

PENGUKURAN RADIOAKTIVITAS Cs-137

DALAM CUPLIKAN RUMPUT

Suratman; Sumining; A.Aris M.

Pusat Penelitian Bahan Murni dan Instrumentasi

BATAN, Yogyakarta.

I N T I S A R I

Dibicarakan cara penetapan kuantitatif Cs-137 dalam cuplikan rumput dengan ekstraksi pelarut. Pengemban cesium ditambahkan pada cuplikan abu yang dilarutkan dengan asam klorida. Larutan disaring untuk menghilangkan karbon dan diatur pH=2. Ditambahkan natrium dodecylbenzene sulfonat dan diekstraksi dengan campuran phenol nitrobenzene. Fase organik dicuci dengan EDTA (etilen diamin tetraasetat) dan cesium diekstrak kembali dengan asam klorida 6 M. Cesium diendapkan sebagai cesium khorostanat, untuk menjamin benar-benar bebas dari K-40, dan radioaktivitas diukur dengan alat cacah latar rendah beta. Data pengukuran yang diperoleh antara 1,2 - 6,8 pCi/gram abu.

A B S T R A C T

A solvent extraction method for the quantitative determination of caesium-137 in grass sample is described. Caesium carrier was added to the ashed sample, which was dissolved by hydrochloric acid. The solution was filtered to removed any carbon and the pH was adjusted to 2,0. Sodium dodecylbenzene sulphonate was added and the extraction was done using phenol-nitrobenzene mixture.

The organic phase was washed with EDTA (ethylene diamine tetra acetic acid) solution and the caesium was stripped from the washed solvent with 6 M Hydrochloric acid. The caesium was precipitated as caesium chlorostanate to ensure absolute decontamination from K-40, and the radioactivity was counted in a low background beta counter. Data of measurement is 1,2 - 6,8 pci/gram ash.

I. PENDAHULUAN.

I.1. TINJAUAN UMUM

Merupakan keharusan untuk selalu mengukur radioaktivitas lingkungan disekitar suatu fasilitas nuklir untuk menjamin terkontrolnya lingkungan terhadap kemungkinan bahaya radiasi atau kontaminasi yang ditimbulkan dengan adanya fasilitas nuklir tersebut.

Pengukuran radioaktivitas lingkungan disekitar fasilitas nuklir PPBMI BATAN (Pusat Penelitian Bahan Murni dan Instrumentasi Badan Tenaga Atom Nasional) dalam radius 5 km dari pusat reaktor telah dilakukan baik sebelum dan setelah reaktor beroperasi. Pada pengukuran tersebut, kebanyakan masih terbatas pada pengukuran radioaktivitas beta, belum dilakukan analisa radionuklida yang terkandung didalamnya.

Analisa radionuklida cuplikan lingkungan digunakan untuk mengetahui radionuklida apa yang terdapat didalamnya sehingga dapat untuk mengetahui tingkat bahaya radiasi atau kontaminasi di lingkungan. Disamping itu terdapatnya suatu radionuklida didalam cuplikan lingkungan dapat dipakai sebagai indikasi apakah radionuklida tersebut berasal dari terbebasnya bahan radioaktif dari fasilitas reaktor setempat ke lingkungan atau berasal dari jatuhan.

Pada analisa radionuklida disini dilakukan untuk radionuklida Cs-137 dalam cuplikan rumput yang ada didalam radius 5 km dari pusat reaktor. Pengukuran ini mengingat Cs-137 mempunyai waktu paro yang panjang yang kemungkinan masih terdapat dalam jatuhan yang mengendap ke bumi.

I.2. EKSTRAKSI Cs-137.

Cs -137 dihasilkan pada proses pembelahan baik dalam suatu reaktor maupun dalam ledakan nuklir. Pencemaran lingkungan oleh radioaktivitas Cs-137 dapat disebabkan oleh terbebasnya radionuklida tersebut, dari terjadinya kecelakaan reaktor yang menyebabkan tersebarnya hasil fisi ke lingkungan, dari pembuangan sampah radioaktif serta fasilitas nuklir yang melakukan proses ulang bahan bakar reaktor, juga dari percobaan-percobaan bom nuklir.

Pengukuran radioaktivitas Cs-137 dikembangkan karena radionuklida tersebut mempunyai potensi bahaya yang besar terhadap manusia antara lain waktu paro yang panjang, mudah masuk dalam daur makanan, radiotoksitas tinggi.

