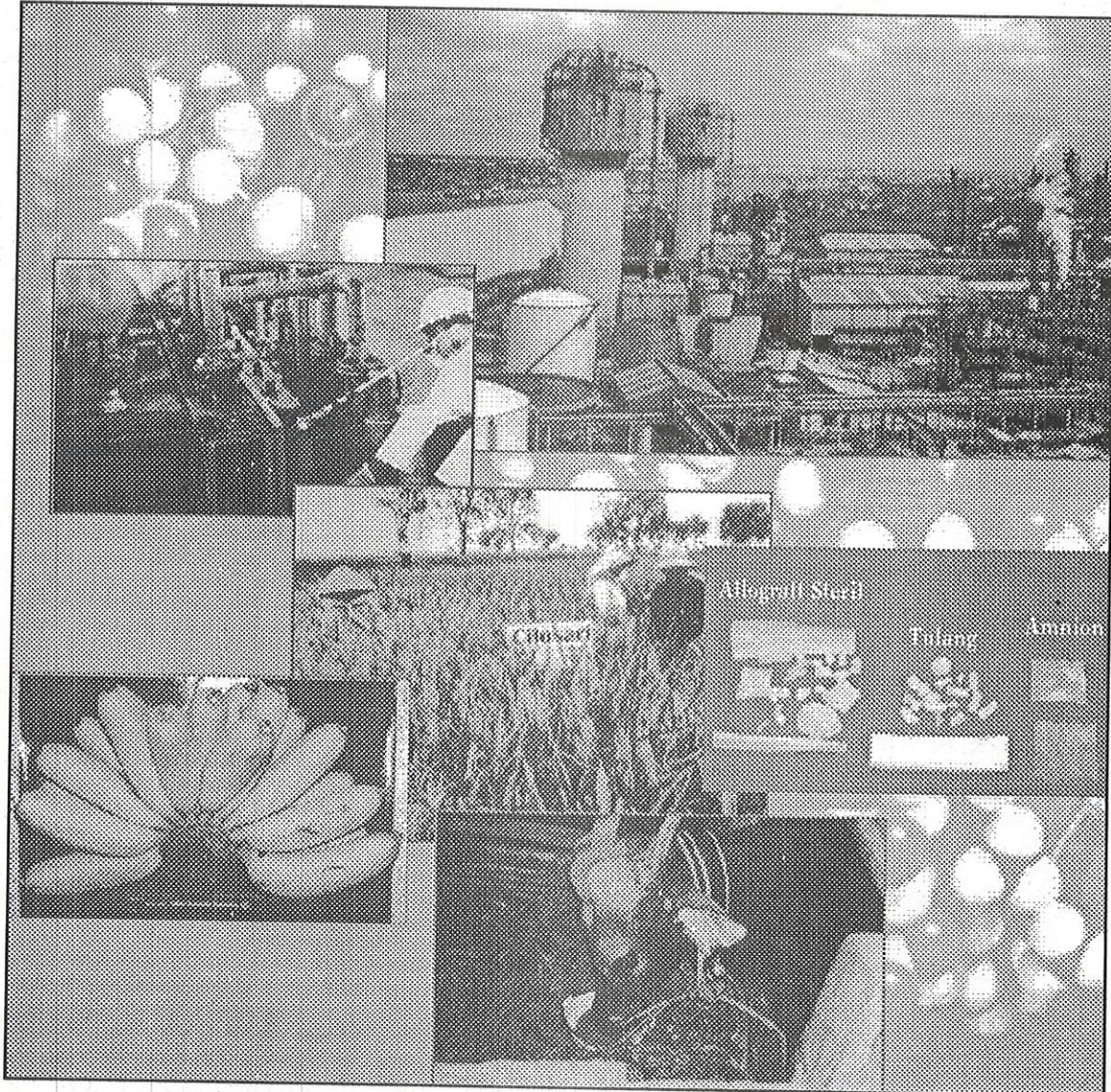


# RISALAH PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI



**Industri, Lingkungan, Kesehatan,  
Pertanian dan Peternakan**



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
PUSLITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI  
JAKARTA, 2002**

ISBN 979-870-5-9

RISALAH PERTEMUAN ILMIAH  
RESEPTAN DAN PENGEMBANGAN  
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI



Industri, Lingkungan, Kesehatan,  
Pertanian dan Peternakan

BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
PUSITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI  
JAKARTA, 2002



