

PERCOBAAN EPITHERMAL AKTIVASI ANALISIS NEUTRON MENGUNAKAN *REFERENCE MATERIAL BCR 063R SKIM MILK POWDER* DI FASILITAS RABBIT SISTEM RSG-GAS

Kawkab Mustofa, Asnul Sufmawan, Saleh Hartaman, Sunarko
PRSG-BATAN

ABSTRAK

PERCOBAAN EPITHERMAL AKTIVASI ANALISIS NEUTRON MENGGUNAKAN *REFERENCE MATERIAL BCR 063R SKIM MILK POWDER* DI FASILITAS RABBIT SISTEM RSG-GAS. Telah dilakukan percobaan neutron epithermal dengan sampel susu BCR 063R menggunakan RS-3 RSG-GAS. Percobaan dilakukan dengan variasi 3 buah filter yaitu flexi boron, cadmium dan boron karbida. Sampel diiradiasi dengan daya 1 MW, waktu 3 menit, waktu tunda 5 menit dan waktu cacahan 3 menit. Hasil terbaik diperoleh menggunakan Filter flexi boron dengan paparan berkisar antara 200-300 mR/h, sedangkan dari spectrum memperlihatkan adanya energy 442,9 keV yang menurut acuan energy ini diemisikan oleh unsur Yodium (I) hasil reaksi dengan neutron epithermal.

Kata kunci : AAN, epithermal

ABSTRACT

THE EXPERIMENT OF EPITHERMAL NEUTRON ACTIVATION ANALYSIS OF *REFERENCE MATERIAL SKIM MILK POWDER BCR 063R* IN RABBIT SYSTEMS FACILITY RSG-GAS. The experiment of Epithermal neutron have been conducted with samples of milk BCR 063R in the RS-3 RSG-GAS with 3 pieces filter consists of flexi boron, cadmium and boron carbide. Irradiated 3 minutes with the power 1 MW, delay time 5 minutes and count 3 minutes. The best results are obtained using Filter flexi boron with radiation exposure 200-300 mR/h, while from the spectrum shows the energy of 442.9 keV, which is the reference energy emitted by the element iodine (I) the reaction with epithermal neutrons.

Keywords : NAA, epithermal

PENDAHULUAN

Saat ini Reaktor Serba Guna GA. Siwabessy sedang mengembangkan fasilitas iradiasi epithermal neutron untuk analisis unsur dengan teknik aktivasi analisis neutron (AAN). Tahap awal pengembangan yang sedang dilakukan adalah *Epithermal Neutron Activation Analysis* (ENAA) dengan waktu iradiasi pendek.

ENAA yaitu suatu teknik AAN yang menggunakan iradiasi neutron epithermal dimana neutron epithermal tersebut dihasilkan dari neutron thermal yang di filter dengan cadmium atau boron. Beberapa matrik elemen seperti Cl, Al, K, Mn, Zn dan lain-lain dalam sampel biologi dapat diaktivasi/menangkap neutron thermal, sebab semua elemen memilikiampang lintang yang tinggi. Sedangkan ENAA dapat mereduksi radioaktivitas dan mempertinggi presisi dan sensitivitas untuk mendeteksi beberapa elemen seperti Iodine (Yodium)¹

Yodium adalah salah satu unsur yang penting serta telah diakui sebagai nutrisi esensial dan perannya dalam sintesis hormon tiroid². Kekurangan yodium dapat menyebabkan penyakit gondok, dan asupan yang berlebihan juga dapat menyebabkan penyakit tiroid sehingga autoimun dalam individu rentan³. Selama ini dengan menggunakan fasilitas RS RSG-

GAS belum berhasil untuk mendeteksi unsur yodium.

Dari uraian di atas maka perlu diadakan percobaan iradiasi menggunakan Neutron Epithermal dengan tujuan awal adalah untuk mengetahui unsure yodium secara kualitatif dalam suatu matrik dengan unsure yodium yang tinggi misalnya dalam reference material BCR 063R *skim milk powder*.

Dimana BCR 63 R adalah reference material yang dikeluarkan oleh European Commission yang memiliki unsur Natrium sebesar 4,37 mg/g dan Iodine 0,81 µg/g jadi sampel ini cocok untuk tahap awal percobaan ini.

