Selanjutnya I-131 juga dapat meluruh dengan waktu paruh 8,02 hari dengan memancarkan sinar beta dan sinar gamma. Dalam proses peluruhan ini, I-131 berubah menjadi Xe-131. Waktu paruh yang pendek dari isotop I-131 dapat dimanfaatkan sebagai terapi pengobatan penyakit

digunakan tepat. Apabila penggunaan dosis radiasi tidak tepat akan mengakibatkan kerusakan sel yang cukup fatal. Berdasarkan hal tersebut maka analisis dosis radiasi dari isotop I-131 sangat penting sebelum digunakan untuk terapi pengobatan. Dosis radiasi dari isotop I-131 dapat diketahui dengan melakukan pengukuran radioaktivitas sinar gamma yang dipancarkan menggunakan *spectrometer gamma*^[1,2]

Untuk melihat unjuk kerja laboratorium dalam melakukan pengukuran radioaktivitas isotop I-131 yang terdapat dalam suatu sampel, maka Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) BATAN sebagai laboratorium dosimetri standar sekunder telah ditunjuk oleh BAPETEN menurut Peraturan Kepala BAPETEN No. 1 Tahun 2006, untuk melakukan pembinaan kepada

laboratorium – laboratorium tersier melalui kegiatan interkomparasi.

Kegiatan uji banding, bertujuan untuk menilai kompetensi laboratorium dan memelihara ketertelusuran serta menjaga konsistensi hasil pengukuran, dengan PTKMR sebagai laboratorium acuan. Kegiatan Interkomparasi ini juga untuk meyakinkan bahwa alat bekerja dengan benar menghasilkan data yang valid dan akurat, sehingga memenuhi ketentuan yang berlaku dalam salah satu klausul laboratorium uji yang tertera dalam SNI ISO /IEC 17025 – 2008 tentang persyaratan teknis laboratorium uji dan kalibrasi.^[3]

Laboratorium instalasi radiometalurgi (IRM) merupakan salah satu laboratorium yang ikut serta dalam kegiatan interkomparasi yang diadakan oleh PTKMR, karena laboratorium IRM mempunyai Spektrometer Gamma *Canberra Genny 2000*, yang digunakan sebagai alat ukur energi gamma, untuk analisis isotop sampel pra dan pasca irradiasi pada penentuan burn-up Pelat Elemen Bakar Nuklir. Unjuk kerja dari laboratorium untuk kegiatan analisis isotop ini dapat diketahui berdasarkan tingkat keberhasilan laboratorium mendapatkan kategori *inlier* atau *outlier*.

TEORI

Spektrometer gamma merupakan alat analisis yang digunakan untuk identifikasi radionuklida pemancar energi gamma. Analisis dilakukan dengan cara mengamati karakteristik spektrum yang ditimbulkan oleh interaksi radiasi dengan materi detektor. Pada spektrometer gamma ini detektor yang digunakan adalah detektor HPGe.^[4]

Pengukuran isotop I-131 menggunakan alat spektrometer gamma terlebih dahulu dilakukan kalibrasi energi alat menggunakan sumber standar energi gamma isotop europium (¹⁵²Eu) pada puncak energi 100 keV- 1500 keV. Kalibrasi energi perlu dilakukan untuk menentukan hubungan antara nomor salur (channel) dan energi gamma(keV), karena setiap isotop mempunyai energi yang berbeda dan merupakan karakteristik dari suatu isotop, sehingga hal ini digunakan sebagai dasar dalam analisis kualitatif dan kuantitatif.^[4]

Pada analisis kuantitatif data spektrum hasil pengukuran isotop europium (¹⁵²Eu) digunakan untuk menentukan nilai efisiensi detektor. Nilai efisiensi yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung aktivitas sampel menggunakan persamaan :^[4].

