

OPTIMALISASI PENCACAHAN TRITIUM DENGAN ALAT PENCACAH LIQUID SCINTILLATION ANALYZER TRI-CARB 2910 TR

Agus Martinus
Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi – BATAN

ABSTRAK

OPTIMALISASI PENCACAHAN TRITIUM DENGAN ALAT PENCACAH LIQUID SCINTILLATION ANALYZER TRI-CARB 2910 TR. Tritium merupakan radioisotop pemancar β dengan energi 18,6 keV dan keberadaannya di alam berasal dari hasil interaksi partikel-partikel sinar kosmis dengan inti nitrogen yang dilaluinya. Pengukuran Tritium dilakukan dengan alat pengukur pancaran sinar β lemah yaitu Liquid Scintillation Analyzer Merek Tri-Carb 2910 TR. Dalam pelaksanaan pengukuran biasanya dilakukan secara berulang dengan jumlah pengulangan (cycle) yang variatif, oleh karena itu perlu ditentukan waktu (jumlah pengulangan) yang optimal dengan error yang relatif rendah. Metode yang digunakan dalam penentuan jumlah pengulangan (cycle) yang optimal adalah dengan melakukan pencacahan dengan berbagai jumlah pengulangan sampai diperoleh hasil yang relatif konstan. Hasil pengukuran dari beberapa pengulangan (cycle) untuk sampel yang berbeda menunjukkan nilai optimalnya berada pada rata-rata cycle yang ke sembilan dengan tingkat error di bawah 10%.

Kata kunci : Tritium Unit, cycle, enrichment, cell

PENDAHULUAN

Tritium adalah radioisotop hidrogen yang mempunyai waktu paro 12,43 tahun dan meluruh dengan memancarkan partikel β dengan energi maksimum 18,6 keV. Konsentrasi tritium di alam biasanya ditentukan melalui rasio isotop yang disebut Tritium Unit (TU), dimana 1 TU adalah jumlah satu atom tritium per 10^{18} atom hidrogen [1].

Secara umum kandungan tritium dalam sampel air tanah yang berasal dari belahan bumi selatan sangat rendah. Karena aktivitas tritium alam dalam sampel air umumnya rendah, maka agar kandungan tritium dalam sampel air dapat dideteksi oleh alat pencacah terlebih dahulu dilakukan pengkayaan melalui proses enrichment menjadi 25 kalinya. Sampel air yang akan diukur kandungan Tritiumnya terlebih dahulu dilakukan destilasi kemudian elektrolisis. Elektrolisis ini dimaksudkan untuk memperkaya (enrich) kandungan Tritium dalam sampel air agar dapat diukur menggunakan alat pencacah sintilasi cair (Liquid Scintillation Analyzer).

Proses pengkayaan dilakukan dengan cara elektrolisis pada alat enrichment. Setelah proses pengkayaan selesai, akan didapat air hasil pengkayaan sebanyak 20 ml. Sebanyak 10 ml dipipet dan dimasukkan ke dalam vial gelas berkapasitas 21 ml. Ke dalamnya kemudian ditambahkan 10 ml ULTIMA GOLD, yaitu larutan sintilator yang berfungsi sebagai media proses pengubahan energi β tritium menjadi foton cahaya yang dilipatgandakan dalam photo multiplier tube (PMT) sehingga diperoleh data cacahan sampel yang diukur. Sampel diukur menggunakan Liquid Scintillation Analyzer (LSA). Hasil cacahan sampel yang diperoleh kemudian dikonversi menjadi aktivitas dalam satuan tritium unit (TU) setelah terlebih dahulu dibandingkan dengan standarnya.

Perlu dilakukan pencacahan dan penentuan jumlah waktu yang optimum, yaitu menentukan sampai berapa lama jumlah waktu yang seminimal mungkin dengan persen error yang rendah (dibawah 10 %), mengingat terbatasnya alat dan jumlah sampel yang relatif banyak sehingga semua sampel dapat selesai dikerjakan dengan lebih awal.