TEORI

Iodium (Yodium)

Iodium merupakan zat gizi esensial bagi tubuh, karena merupakan komponen dari hormon thyroxin. Terdapat dua ikatan organik yang menunjukkan bioaktivitas hormon ini, yaitu triiodotyronin (T3) dan tetraiodotyronin (T4) atau thyroxin. Iodium dikonsentrasikan di dalam kelenjar gondok (glandula thyroxin) untuk dipergunakan dalam sintesa hormon thyroxin. Hormon ini ditimbun dalam folikel kelenjar gondok, terkonjugasi dengan protein (globulin) yang disebut thyroglobulin yang merupakan bentuk yodium yang disimpan dalam

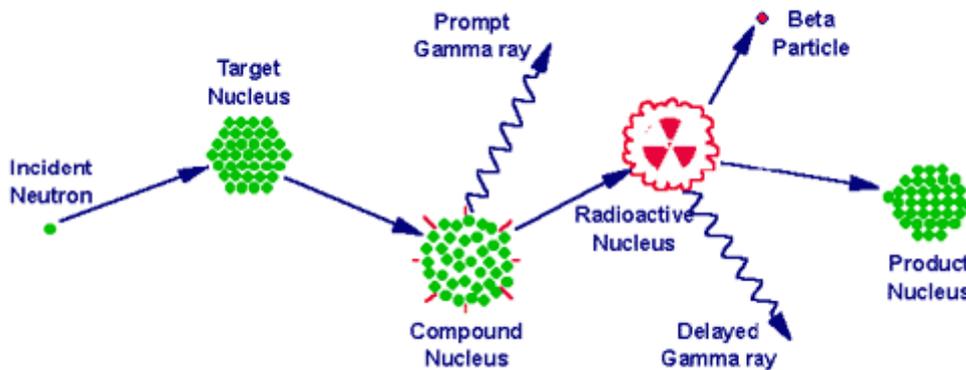
tubuh, apabila diperlukan, thyroglobulin dipecah dan akan melepaskan hormon thyroxin yang dikeluarkan oleh folikel kelenjar ke dalam aliran darah. Kekurangan yodium memberikan kondisi hypothyroidism dan tubuh mencoba untuk mengkompensasikan dengan penambahan jaringan kelenjar gondok yang menyebabkan pembesaran kelenjar tiroid tersebut. Jumlah iodium dalam tubuh manusia relative sangat kecil dan kebutuhan untuk pertumbuhan normal hanya 100-150 mikrogram (0,1-0,15 mg) perhari. Kebutuhan ini dapat dipenuhi dari konsumsi 6 gram garam beriodium dengan kandungan minimal 40 ppm, sekitar 60 mikrogram iodium yang dikonsumsi tersebut akan ditangkap oleh kelenjar tiroid untuk pembentukan hormon thyroxin.⁴¹

Aktivasi Analisis Neutron

Analisis Aktivasi Neutron (AAN) adalah salah satu teknik nuklir yang digunakan untuk mengkuantifikasi unsur-unsur kimia yang terkandung dalam suatu materi. Teknik ini didasarkan pada reaksi penangkapan neutron termal oleh inti atom yang

terkandung dalam materi uji. Reaksi inti ini berlangsung di fasilitas iradiasi yang menyediakan sumber neutron. Hasil interaksi tersebut menghasilkan spesi atom baru yang kelebihan satu buah neutron dan dalam keadaan tidak stabil. Untuk mencapai ke keadaan stabil, spesi tidak stabil tersebut melepaskan partikel beta yang umumnya diikuti oleh emisi sinar gamma. Sinar gamma yang diemisikan adalah bersifat khas untuk setiap radionuklida, dan umumnya akan membentuk suatu spektrum yang disebut sebagai spektrum gamma. Dengan menggunakan detektor HPGe resolusi tinggi, spektrum yang terbentuk dapat dipilah dan radionuklida yang terkandung dalam materi dapat diidentifikasi dan selanjutnya dikuantifikasi.⁵¹

Teknik ini mempunyai berbagai keunggulan, yaitu pengujian yang bersifat tidak merusak, sensitivitas pengukuran yang relatif tinggi sampai nanogram (10^{-12} g), selektivitas yang tinggi dengan kemampuan identifikasi unsur secara simultan. Dengan demikian evaluasi unsur-unsur yang terdapat dalam materi dapat ditentukan secara serempak dalam jumlah cuplikan yang relatif sedikit (50 - 100 mg).⁵¹



Gambar 1: Diagram ilustrasi dari proses penangkapan neutron oleh inti sasaran dengan emisi sinar gamma⁶¹

METODOLOGI

Alat-alat Percobaan

Alat yang digunakan adalah dalam percobaan ini adalah : Kadmium, Boron Karbida, Flexi Boron, Rabbit sistem RS-3 RSG-GAS seperangkat spectrometer gamma dengan detektor HpGe dengan

software Genie 200, neraca digital, Pinset, kapsul iradiasi dan vial polyetilene.