Pada penelitian Cs-137 sebelumnya, penetapan Cs-137 dengan metode pengendapan ternyata tidak sesuai untuk analisa cuplikan lingkungan, karena kesukaran dalam mendapatkan pemisahan yang efisien karena adanya ion lain yang jumlahnya relatif besar. Pada cara pertukaran ion untuk penetapan Cs-137 kesukaran adalah memerlukan waktu yang lama.

Dari kesukaran tersebut dikembangkan cara ekstraksi pelarut yang cepat, tetapi pada ekstraksi ini kesulitan karena ion Cs yang besar (radius efektif $2,54 \text{ \AA}$) sulit untuk dipisahkan dari K dan Na yang jumlahnya besar.

NIESE dkk berhasil dalam ekstraksi Cs dari larutan natrium nitrat 0,5M pada pH 1,7 dengan mono (2,9 diethyltridecyl 6) phosphoric acid didalam kerosen tetapi faktor distribusi hanya 3 dan pemisahan dari K dan Na kecil. (7)

KYRS dan PODESVA menggunakan nitrobenzene untuk mengekstraksi poliyodida, faktor pemisahan untuk K hanya 30 - 40. (5)

BRAY dan ROBERTS menggunakan dipicryl amine untuk ekstraksi Cs-137 kedalam nitrobenzene untuk mendapatkan pemisahan dengan selektivitas yang tinggi pada pH 9-13. Pada pH ini ada kesulitan bila digunakan untuk analisa cuplikan lingkungan. (4)

RAIS dkk mengekstraksi Cs dengan nitrobenzene dengan adanya asam phosphomolibdat, tetapi perbandingan distribusi hanya 9,1 dengan pH 7,0. (2)

EGAN dkk menggunakan 4 sec. butyl 2 (2-methylbenzyl) phenol (BAMP) dengan bermacam-macam pelarut untuk mengekstraksi Cs akan tetapi memerlukan pH 11. (1)

Studi lebih lanjut oleh BRAY menunjukkan bahwa campuran ekstraktran BAMP dengan di (2 ethylhexyl)phosphoric acid (HDEHP), ekstraksi Cs pada pH yang lebih rendah. Pada penyelidikan efek sinergis dengan HDEHP untuk mendapatkan cara ekstraksi pelarut cepat Cs-137 dalam cuplikan lingkungan, didapatkan bahwa phenol mempunyai efek sinergis dengan HDEHP seperti BAMP dan memungkinkan ekstraksi dilakukan pada pH 2. (3)

Pada ekstraksi ini pemisahan dari K dan Na kecil. Kemungkinan efek ekstraksi dengan phenol sendiri dalam bermacam-macam pelarut menunjukkan bahwa tidak ada ekstraksi Cs-137.

Pada ekstraksi parsial, dengan pelarut yang mempunyai konstante dielektrik tinggi pada penelitian lanjut menunjukkan bahwa alat gelas yang telah dikontaminasi dengan suatu detergen anionik ini yang bertanggung jawab pada ekstraksi Cs-137. Pada penyelidikan efek ini didapat bahwa penambahan natrium dodecylbenzene

sulphonat (pereaksi aktif dalam banyak detergen anionik) memberi koefisien distribusi diatas 1000 untuk Cs-137 pada suhu optimum 15°C . Phenol dalam nitrobenzen digunakan sebagai ekstraktan pada pH 2 - 10.

Pada pencucian dengan larutan EDTA 0,01M dalam lithium hidroksida faktor dekontaminasi adalah 5000 untuk K dan lebih dari 10.000 untuk Na.

Cs-137 diekstrak kembali secara efektif dari fase organik dengan HCl 6 M. Pengendapan Cs dengan SnCl_4 untuk menjamin benar benar bebas dari K-40 dan Na.

II. TATA KERJA.

II.1. Pengolahan pendahuluan Cuplikan.