**RISALAH PERTEMUAN ILMIAH  
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI  
2 0 0 1**

Jakarta, 6 - 7 Nopember 2001

Industri, Lingkungan, Kesehatan,  
Pertanian dan Peternakan



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
PUSLITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI**

RISALAH PERTUNJUK HAJAH  
PENGEMBANGAN DAN PENERAPAN  
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI

2001

Jakarta, 6 - 7 Nopember 2001

Industri, Lingkungan, Kesehatan,  
Pertanian dan Peternakan



BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
PUSITANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI

**Penyunting :**

- |   |   |
|---|---|
| 1. Dra. Nazly Hilmy, Ph.D, APU          | P3TIR - BATAN                                     |
| 2. Dr. Ir. Moch. Ismachin, APU          | P3TIR - BATAN                                     |
| 3. Dr. F. Suhadi, APU                   | P3TIR - BATAN                                     |
| 4. Ir. Elsje L. Pattiradjawane, MS, APU | P3TIR - BATAN                                     |
| 5. Dr. Singgih Sutrisno, APU            | P3TIR - BATAN                                     |
| 6. Marga Utama, B.Sc, APU               | P3TIR - BATAN                                     |
| 7. Ir. Wandowo                          | P3TIR - BATAN                                     |
| 8. Dr. Made Sumatra, MS, APU            | P3TIR - BATAN                                     |
| 9. Dr. Mugiono, APU                     | P3TIR - BATAN                                     |
| 10. Drs. Edih Suwadji, APU              | P3TIR - BATAN                                     |
| 11. Dr. Sofjan Yatim                    | P3TIR - BATAN                                     |
| 12. Dr. Ishak, M.Sc. M.ID, APU          | P3TIR - BATAN                                     |
| 13. Dr. Nelly D. Leswara                | P3TIR - BATAN                                     |
| 14. Dr. Ir. Komaruddin Idris            | Universitas Indonesia<br>Institut Pertanian Bogor |

---

PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (2002 : JAKARTA), Risalah pertemuan ilmiah penelitian dan pengembangan aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 6 - 7 Nopember 2001 / Penyunting, Nazly Hilmy ... (et al) -- Jakarta : Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, 2002.  
1 jil.; 30 cm

Isi jil. 1. Industri, Lingkungan, Kesehatan, Pertanian dan Peternakan

**ISBN 979-95709-8-0**

1. Isotop - Seminar I. Judul II. Nazly Hilmy

---

541.388

**Alamat :** Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi  
Jl. Cinere Pasar Jumat  
Kotak Pos 7002 JKSKL  
Jakarta 12070  
Telp. : 021-7690709  
Fax. : 021-7691607; 7513270  
E-mail : p3tir@batan.go.id; sroji@batan.go.id  
Home page : <http://www.batan.go.id/p3tir>



## DAFTAR ISI

Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	iii
Laporan Ketua Panitia Pertemuan Ilmiah .....	vii
Sambutan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional .....	ix
<b>MAKALAH UNDANGAN</b>	
Strategi Pengembangan Sumber Daya Manusia untuk Pemberdayaan Usaha Kecil Menengah PROF. Dr. ERIYATNO (Deputi SDM - BPSD KUKM) .....	1
Role of Isotopes and Radiation for Industrial Development and Advance Materials Dr. TADAO SEGUCHI (TRCRE, JAERI) .....	5
Strategi Pengembangan Industri Nasional Memasuki Abad Ke-21 Dirjen Industrial Kimia, Agro dan Hutan Industri .....	9
<b>MAKALAH PESERTA</b>	
Penyelidikan tingkat kebocoran bendungan Jatiluhur dengan pendekatan isotop alam dan hidro-kimia PASTON SIDAURUK, INDROJONO, DJONO, EVA RISTA RISTIN, SATRIO, dan ALIP .....	25
Penyelidikan daerah imbuh air tanah Bekasi dengan teknik hidroisotop SYAFALNI, M. SRI SAENI, SATRIO, dan DJIJONO .....	33
Indikasi erosi di daerah perkebunan teh - gunung mas - Puncak - Jawa Barat menggunakan isotop alam <sup>137</sup> Cs NITA SUHARTINI, BAROKAH ALIYANTA, dan ALI ARMAN LUBIS .....	43
Penentuan konsentrasi <sup>226</sup> Ra dalam air minum dan perkiraan dosis interna dari beberapa lokasi di Jawa dan Sumatera SUTARMAN, MARZAINI NAREH, TUTIK INDIYATI, dan MASRUR .....	49
Daerah resapan air tanah cekungan Jakarta WANDOWO, ZAINAL ABIDIN, ALIP, dan DJIJONO .....	57
Radioaktivitas lingkungan pantai Makassar : Pemantauan unsur torium dan plutonium dalam sedimen permukaan A. NOOR, N. KASIM, Y.T. HANDAYANI, MAMING, MERLIYANI, dan O. KABI .....	65
Metode perunut untuk menganalisis sifat aliran air dalam jaringan pipa SUGIHARTO, PUGUH MARTYASA, INDROJONO, HARIJONO, dan KUSHARTONO..	69
Penentuan nilai $\delta^{34}\text{S}$ dalam pupuk dan aplikasinya untuk menentukan sumber sulfur pada air tanah kampung Loji Krawang E. RISTIN PUJI INDIYATI, ZAINAL ABIDIN, JUNE MELLAWATI, PASTON SIDAURUK, dan NENENG L.R., .....	75
Pembuatan komposit campuran serbuk kayu - poliester - serat sabut kelapa untuk papan partikel SUGIARTO DANU, DARSONO, PADMONO, dan ANGESTI BETTY .....	81
Kombinasi pelapisan permukaan kayu lapis Meranti ( <i>Shorea spp</i> ) dengan metode konvensional dan radiasi Ultra Violet DARSONO, dan SUGIARTO DANU .....	89