Bahan-bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Sampel BCR 063R *skim milk powder*

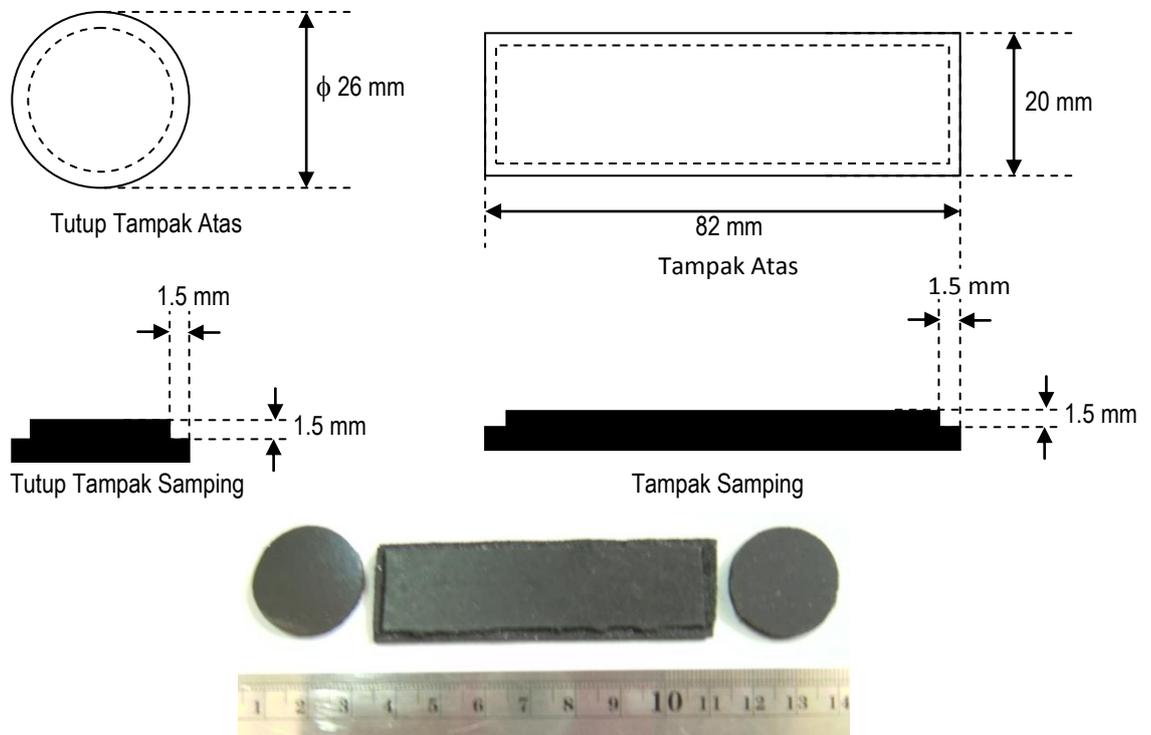
Tabel 1. *Certified reference material BCR – 063R skim milk powder*

Unsur	Berat kering	
	Nilai sertifikat	ketidakpastian
Ca	13.49 mg/g	0.1 mg/g
Cl	9.94 mg/g	0.3 mg/g
K	17.68 mg/g	0.19 mg/g
Mg	1.263 mg/g	0.024 mg/g
N	62.3 mg/g	0.8 mg/g
Na	4.37 mg/g	0.031 mg/g
P	11.10 mg/g	0.13 mg/g
Cu	0.602 µg/g	0.019 µg/g
Fe	2.32 µg/g	0.23 µg/g
I	0.81 µg/g	0.05 µg/g
Pb	18.5 ng/g	2.7 ng/g
Zn	49.0 µg/g	0.6 µg/g

Langkah Kerja

Untuk membuat filter neutron Fleksi boron SWX238/Boron karbida dengan tebal 3 mm di potong membentuk empat persegi panjang dengan ukuran 82 mm x 20 mm, buat tutup lingkaran atas dan bawah dengan ukuran ϕ 26 mm, kupas pinggirannya sekeliling boron tersebut sedalam 1.5 mm setelah

selesai masukkan tutup bawah terlebih dahulu ke dalam kapsul rabbit system kemudian fleksi boron empat persegi panjang di buat melingkar seperti tabung masukkan ke dalam kapsul rabbit. Perancangan dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 2. Perancangan filter flexi boron dan boron karbida

Hal yang sama juga diperlakukan untuk cadmium, hanya beda pembuatan tutupnya, membuat tutup cadmium dibuat seperti tutup botol. Kadmium potong membentuk empat persegi panjang dengan ukuran 63 mm x 20 mm, buat tutup atas dan bawah dengan ukuran 30 mm kemudian di tekuk hingga seperti tutup botol. Gambar dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 3. Filter Kadmium