1. Cuplikan rumput dikeringkan dan diabukan pada suhu 450°C dalam tungku sampai bebas dari karbon.
2. Abu rumput ditimbang tepat 2-5 gram dalam gelas piala 250 ml.
3. 20 mgr pengemban Cesium dan 50 ml HCl 5M ditambahkan pada cuplikan dan dipanaskan sampai mendidih dan ditutup dengan gelas arloji.
4. Didihkan perlahan-lahan selama 30 menit, disaring melalui penyaring kaca masir porositas 4 untuk menghilangkan karbon.
5. Filtrat diuapkan hampir kering dan 50 ml HCl 1M ditambahkan, dipanaskan sampai larut dan kemudian didinginkan. Larutan siap untuk dianalisa.

II.2. Analisa Cs-137.

1. Pada larutan cuplikan ditambahkan 5ml asam askorbat 20% pH diatur menjadi 2 dengan LiOH 5%.
2. Larutan dipindahkan kedalam corong pemisah didalam fume hood, tambahkan 25 ml Na-dodecylbenzene sulphonate 5%. Gojog selama 45 detik, tambahkan 50 ml phenol nitrobenzene, gojog 1 menit dan dibiarkan tenang.
3. Fase air diekstraksi lagi dengan cara seperti nomor 2, fase air dibuang dan fase organik digabung.
4. Pada gabungan fase organik ditambahkan 100 ml larutan pencuci EDTA, gojog 1 menit, dibiarkan tenang. Pindahkan fase organik kedalam corong pisah yang lain, fase air dibuang.
5. Fase organik dicuci lagi seperti cara nomor 4.
6. 50 ml HCl 6M ditambahkan pada fase organik, gojog 1 menit dibiarkan tenang dan fase organik dipindahkan kedalam corong pisah lain.
7. Pada fase organik diulangi cara nomor 6 dan fase organik dibuang, fase air digabungkan.
8. Gabungan fase air dicuci dengan 50 ml diethyl ether dengan cara digojog selama 1 menit, biarkan tenang, masukkan fase air kedalam beker 250 ml, larutan ether dibuang.
9. Panaskan dengan penangas air sampai ether menguap, diuapkan terus sampai larutan menjadi \pm 2 ml dan tambahkan 5 ml HCl pekat, bila perlu dipanaskan. Larutan didinginkan dan dimasukkan kedalam tabung sentrifuge 40 ml, cuci beker dengan 5 ml ethanol.

10. 2 ml. larutan jenuh SnCl_4 di tambahkan kedalam larutan tersebut, diaduk dengan gelas pengaduk dan biarkan se - lama 5 menit, disentrifuge dan larutan dibuang.
11. Kedalam tabung ditambahkan 10 ml. 10M HCl. ethanol (1:1) diaduk, disentrifuge dan larutan dibuang.
12. 5 ml. 0,4 M HCl dalam etanol ditambahkan kedalam tabung diaduk dan disaring dengan kertas filter whatman no. 42, dicuci dengan 5 ml larutan 0,4 M HCl, kemudian dengan 10 ml. diethyl ether.
13. Endapan dikeringkan dengan lampu pemanas, dinginkan, di timbang kemudian dicacah dengan alat cacah latar rendah beta.

II.3. Cara Perhitungan.

Radioaktivitas Cs-137

$$= \frac{\text{Cpm}}{2,22 \times 10^6} \times \frac{100}{E} \times \frac{100}{Y} \times \frac{1}{W} \text{ uci/gram abu,} \quad (8)$$

dimana :

cpm = cacah permenit cuplikan setelah dikurangi cacah latar.

E = efisiensi pencacahan. (%)

Y = prosentase hasil analisa diperoleh dari pemimbangan hasil blangko. (%)

W = berat abu yang dianalisa (gram)

$$1 \text{ uci} = 2,22 \times 10^6 \text{ dpm.}$$

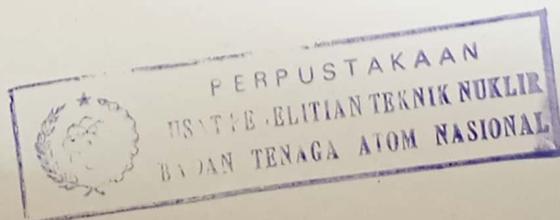
III. PEMBAHASAN.

Pada analisa Cs-137 cuplikan lingkungan pemilihan cuplikan tanaman rumput mengingat bahwa rumput sepanjang tahun ada sehingga dianggap dapat mewakili untuk pengamatan adanya perubahan radioaktivitas lingkungan, juga tanaman ini merupakan makanan sapi yang menghasilkan produk seperti daging atau susu yang dikonsumsi manusia.