BAHAN DAN METODE

Sampel air yang akan diukur kandungan Tritiumnya terlebih dahulu dilakukan destilasi. Sebanyak 500 mL air terdestilasi dimasukkan ke dalam tabung elektrolisis yang kemudian ditambahkan padatan elektrolit yaitu Natrium Peroksida sebanyak 3 gram kemudian dimasukkan ke dalam bak elektrolisis yang bersuhu sekitar $4^{\circ} - 5^{\circ} \text{ C}$. Masing masing *cell* dihubungkan secara serie kemudian dialiri arus listrik selama kurang lebih 14 hari. Setelah 14 hari elektrolisis, sampel air akan menjadi sekitar 20 mL yang kemudian diproses lebih lanjut sampai siap untuk dicacah menggunakan alat Pencacah Sintilasi Cair (*Liquid Scintillation Analyzer*) *Tri-Carb 2910 TR*.

BAHAN DAN PERALATAN :

1. 1 (satu) set alat destilasi
2. 1 (satu) set alat elektrolisis
3. Sampel air yang akan dianalisis
4. Timbangan
5. Na_2O_2
6. Vial volume 21 mL
7. Kipas angin

8. Lampu pemanas *cell*

9. Alat penunjang lainnya

Pelaksanaan Preparasi sampel:

1. Lakukan destilasi terhadap sampel air yang akan dianalisis sesuai keperluan yaitu sebanyak 500 mL
2. Timbang *cell* dalam keadaan kosong
3. Masukkan sampel air terdestilasi sebanyak 500 mL ke dalam *cell* dan timbang
4. Tambahkan 3,0 gram Na_2O_2 (Natrium Peroxide) ke dalam *cell* dan timbang
5. Lakukan ad.4 sebanyak sampel yang akan dipreparasi
6. Masukkan tabung yang telah diisi sampel ke dalam bak elektrolisis dan hubungkan *cell* yang satu dengan lainnya secara serie
7. Hubungkan masing-masing *cell* dengan selang pembuang gas H_2 . Set kontrol suhu pada $4^0 - 5^0 \text{C}$
8. Hubungkan *cell* dengan power supply dan set arus awal pada 5 Amp
9. Set arus integrator agar sampel tersisa 20 mL (set VZ pada angka 1400 dan air akan terelektrolisis sekitar 480 mL)
10. Nyalakan lampu pemanas dan kipas angin untuk mengusir pengembunan pada *cell*
11. Elektrolisis telah berjalan, cek proses tersebut setiap hari. Atur arus sesuai pengamatan hari dan volume sampel yang tersisa
12. Catat semua data pada buku catatan (*log book*)
13. Bila proses elektrolisis sudah selesai, lepaskan semua sambungan baik antar *cell* maupun dengan selang pembuang gas hidrogen
14. Masukkan sampel terelektrolisis ke dalam labu didih 50 mL kemudian aliri dengan gas CO_2 untuk menetralkan NaOH
15. Destilasi masing masing sampel untuk memisahkan sampel air dari Na_2CO_3 , cek pH kemudian tutup rapat untuk mencegah kontaminasi
16. Masukkan sebanyak 10 gram sampel terdestilasi ke dalam vial kemudian tambahkan ultima gold sebanyak 10 mL
17. Sampel siap untuk dicacah menggunakan alat Pencacah Sintilasi Cair (Liquid Scintillation Analyzer Tri-Carb 2910 TR)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pencacahan tritium dari 14 jenis sampel yang telah diperkaya diberikan dalam Tabel 1. Setiap sampel dicacah dengan pencacahan secara bertahap mulai dari 90 menit (1 cycle) sampai dengan 1080 menit (12 cycle). Hasil cacahan (TU) dalam setiap tahapan waktu (cycle) untuk setiap sampel diberikan dalam tabel 2 dan grafik 1a dan 1b. Grafik 1a dan 1b menunjukkan bahwa secara umum pada cycle yang ke-9 (810 menit), hasil cacahan sudah mulai menunjukkan hasil yang tetap. Dengan demikian cycle ke-9 dapat dianggap sebagai jumlah pengulangan yang optimal.