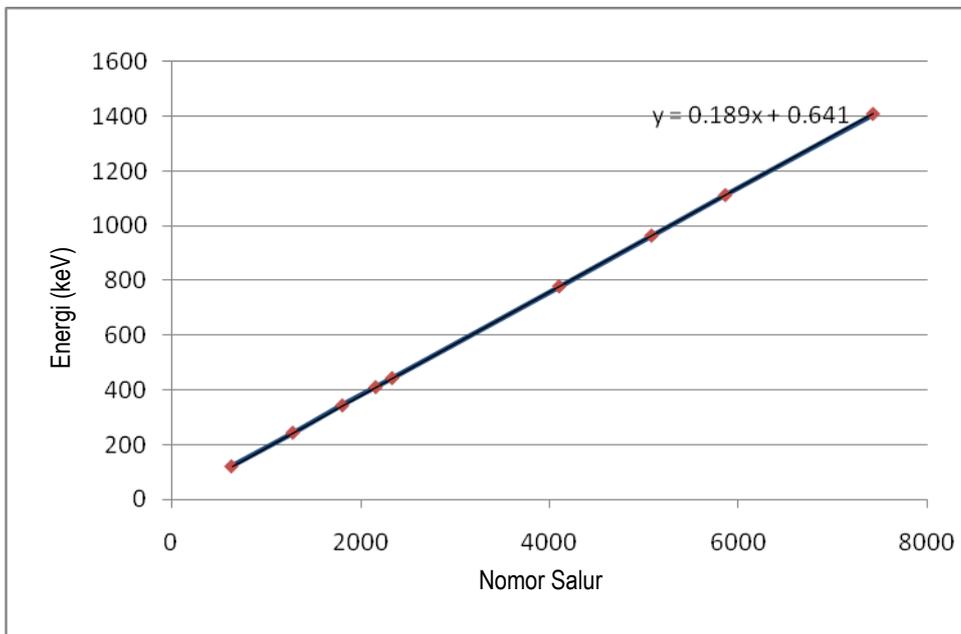
Vial polyethylene yang akan digunakan untuk iradiasi sebelumnya di cuci dengan menggunakan air demi dan di rendam HNO₃ selama 1 hari kemudian cuci kembali dengan air demi setelah itu dikeringkan Sampel BCR 063R dimasukkan dalam wadah vial yang telah di cuci dan timbang dengan berat sampel rata-rata 50 mg. Sampel yang sudah selesai dimasukkan ke dalam kapsul radiasi RS yang telah di beri filter, sebagai

bahan pembanding tiap kapsul terisi 3 sampel BCR 063R masukkan ke dalam sistem RS-3 RSG-GAS dengan daya 1 MW, proses radiasi dilakukan 3 menit dengan fluks neutron $0,5 \times 10^{13}$ pada daya 15 MW jadi kira-kira pada daya 1 MW adalah $3,3 \times 10^{12}$. Setelah iradiasi di dinginkan selama 5 menit ukur paparannya dan cacah menggunakan spectrometer gamma.

Pengoperasian sistem spektrometer gamma dimulai dengan memeriksa kondisi nitrogen cair dalam dewar untuk memastikan kondisi aman detektor. Kondisi aman ini terpenuhi apabila jumlah berat nitrogen cair dan dewar lebih dari 24 kg. Setelah kondisi aman detektor terpenuhi maka dapat dilakukan pengoperasian sistem tegangan tinggi (HV), setelah itu letakkan sumber standar sesuaikan jarak muka detektor, sehingga diperoleh *dead lime* < 5%. Pada kondisi ini sistem spektrometer gamma dipastikan sudah siap operasi, sehingga sistem komputer dengan program Genic 2000 dapat diaktikkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendapatkan kalibrasi energy digunakan standar Eu-152, kurva kalibrasi energy dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Kurva kalibrasi energy detector HPGe dengan sumber standar Eu-152

Dari gambar di atas hubungan interpolasi dari 9 titik hasil pencacahan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4. tersebut memperlihatkan hubungan

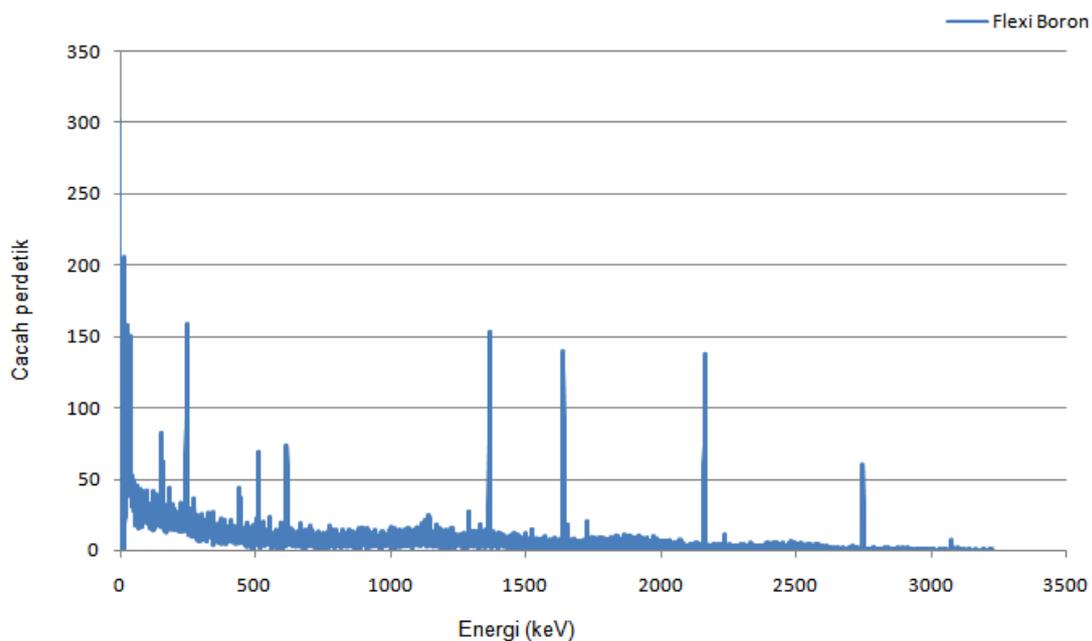
mendekati linier. Kurva kalibrasi energi tersebut memiliki persamaan $y = 0,189 x + 0,641$ di mana x = nomor salur dan y = energi dalam satuan keV.