Studi kopolimerisasi radiasi stirena ke dalam film karet alam (Pengaruh dosis iradiasi dan kadar monomer) SUDRAJAT ISKANDAR, ISNI MARLIYANTI, dan MADE SUMARTI K. ....	95
Pengaruh pencucian dan pemanasan terhadap sifat fisik mekanik barang celup dari lateks alam iradiasi MADE SUMARTI K., MARGA UTAMA, dan DEVI LISTINA .....	103
Studi distribusi waktu tinggal pada proses pencampuran kontinu dengan model bejana berderet SUGIHARTO, INDROJONO, KUSHARTONO, dan IGA WIDAGDA .....	109
Studi radiasi latar belakang sinar Gamma di laboratorium Sedimentologi, P3TIR, BATAN dengan spektrometri Gamma ALI ARMAN LUBIS, BAROKAH ALIYANTA, dan DARMAN .....	117
Penentuan Uranium dan Thorium sedimen laut dengan metode aktif dan pasif ALI ARMAN LUBIS, dan JUNE MELLAWATI .....	125
Deteksi virus hepatitis B (VHB) dalam serum darah dengan teknik PCR ( <i>Polymerase Chain Reaction</i> ) LINA, M.R., DADANG S., dan SUHADI, F., .....	131
Pendahuluan pembuatan Kit Ria mikroalbuminuria untuk pemeriksaan albuminuria SUKIYATI D.J., SITI DARWATI, GINA M., DJOHARLY, TRININGSIH, dan SULAIMAN .....	137
Ekstraksi Uranium dari limbah cair artifisial dengan teknik membran cair aliran kontinu RUSDIANASARI, dan BUCHARI .....	143
Meningkatkan akurasi probabilitas pancaran sinar Gamma energi 165.9 keV untuk <sup>139</sup> Ba dengan peralatan koinsiden 4πβ-γ NADA MARNADA, dan GATOT WURDIYANTO .....	149
Efek demineralisasi dan iradiasi gamma terhadap kandungan Kalsium dan kekerasan tulang <i>Bovine</i> liofilisasi B. ABBAS, F. ANAS, S. SADJIRUN, P. ZAKARIA, dan N. HILMY .....	155
<i>Rejection study of cancelous allograft in emergency orthopaedic operation</i> MENKHER MANJAS, and NAZLY HILMY .....	161
<i>Experience of using amniotic membrane after circumcision</i> MENKHER MANJAS, ISMAL, and DODY EFMANSYAH .....	165
<i>Using amniotic membrane as wound covering after cesarean section operation</i> MENKHER M., and HELFIAL HELMI .....	169
Efek <i>Glutathione</i> terhadap daya tahan khamir <i>Schizosaccharomyces pombe</i> yang diiradiasi dalam N <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, dan O <sub>2</sub> NIKHAM .....	173
Radiolisis pati larut sebagai senyawa model polisakarida. I. Efek pelarut dan laju dosis iradiasi YANTI S. SOEBIANTO, SITI MEILANI S., dan DIAH WIDOWATI .....	181
Pengaruh iradiasi gamma terhadap derajat kekuningan ( <i>Yellowness Index</i> ) dan sifat mekanik plastik pengemas makanan RINDI P. TANHINDARTO, dan DIAN I. ....	191
Metode analisis unsur dengan spektrometri <i>total reflection x-ray fluorescence</i> YULIZON MENRY, ALI ARMAN LUBIS, dan PETER WOBRAUSCHEK .....	205