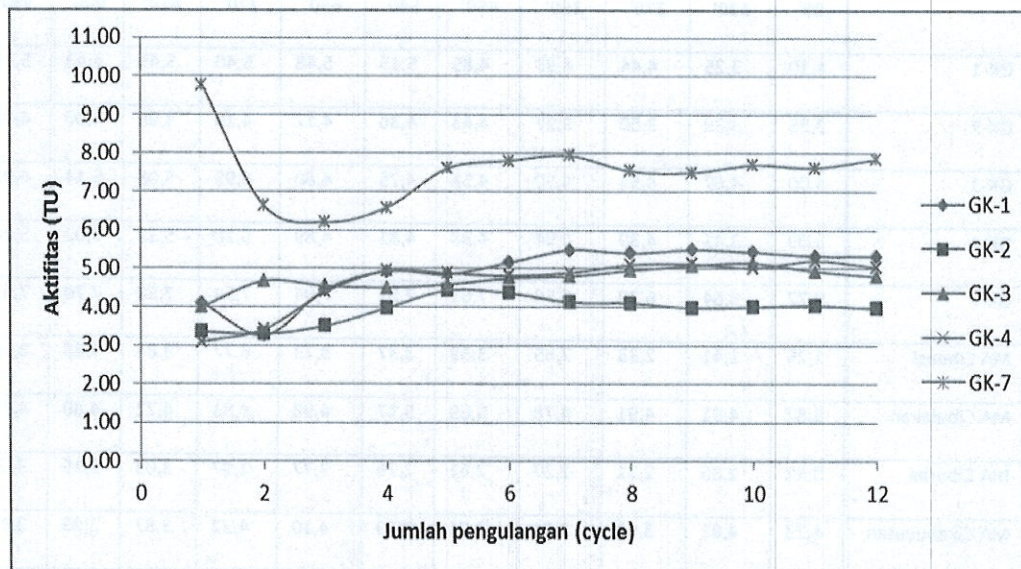
Tabel 1. Data cacahan BG, sampel dan Standar dengan LSA Tri-Carb 2910 TR

No.	Kode	Cpm											
		90'	180'	270'	360'	450'	540'	630'	720'	810'	900'	990'	1080'
1	BG	3,99	4,26	4,11	4,04	3,74	4,03	3,98	4,29	4,39	4,11	4,46	4,09
2	GK-1	4,60	4,63	5,14	5,00	4,40	5,03	5,09	5,03	5,35	4,85	5,13	4,90
3	GK-2	4,64	4,62	4,73	4,95	5,09	4,74	4,54	4,73	4,59	4,77	4,81	4,59
4	GK-3	4,72	4,92	4,76	4,78	4,85	4,96	4,88	5,02	5,04	4,96	4,56	4,61
5	GK-4	4,56	4,65	5,02	5,05	4,78	4,75	4,88	5,05	4,87	4,70	5,12	4,58
6	GK-7	5,59	4,86	5,00	5,31	5,65	5,48	5,41	5,10	5,61	5,68	5,66	5,79
7	MA Cibeusi	4,32	4,37	4,78	4,82	4,99	4,64	5,05	4,76	4,82	4,79	4,77	4,58
8	MA Cibulakan	4,91	4,91	4,90	4,74	5,20	4,63	4,40	4,91	5,02	4,99	5,08	5,00
9	MA Ciburial	4,20	4,60	4,60	4,50	4,65	4,65	4,54	4,77	4,64	4,75	4,45	4,30
10	MA Cika buyutan	4,79	4,97	4,49	4,58	4,71	4,78	5,06	4,92	4,30	4,85	4,77	4,66
11	MA Cirumput	4,55	4,70	4,51	4,56	4,71	4,76	4,85	4,77	4,81	4,72	4,98	4,63
12	MA Cisalopa	4,60	4,55	4,56	4,49	4,73	4,48	4,89	4,85	4,73	4,65	4,78	4,80
13	MA Cisalada	4,41	4,73	4,69	4,78	4,55	4,77	5,23	4,61	4,62	4,70	5,22	4,78
14	MA Lebak Garung	4,73	4,69	4,86	4,18	4,67	4,54	4,62	4,31	4,40	4,66	4,54	4,45
15	MA Kebon Kondang	4,57	4,41	4,84	4,55	4,44	5,12	4,55	4,59	4,32	4,65	4,79	4,93
16	Standar	2084,17	2076,79	2095,03									
17	SBE	15,23	15,58	15,02									
18	SAE	224,68	224,54	226,57									