Selanjutnya hasil kalibrasi energi ini disimpan dalam program pencacahan spektrometer gamma (Genie 2000). Dengan maka spektrometer gamma sudah terkalibrasi energinya.

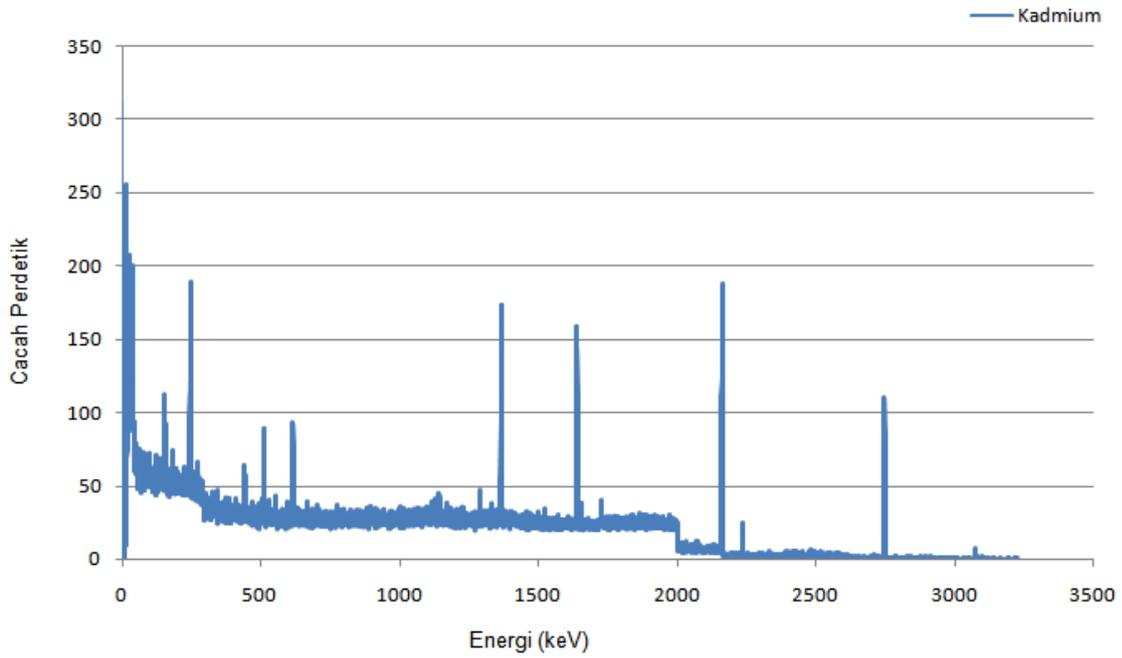
Nuklida yang telah mengalami proses iradiasi akan meluruh menjadi inti radionuklida disertai sinar γ . Seluruh energy γ yang diradiasi radionuklida itu akan ditangkap oleh detector HPGe. sinar γ yang dihasilkan dari peluruhan unsure-unsur radionuklida memiliki sidfat khas tertentu yang dapat digunakan untuk mengenali unsure radionuklida yang akan dicacah. Nilai energy sinar γ suatu radionuklida dipengaruhi oleh kelimpahan dan waktu paruh. Kelimpahan energi terbesar akan memberikan karakteristik yang baik karena puncak energiya akan terlihat jelas tanpa dipengaruhi oleh puncak *interference* (pengganggu) yang letaknya berdekatan dan berasal dari radionuklida lain. Waktu paruh

dapat digunakan untuk menentukan perkiraan lamanya iradiasi, peluruhan dan pencacahan cuplikan yang tepat.