Pada pengukuran radioaktivitas Cs-137 suhu pengabuan tidak boleh lebih dari 450°C untuk menghindari hilangnya Cs-137. Prosentase hasil pada analisa ini $\pm 40\%$, dibanding dengan yang telah dilakukan oleh lembaga di luar negeri 70% hasil ini lebih kecil.

Cara kerja ini memerlukan waktu yang singkat (± 10 jam), tetapi cukup mahal dan memerlukan petugas pelaksana yang terlatih baik. Meskipun demikian cara analisa kimia ini perlu dikembangkan karena untuk analisa cuplikan lingkungan yang mengandung hasil fisi yang baru terbentuk, pengukuran kuantitatif Cs-137 dengan cara spektrometri gama tidak mungkin, karena pengaruh kontribusi foto elektrik dan Compton dari radionuklida seperti Zr-95Nb; Ru-103,106; Sb-125 dan Ce-144.⁽¹⁰⁾ Sehingga untuk analisa spektrometri gama segera adalah dengan menunggu Zr-95Nb sebagai kontributor terbanyak meluruh atau pemisahan Cs-137 dengan cara kimia.

Radioaktivitas Cs-137 yang diperoleh pada pengukuran ini adalah 1,2 - 6,8 pci/gram abu, data pengukuran yang telah dilakukan oleh AAEC Australia untuk cuplikan semacam adalah: 0,9-4,8pci/gram abu.⁽⁹⁾ Kedua data tersebut diperoleh dari analisa



dengan cara yang sama, meskipun tidak jauh perbedaannya namun perlu suatu cara lain, seperti pengukuran spektrometri gama dsb. sebagai pembanding hingga diperoleh data yang lebih mantap.

iv. KESIMPULAN.

1. Perlu peningkatan dalam peralatan maupun dalam pengerjaannya.
2. Sebagai pembanding perlu pengukuran Cs-137 dengan spektrometri gama latar rendah atau cara lain.
3. Perlu diadakan studi perbandingan antar fasilitas atau IAEA dengan mendapatkan cuplikan lingkungan dengan kandungan Cs-137 tertentu.

ACUAN.

1. B.Z. Egan, R.A. Zingaro And B.M. Benjamin, Inorg. Chem. 4 (1965) 1055.
2. J. Rais, S. Podesva And M. Kyrs, Anal Chim. Acta, 36(1966)90.
3. L.A. Bray, Nucl. Sci. Eng. 20 (1964) 362.
4. L.A. Bray, And F.P. Roberts, U.S.A.E.C. report HW-76222, 1963.
5. M. Kyrs And S. Podesva, Russ. J. Inorg. Chem. (English Transl) 8(1963) 258.
6. Method of low level counting and spectrometry. Proceeding of a symposium Berlin (West), 6-10 April 1981.
7. S. Niese, M. Beer, D. Naumann And R. Kopsel, Extract Aufarbeitung bestrahlter Kernbrennstoffe, Akademie-Verlag, (1960)p. 67.
8. W.W. Flynn, The determination of Sr-90 in environmental and biological materials using Di (2 ethylhexyl) phosphoric acid. Australian Atomic Energy Commission. December 1967.
9. W.W. Flynn, A rapid solvent extraction method for the determination of caesium - 137 in environmental materials. Analytica Chimica Acta. 50.(1970).
10. J.E. Johnson, et al, Separation and measurement of caesium-137 in precipitation. Analitica Chimica Acta, 34 (1966) 59-63.

Tabel : Hasil pengukuran.

Cuplikan rumput 'Berat abu' Hasil eks- Radioaktivitas Cs-137

	'(gram)	'traksi(%)	'	pci/gram abu
P100-1/7-82	' 3,0912	' 40,19	'	4,68
P100-3/7-82	' 3,0411	' 43,99	'	6,78
P100-4/7-82	' 4,1427	' 43,99	'	6,03
P5000-1/7-82	' 3,6889	' 43,41	'	1,50
P5000-5/7-82	' 3,5220	' 43,41	'	2,10
P5000-8/7-82	' 2,4725	' 24,87	'	1,22
P1000-2/7-82	' 3,9872	' 44,08	'	3,99
P1000-3/7-82	' 3,4405	' 44,08	'	1,86
P1000-8/7-82	' 4,8429	' 41,99	'	1,94
P100-1/8-82	' 4,9049	' 42,79	'	2,99
P100-2/8-82	' 3,3161	' 42,79	'	6,28
P100-3/8-82	' 3,6248	' 45,44	'	6,27
P100-4/8-82	' 3,4453	' 45,44	'	4,61
P5000-1/8-82	' 3,9808	' 43,31	'	2,46
P5000-5/8-82	' 3,9730	' 43,31	'	1,72
P5000-8/8-82	' 3,6993	' 45,19	'	5,96
P1000-2/8-82	' 4,7334	' 41,99	'	5,16
	'	'	'	