$$At(dps) = Aoe^{-0,693t/t_{1/2}} \quad (1)$$

$$At(dps) = \frac{Cps}{Y(E) \cdot \epsilon(E)} \quad (2)$$

$$\epsilon(E) = \frac{Cps}{Y(E) \cdot At(dps)} \quad (3)$$

dimana :

Ao = Aktivitas awal Bq (sertifikat)

t_{1/2} = waktu paro(th)

At = Aktivitas pada saat pengukuran (dps)

Effisiensi

T = waktu Ao ke waktu At (th)

yield (tabel)

Cps = cacah per detik (dari pencacahan)

ε(E) =

Y(E)=

TATA KERJA

Bahan

Sumber standar ¹⁵²Eu dari Amersham untuk kalibrasi energi dan untuk penentuan nilai Efisiensi detektor serta sampel uji dari PTKMR.

Peralatan

Spektrometer Gamma *Canberra Genny 2000* digunakan sebagai alat ukur energi gamma dari energi 75 – 2000 keV Peralatan APD (sarung tangan, masker, dan peralatan *survey meter*) digunakan untuk keselamatan kerja dengan sumber radiasi.

Prosedur Percobaan

1. Penyiapan kondisi operasi

Sebelum pengoperasian peralatan, dilakukan pengkondisian lingkungan dengan kondisi ruangan temperatur 21 °C dan humiditas maks. 63 %. Sedangkan pada kesiapan alat, dewar detektor telah terisi nitrogen cair paling lambat 7 jam sebelum beroperasi.^[5]

2. Pengoperasian

Pengoperasian alat spektrometer gamma dilakukan dengan menaikkan tegangan secara perlahan hingga mencapai 4,3 KeV sesuai dengan petunjuk *operation manual* alat. Selanjutnya dilakukan kalibrasi energi alat menggunakan sumber standar isotop europium (¹⁵²Eu). Pada kalibrasi energi dimasukkan nilai energi dari isotop europium (¹⁵²Eu) mulai dari energi rendah sampai tinggi (100 keV- 1500 keV). Setelah energi alat terkalibrasi, dilakukan pengukuran aktivitas isotop ¹⁵²Eu untuk membuat kurva efisiensi yang akan digunakan untuk perhitungan aktivitas isotop I-131. Selanjutnya dilakukan pengukuran sampel uji isotop I-131 berbentuk *point source* yang telah diterima dari PTKMR pada tanggal 24 Juni 2015. Hasil pengukuran berupa spektrum dianalisis pada masing-masing energi.^[4,5]

HASIL DAN PEMBAHASAN

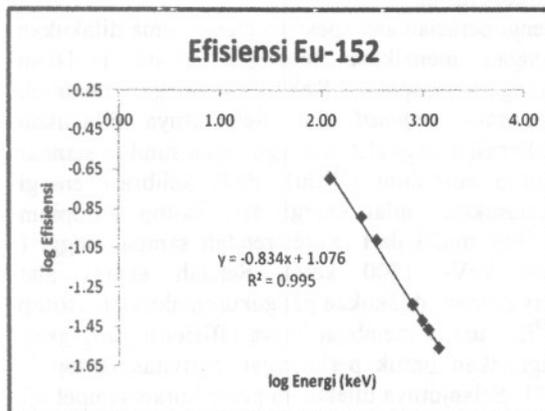
Dari hasil pengamatan spektrum energi gamma menggunakan sumber standar isotop europium (¹⁵²Eu) terhadap puncak puncak energi

mulai dari energi rendah sampai energi tinggi (100 keV- 1500 keV), diperoleh data spektrum energy isotop ¹⁵²Eu . Dari data spektrum tersebut selanjutnya di hitung besar nilai efisiensi menggunakan persamaan (3) sehingga diperoleh nilai efisiensi seperti ditunjukkan dalam data pengukuran standar Isotop Europium (¹⁵²Eu) Tabel 1.