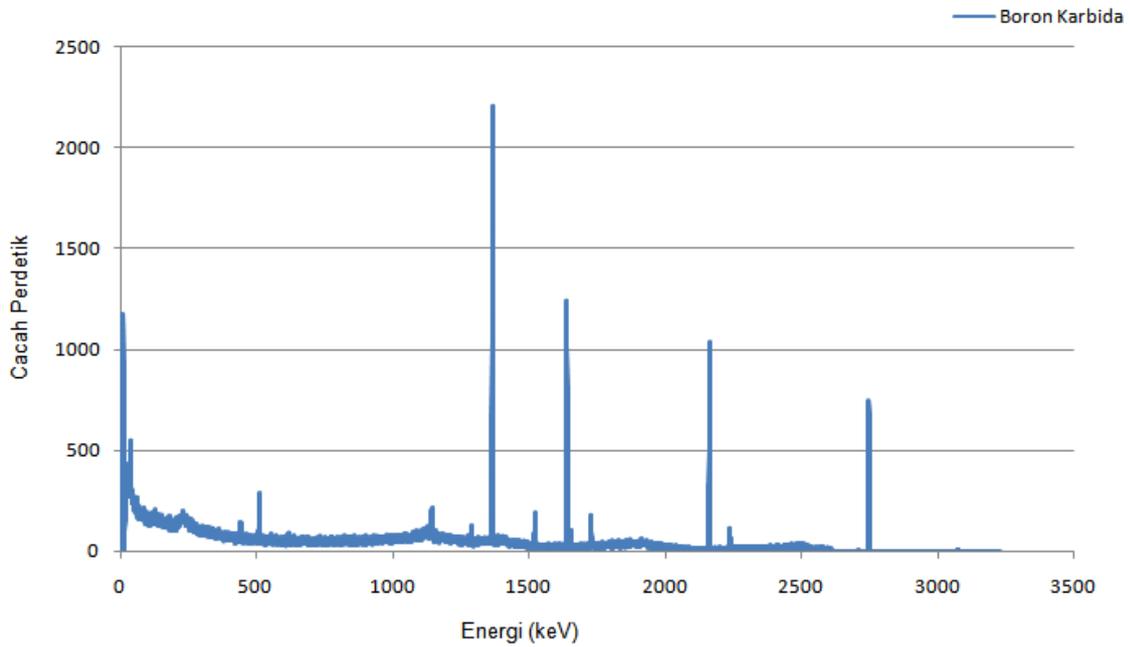
Radionuklida di dalam cuplikan yang telah teriradiasi umumnya memiliki lebih dari satu energy sinar γ dengan kelimpahan yang berbeda-beda pada waktu paruh yang sama. Contoh radionuklida ^{128}I yang memiliki dua energy, yaitu 442,90 keV dan 526,56 keV dengan waktu paruh 24,99 menit. Kelimpahan ^{128}I berada pada energy 442,90 keV, sebesar 16.90% dengan puncak energy sinar γ yang karakteristik terhadap unsur Iodine. Sedangkan energy 526,56 keV adalah energy puncak anhilasi sinar γ yang terpecah dari puncak utamanya akibat produksi berpasangan. Hasil cacahan BCR 06R dengan berbagai neutron filter dapat dilihat di bawah ini.



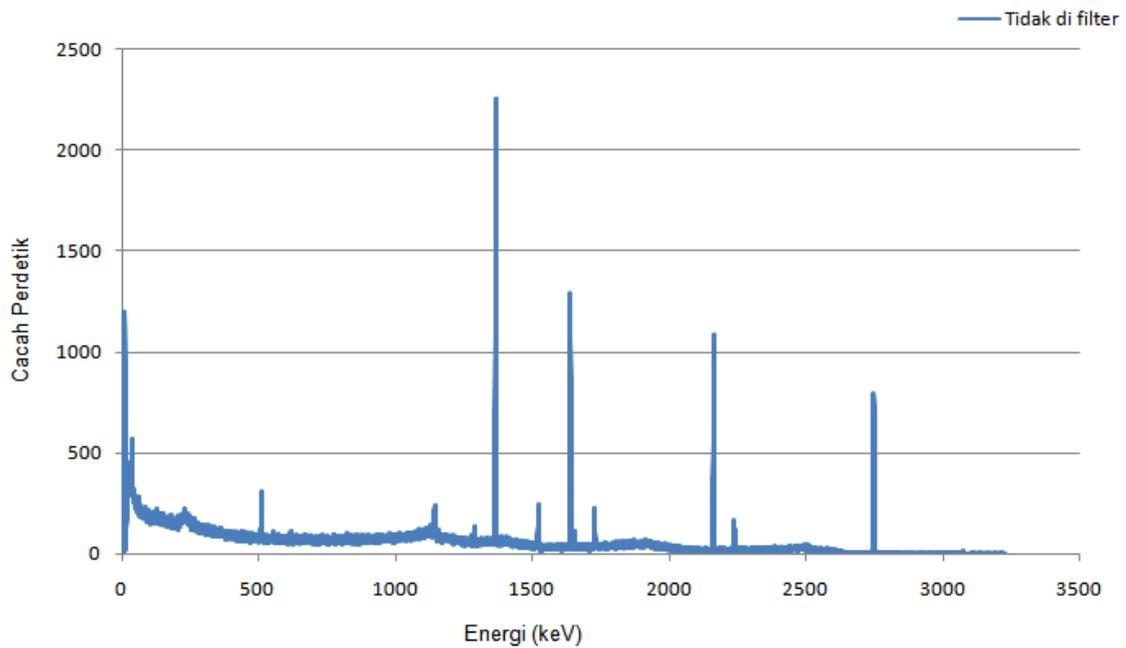
Gambar 5. Spektrum menggunkan filter fexi boron