Keterangan :

Cuplikan rumput P 100-1/7-82 artinya: cuplikan rumput di radius 100 meter dari reaktor, stasiun pengambilan nomor 1 bulan 7 tahun 1982.

TANYA JAWAB, SARAN dan RALAT

Zainul Kamal :

1. Apa maksud utama penelitian ?
2. Mengapa hasil percobaan tidak dipengaruhi oleh faktor jarak?

Sumining :

1. Mempersiapkan cara kerja untuk analisa radionuklida Cs-137 di lingkungan yang dapat diandalkan.
2. Pada pengukuran ini faktor jarak belum dapat dipermasalahkan karena Cs-137 dapat berasal dari jatuhnya percobaan bom atom negara lain, dan saat ini sangat kecil kemungkinan berasal dari reaktor Kartini.

Kunto Wiharto :

1. Mengapa untuk cuplikan no P 5000 - 8/7 - 32 efisiensi ekstrak_{sinya} rendah dibanding dengan yang lain-lain ?
2. Dalam pembahasan dikatakan bahwa pengukuran dengan cara spek_{trometri} gama mempunyai kesulitan berupa pengaruh sumbangan efek compton dari berbagai radionuklida (terutama Zr-95 Nb-95) maka bila ingin dilakukan spektrometri gama, cara yang bagaimana sebaiknya ditempuh dan mana yang lebih menguntungkan antara metoda spektrometri gama dan cara yang dilakukan ditin_{jau} dari segi waktu, tenaga, biaya, kepekaan pengukuran, dsb? Apakah bisa dipilih suatu teknik spektrometri dengan pemisah_{an} kimia dahulu, kemudian baru spektrometri gama dilakukan detektor Ge(Li)

Sumining :

1. Hasil yang rendah disebabkan oleh penanganan dan peralatan yang masih perlu ditingkatkan.
2. Kesulitan karena pengaruh sumbangan efek compton hanya pada cuplikan yang mengandung hasil belah yang baru terbebaskan hingga diperlukan cara kimia untuk pemisahan Cs-137. Untuk cuplikan yang mengandung hasil belah yang telah lama, cara spektrometri gama lebih menguntungkan karena tidak perlu pemisahan secara kimia.

urwanto :

1. Apakah pengabuan pada 450°C tidak menghilangkan Cs-137 ?
2. Bagaimana memastikan bahwa endapan terakhir adalah hanya Cs-137 ?
3. Analisa spektrometri gamma agar betul-betul dapat dikerjakan.

umining :

1. Menurut acuan 1 pengabuan tidak lebih dari 450°C , dan di atas suhu tersebut Cs-137 akan hilang.
2. Dengan cara ini K-40 dapat dipisahkan secara sempurna dari Cs-137. Seperti diketahui K-40 selalu berada dalam cuplikan biologi dan merupakan penyumbang terbanyak radioaktivitas beta. Di samping itu pengukuran spektrometri gamma latar rendah akan merupakan pembanding keandalan cara analisa ini.
3. Sebenarnya telah dirintis pembuatannya.

Muryono :

1. Bagaimana teknik pengambilan rumput ? Yang diambil apanya ? Nama rumput apa (alang-alang, teki, gejawen atau apa ?
2. Yang ditulis dalam kesimpulan lebih merupakan saran, sebaiknya dalam kesimpulan ditulis hasil penelitian yang diperoleh.
3. Sebaiknya rumput yang diambil diketahui jenisnya sehingga kesimpulan yang diperoleh akan lebih bersifat spesifik, terutama kalau tujuan penelitian adalah pengembangan metoda.

Sumining :

1. Cuplikan rumput yang diambil adalah daun dan batang, belum dilakukan pemilihan jenis rumput.
2. Terima kasih atas segala saran.