Tabel 1. Data pengukuran standar Isotop Europium (¹⁵²Eu)

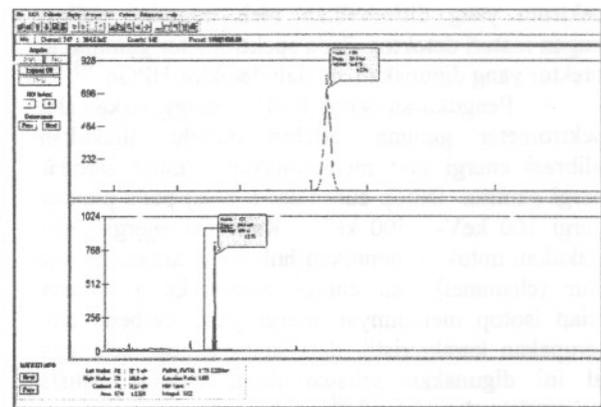
Eu-152	LT =	5000	dt			
Energi (keV)	count	cps	yield	Efisiensi	log Efisiensi	log Energi
121.78	233523	46.705	28.40	0.2009	-0.6970	2.0856
244.70	39345	7.869	7.50	0.1282	-0.8922	2.3886
344.28	105308.33	21.062	26.50	0.0971	-1.0128	2.5369
778.91	24195.667	4.839	12.96	0.0456	-1.3409	2.8915
964.13	22464.333	4.493	14.50	0.0379	-1.4219	2.9841
1112.12	18916	3.783	13.56	0.0341	-1.4674	3.0462
1408.01	23436	4.687	20.85	0.0275	-1.5612	3.1486

Selanjutnya di buat kurva kalibrasi yaitu grafik hubungan antara log energi dan log efisiensi dengan cara melogaritmakan masing-masing energi ¹⁵²Eu energi dan nilai efisiensinya. Dari pembuatan kurva kalibrasi diperoleh persamaan linear seperti ditunjukkan dalam Gambar 1. Pada Gambar 1 terlihat hubungan yang linier antara log energi dan log efisiensi dengan persamaan garis linieritas $y = -0,834x + 1,076$ dengan koefisien regresi sebesar 0,995. Nilai koefisien regresi yang diperoleh lebih besar dari 0,98, hal ini menunjukkan ketepatan terhadap data ukur yang mendekati nilai benar, karena hasil linieritas yang baik ditunjukkan dengan nilai koefisien regresi mendekati angka 1. Dengan demikian kurva kalibrasi yang dibuat dapat diterima. [6]



Gambar 1. Kurva kalibrasi energi menggunakan standar ¹⁵²Eu

Persamaan linier yang diperoleh dari pembuatan kurva kalibrasi digunakan untuk menghitung log efisiensi dari sampel isotop I-131 dengan menginterpolasikan log energi dari isotop I-131 yang diperoleh dari spektrum pengukuran. Spektrum pengukuran isotop I-131 ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Spektrum energi isotop I-131

Pengukuran isotop I-131 dilakukan dengan waktu cacah 1000 detik dan 7 kali pengulangan. Dari pengukuran tersebut diperoleh data hasil pengukuran seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Data Pengukuran Isotop Iodium-131 dalam Sampel Uji

I-131		jarak =6 cm		LT = 1000 detik	
No	Energi (KeV)	Area		Area	
		Hari -1	Hari -2	Hari -5	Hari-6
1		1874	1798	1274	1215
2		1784	1767	1324	1226
3		1974	1738	1282	1134
4	364.489	1928	1782	1287	1238
5		1950	1720	1262	1257
6		1890	1702	1288	1216
7		1875	1757	1286	1144
Cacah rerata		1896	1752	1286	1204
Standar Deviasi (SD)		62.62	34.12	19.08	46.93
% Simpangan		3.30	1.95	1.48	3.90