Gambar 6. Spektrum menggunakan filter Kadmium

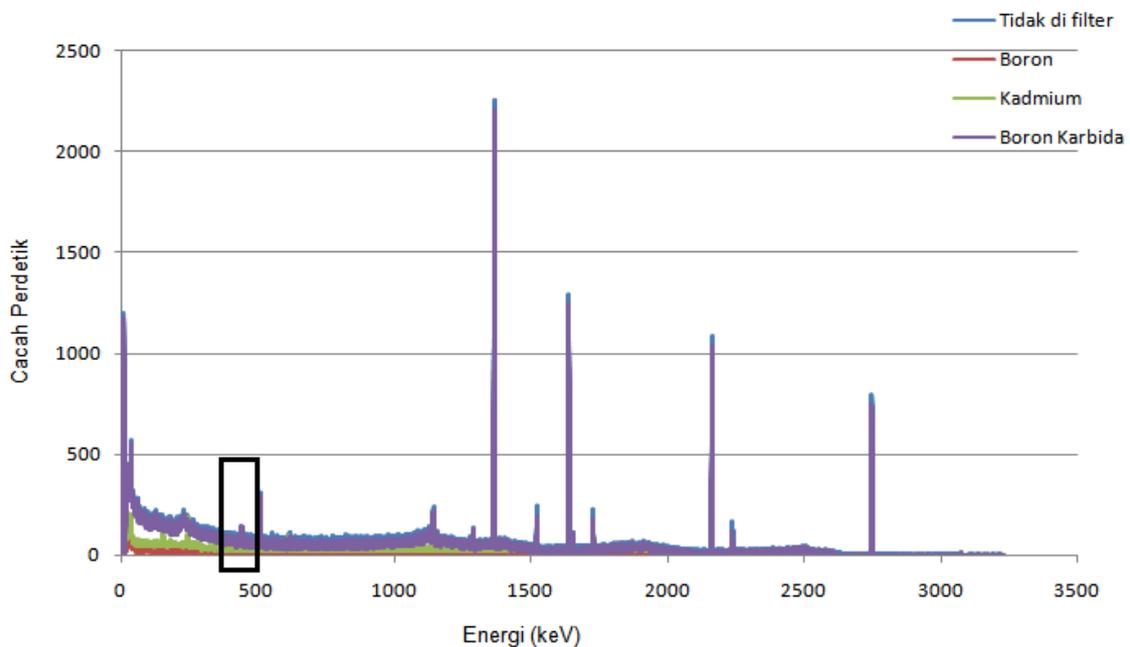


Gambar 7. Spektrum menggunakan filter Boron Karbida



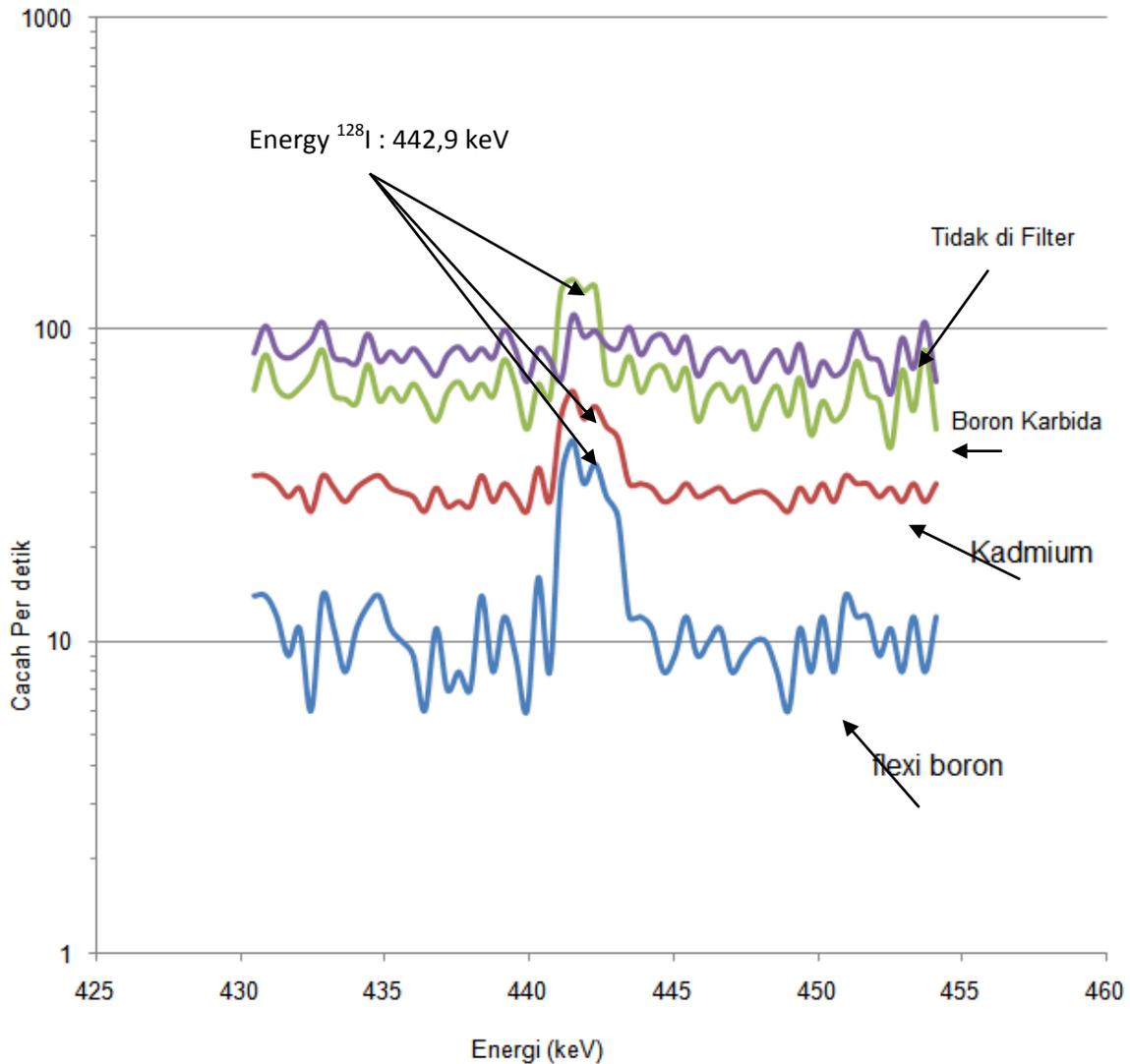
Gambar 8. Spektrum menggunakan filter tidak di filter

Dari keempat spektrum di atas apabila dilihat secara sekilas tidak tampak ada perbedaan, jika spektrum di atas digabungkan maka akan di hasilkan Gambar seperti dibawah ini



Gambar 9. Spektrum dengan menggunakan empat buah filter

Jika kita fokuskan pada energi ^{128}I (di dalam kotak hitam) di perbesar dan di buat dengan skala logaritmik akan terlihat seperti Gambar di bawah ini.



Gambar 10. Spektrum dengan 4 filter dengan skala logaritmik

Dari gambar di atas terlihat jelas perbedaannya bahwa dengan menggunakan fleksi boron dapat mereduksi radioaktivitas hampir 100x dibandingkan dengan tidak menggunakan filter dan puncak energi yang di cari pun yaitu ^{128}I tampak lebih ramping, sedangkan jika tidak menggunakan filter spectrometer tidak dapat mendeteksi puncak energy ^{128}I .

Paparan yang dihasilkan dari iradiasi menggunakan tiap filter adalah sebagai berikut.

No.	Nama Filter	Paparan mRem/jam
1.	Flexi Boron	200 – 300
2.	Boron Karbida	200 – 300
3.	Kadmium	300 - 400