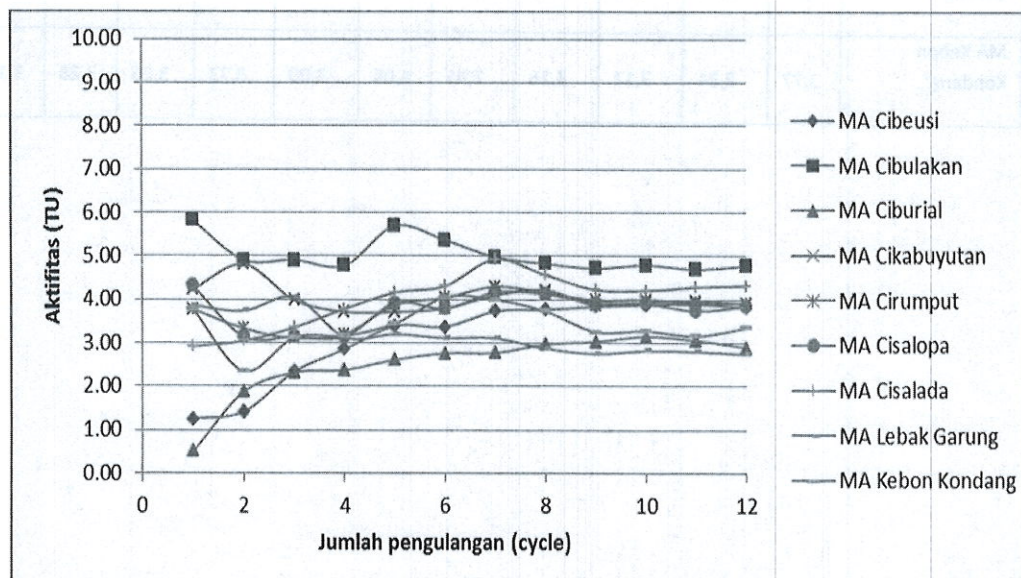
Tabel 2. Hasil Perhitungan (TU) berbagai sampel berdasarkan jumlah waktu