Pada Tabel 2 terlihat Hasil pencacahan yang dilakukan pada hari ke-1, ke-2, ke-5 dan ke-6 dengan 7 kali pengulangan mempunyai standar deviasi (simpangan baku) yang cukup kecil yaitu <5%. Simpangan baku ini diakibatkan oleh karena adanya kesalahan random dan kesalahan sistemetik. Simpangan baku yang kecil (<5%) menunjukkan

bahwa hasil pengukuran terpusat (presisi) atau mendekati nilai benar sehingga hasil pengukuran dapat diterima dengan tingkat kepercayaan 95%.^[7]

Selanjutnya dilakukan perhitungan aktivitas sampel isotop I-131 menggunakan persamaan (2). Dari perhitungan diperoleh data seperti ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Data Hasil Pengukuran Aktivitas isotop Iodium-131

Hari Pengukuran	Energy (KeV)	log eff	eff	yield	cps	Aktivitas (Bq)
Ke-1	364.489	-2.0422	0.0091	0.817	1.8964	255.8131
Ke-2					1.7520	236.3308
Ke-5					1.2861	173.4904
Ke-6					1.2043	162.4485

Hasil perhitungan aktivitas menunjukkan adanya penurunan aktivitas isotop I-131 yang signifikan karena adanya penurunan nilai cacah yang disebabkan oleh waktu paruh isotop I-131 yang relatif pendek yaitu 8.02 hari. Untuk mengetahui berapa aktivitas isotop I-131 dalam sampel uji profisiensi maka selanjutnya nilai aktivitas isotop yang diperoleh pada hari pengukuran ke-1, ke-2 dan ke-5 dikonfersikan ke aktivitas pengukuran hari ke-6 dengan menggunakan persamaan (1). Dari hasil konfersi tersebut diperoleh aktivitas seperti ditunjukkan dalam Tabel-4

Tabel 4 Data Hasil Konfersi Aktivitas isotop Iodium-131

Hari Pengukuran	Aktivitas (Bq)	Aktivitas (Bq) hasil konfersi
Ke-1	255.8131	166.075
Ke-2	236.3308	167.273
Ke-5	173.4904	160.196
Ke-6	162.4485	162.449
Aktivitas (Bq) rerata dalam sampel uji		163.998

Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai ketidakpastian aktivitas pengukuran isotop I-131 tersebut dengan faktor cakupan ketidakpastian seperti ditunjukkan dalam Tabel 4

Tabel 4 Komponen Nilai Ketidakpastian Bentangan Spektrometer Gamma

Komponen <i>Component</i>	Distribusi <i>Distribution</i>	U (%)	Pembagi <i>Divider</i>	V_i	u_i	c_i	$u_i c_i$ (%)	$(u_i c_i)^2$ (%)	$(u_i c_i)^4$ (%)
[1]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]
Sertifikat sumber standar	normal	4.0000	2	∞	2.000	1	2.0000	4.0000	16.0000
Umur paro sumber standar	rectangular	0.0160	1.7321	∞	0.009	1	0.0092	0.0001	0.0000
Efisiensi Deteksi	normal	1.6960	2.0000	∞	0.848	1	0.8480	0.7191	0.5171
Net area sumber standar	normal	0.3100	2.0000	∞	0.155	1	0.1550	0.0240	0.3164
Intensitas sampel	rectangular	0.5000	1.7321	∞	0.289	1	0.2887	0.0833	0.0069
Net area sampel	normal	2.3200	2.0000	∞	1.160	1	1.1600	1.3456	4.9953
Umur paro sampel	rectangular	0.0019	1.7321	∞	0.001	1	0.0011	0.0000	0.0000
Jumlah / sums								6.1721	18.3353
Ketidakpastian baku gabungan / <i>Combine of standard uncertainty, u_c, (%)</i>								2.484	
Derajat Kebebasan Efektif / <i>Effective free degree, V_{eff}</i>								∞	
Faktor cakupan / <i>Covered factor, k-student's for V_{eff} and Confidence Level of 95 %</i>								1.96	
Ketidakpastian bentangan / <i>Expanded uncertainty, $U = k \cdot u_c$, (%)</i>								4.87	

Perolehan hasil perhitungan ketidakpastian bentangan isotop I-131 yang tertuang dalam Tabel 4 yaitu sebesar 4.87%. Hasil perhitungan ketidakpastian lebih kecil dari 5%, sehingga hasil pengukuran tersebut dapat diterima dengan tingkat kepercayaan 95%^[5]. Besar aktivitas isotop I-131 dalam sampel uji dapat dituangkan seperti yang terlihat dalam Tabel 5.