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari percobaan yang dilakukan dan data di atas maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan neutron epithermal di RS-3 Reaktor RSG-GAS telah berhasil. Filter terbaik menggunakan fleksi boron dengan paparan terendah berkisar antara 200-300 mR/h, sedangkan dari hasil eksperimen memperlihatkan adanya spectrum energy 442,9 keV yang menurut acuan energy ini diemisikan oleh unsur Yodium (I) hasil reaksi dengan neutron epithermal.

Saran

Perlu dilakukan percobaan lanjutan untuk validasi dan penentuan unsur yodium secara kuantitatif. Serta

pengembangan neutron epithermal untuk waktu medium dan panjang.

DAFTAR PUSTAKA

1. **XIAOLIN HOU, KE WANG, CHFANG CHAI**, “*Epithermal neutron activation analysis and its application in the miniature neutron source reactor*” Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol 210, No. 1 (1996).
2. **BOWEN HM** Trace elements in biochemistry academic press, London 1966
3. **BAUKIS MA, KOUTRAS A, SOUVATZOGLOU A, EVANGELOPOULOU A, VRONTAKIS M. MOULOPOULOS SD** (1983) J Clin Endocrin Metab 57:859].
4. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/20838/3/Chapter%20II.pdf>
5. http://nhc.batan.go.id/lab_aan_ptbin.php
6. http://archaeometry.missouri.edu/naa_overview.html
7. **IAEA-TECDOC-564** “*Practical Aspects Of Operating A Neutron Activation Analysis Laboratory*” VIENNA, 1990