No.		TU											
		90'	180'	270'	360'	450'	540'	630'	720'	810'	900'	990'	1080'
1	GK-1	4,10	3,25	4,44	4,93	4,85	5,15	5,48	5,40	5,49	5,43	5,33	5,33
2	GK-2	3,35	3,29	3,50	3,97	4,43	4,36	4,12	4,10	3,98	4,00	4,04	3,96
3	GK-3	4,00	4,67	4,54	4,50	4,58	4,75	4,80	4,95	5,08	5,14	4,93	4,80
4	GK-4	3,09	3,41	4,39	4,94	4,88	4,81	4,89	5,10	5,12	5,02	5,20	5,04
5	GK-7	9,77	6,64	6,20	6,58	7,61	7,81	7,94	7,54	7,50	7,70	7,63	7,85
6	MA Cibeusi	1,25	1,41	2,33	2,85	3,39	3,37	3,73	3,77	3,84	3,88	3,90	3,82
7	MA Cibulakan	5,82	4,91	4,91	4,78	5,69	5,37	4,98	4,83	4,72	4,80	4,70	4,78
8	MA Ciburial	0,51	1,86	2,31	2,37	2,61	2,76	2,77	2,97	3,03	3,15	3,06	2,90
9	MA Cikabuyutan	4,23	4,81	3,98	3,71	3,71	3,79	4,10	4,22	3,87	3,95	3,96	3,92
10	MA Cirumput	3,77	3,33	3,10	3,20	3,87	4,04	4,30	4,16	3,99	4,00	3,94	3,91
11	MA Cisalopa	4,31	3,14	3,14	3,14	3,92	3,79	4,17	4,13	3,92	3,91	3,74	3,85
12	MA Cisalada	2,91	3,04	3,35	3,78	4,16	4,31	4,93	4,57	4,23	4,21	4,29	4,32
13	MA Lebak Garung	3,86	3,73	4,05	3,13	3,20	3,11	3,11	2,87	2,75	2,82	2,80	2,74
14	MA Kebon Kondang	3,77	2,34	3,12	3,16	3,45	4,05	4,00	3,73	3,26	3,28	3,16	3,35

Berdasarkan tabel 2, diperoleh grafik hasil analisis Tritium dari lokasi sampling GK(Gekbrong) dan beberapa mata air di Cianjur.



Grafik 1a: Aktivitas tritium terhadap Jumlah pengulangan (cycle)
untuk kelompok Mata Air GK (Gekbrong)



Grafik 1b: Aktivitas tritium terhadap Jumlah pengulangan (cycle)
untuk kelompok Mata Air Cianjur

KESIMPULAN:

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, disimpulkan :

Secara umum, pencacahan 14 jenis sampel, pada cycle yang ke-9 hasil cacahan sudah menunjukkan hasil cacahan yang konstan. Dengan demikian waktu pencacahan yang optimal sekitar 810 menit.

DAFTAR PUSTAKA

1. IAEA.(1992) Statistical treatment of data on environmental isotopes in precipitation. International Atomic Energy Agency, IAEA.
2. Lucas, L. L. And M. P. Unterweger (2000) Comprehensive review and critical evaluation of the half-life of Tritium. J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol.
3. IK-03 TIR 2.2 HP 002 (Rev.4,2011) Uji Tritium.
4. Martinus, Agus (2012): Laporan Pengoperasian Pengkayaan Kandungan Tritium dalam sampel air menggunakan alat elektrolisis.
5. Martinus, Agus (2012): Laporan Pengoperasian Pencacahan Kandungan Tritium dalam sampel air menggunakan alat Pencacah Sintilasi Cair.
6. Putu Sukmabuana, dkk, Metode Pengayaan Elektrolisis untuk Penentuan Tritium Konsentrasi rendah dalam Air.

DISKUSI

SANTO

Penambahan ultima gold sebanyak 10 ml untuk apa ?.

AGUS MARTINUS

Ultima gold sebagai sintilator berfungsi untuk mengubah energy β yang ada pada sampel air sehingga menjadi photon cahaya atau percikan-percikan cahaya. Percikan-percikan cahaya ini sangat lemah sehingga harus diubah dan diperkuat menjadi pulsa listrik. Alat yang digunakan adalah tabung PMT yang terdapat pada alat LSA

JAKA IMAN

1. Apakah hasil cacahan dengan menggunakan alat pencacah liquid scintillation analyzer 2910 TR, hasilnya langsung dengan satuan aktivitas atau CPS ?.
2. Mengapa waktu pencacahannya cukup lama (90 mnt) lebih ?.

AGUS MARTINUS

1. Hasil cacahan dengan alat LSA masih dalam bentuk CPM. Untuk sampai kepada satuan aktivitas, harus dikurangi oleh Back Ground dibandingkan dengan aktivitas larutan standarnya..
2. Karena yang kita ukur adalah tritium alam yang konsentrasinya sangat rendah, dari hasil uji alat, kestabilan dapat dicapai setelah 90 menit.