Tabel 5 Data Aktivitas Sampel Uji

Kode sampel	Aktivitas Isotop (Bq)	Ketidakpastian diperluas
	I-131 (E = 364.49 keV)	(%)
Sampel uji I	163.998	4.87

Hasil pengukuran aktivitas laboratorium peserta selanjutnya dievaluasi oleh Pusat penyelenggaraan uji profisiensi. Berdasarkan hasil evaluasi dan laporan dari penyelenggara uji profisiensi dinyatakan bahwa hasil pengukuran aktivitas sampel isotop Iodum-131 yang dilakukan oleh Laboratorium Uji IRM PTBBN mempunyai perbedaan hasil yang sangat kecil dibandingkan dengan hasil uji laboratorium acuan yaitu 0.83%, sehingga laboratorium Uji IRM PTBBN dinyatakan *inlier*.^[8]

KESIMPULAN

Pada kegiatan pengukuran aktivitas isotop Iodum-131 dalam sampel uji profisiensi yang diadakan oleh PTKMR, Laboratorium Uji IRM PTBBN memperoleh hasil pengukuran aktivitas isotop Iodum-131 sebesar 163.998 Bq, dengan ketidakpastian 4.87%. Hasil pengukuran dapat diterima untuk tingkat kepercayaan 95% karena ketidakpastian pengukuran yang diperoleh berada dibawah 5%. Hasil uji profisiensi laboratorium Uji IRM PTBBN dinyatakan *inlier*, karena perbedaan hasil uji profisiensi dengan hasil uji laboratorium acuan sangat kecil yaitu 0.83%.^[8]

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami ucapkan pada Ibu. Ir Dian Angraini dan Bpk. Boybui, Dip.Kim, serta Ka.Bid Uji Radiometalurgi dan Ka.PTBBN yang telah membantu kami dalam pelaksanaan kegiatan uji profisiensi yang dilaksanakan oleh PTKMR-BATAN.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sekilas tentang isotop iodium-131 diunduh pada tanggal 14 Maret 2016 dari :
[http://harrytahir.blogspot.co.id/2011/01/sekilas-tentang-isotop I-131.html](http://harrytahir.blogspot.co.id/2011/01/sekilas-tentang-isotop-I-131.html),
2. Iodium -131 diunduh pada tanggal 14 Maret 2016 dari :
<http://titin-chemist.blogspot.co.id/2011/09/iodium-131.html>, 14 Maret 2016
3. PTKMR-BATAN Pembina Laboratorium Nuklir BATAN diunduh pada tanggal 14 Maret 2016 dari:
<http://www.batan.go.id/index.php/id/alamat-ptkmr/1473-batan-kemenkes-gelar-interkomparasi-2015>,
4. WISNU SUSETYO "Spektrometri Gamma"
Gajah Mada University Press,
Yogyakarta, 1988
5. CANBERRA GENNY 2000,"*Operator's Manual Spectrometer Gamma GC 3018*", 2002
6. HARMITA, " Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan cara Perhitungannya" Majalah Ilmu Kefarmasian, ISSN : 1693-9883 Vol.1, No.3 Desember 2004
7. ROBERT L. ANDERSON, "*Practical statistics for Analytical chemists* ", Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1987.
8. Wurdianto, Gatot, Laporan Kegiatan "Hasil Uji Profisiensi Pengukuran Radioaktivitas ¹³¹I di Lingkungan BATAN", Laboratorium Metrologi Radiasi Nasional, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, BATAN, 2015