Pembentukan galur tanaman kacang tanah yang toleran terhadap Aluminium melalui kultur <i>in vitro</i> ALI HUSNI, I. MARISKA, M. KOSMIATIN, ISMIATUN, dan S. HUTAMI .....	215
Pembentukan kalus dan <i>spot</i> hijau dari kultur Antera galur mutan cabai keriting ( <i>Capsicum annuum</i> L.) secara <i>in vitro</i> AZRI KUSUMA DEWI, dan ITA DWIMAHYANI .....	221
Peningkatan toleransi terhadap Alumunium dan pH rendah pada tanaman kedelai melalui kultur <i>in vitro</i> IKA MARISKA, SRI HUTAMI, dan MIA KOSMIATIN .....	225
Efek radiasi sinar gamma dosis rendah pada pertumbuhan kultur jaringan tanaman ciplukan ( <i>Pysalis angulata</i> L.) ROSMIARTY A. WAHID .....	235
Pengujian galur mutan Sorghum generasi M4 terhadap kekeringan di Gunung Kidul SOERANTO, H., CARKUM, SIHONO, dan PARNO .....	241
Evaluasi penampilan fenotip dan stabilitas beberapa galur mutan kacang hijau di beberapa lokasi percobaan RIYANTI SUMANGGONO, dan SOERANTO HUMAN .....	247
Penggunaan pupuk hayati fosfat alam untuk meningkatkan produksi tanaman jagung di lahan kering HAVID RASJID, J. WEMAY, E.L. SISWORO, dan W.H. SISWORO .....	255
Pertumbuhan dan produksi kacang hijau pada kondisi ketersediaan air terbatas THOMAS .....	261
Peningkatan keragaman sifat agronomi tanaman melati <i>Jasminum sambac</i> (L.) W. Ait dengan teknik mutasi buatan LILIK HARSANTI, dan MUGIONO .....	273
Pengaruh sumber eksplan dan <i>Thidiazuron</i> dalam media terhadap regenerasi eksplan mutan nilam ( <i>Pogostemon cablin</i> Benth.) ISMIYATI SUTARTO, MASRIZAL, dan YULIASTI .....	281
Kombinasi bahan organik dan pupuk N inorganik untuk meningkatkan hasil dan serapan N padi gogo IDAWATI, dan HARYANTO .....	287
Kuantifikasi transformasi internal <sup>15</sup> N untuk memprediksi daya suplai Nitrogen pada lahan paska deforestasi I.P. HANDAYANI, P. PRAWITO, dan E.L. SISWORO .....	295
Pengaruh fosfat alam dan pupuk kandang terhadap efisiensi pemupukan P pada oxisol Sumatera Barat JOKO PURNOMO, KOMARUDDIN IDRIS, SUWARNO, dan ELSJE L. SISWORO .....	305
Studi kandungan unsur mikro pada UMMB sebagai suplemen pakan ternak ruminansia FIRSONI, YULIZON MENRY, dan BINTARA HER SASANGKA .....	313
Penggunaan suplemen pakan dan pemanfaatan teknik <i>radioimmunoassay</i> (RIA) untuk meningkatkan efisiensi Inseminasi Buatan (IB) TOTTI TJIPTOSUMIRAT, DADANG SUPANDI, dan FIRSONI .....	319
Pembuatan antibodi pada kelinci yang diimunisasi dengan <i>Brucella abortus</i> SUHARNI SADI .....	325

Pengaruh dosis inokulasi <i>Trypanosoma evansi</i> terhadap gambaran darah hewan inang mencit M. ARIFIN.....	333
Penentuan dosis iradiasi pada <i>Fasciola gigantica</i> (cacing hati) yang memberi perlindungan pada kambing B.J. TUASIKAL, M. ARIFIN, dan TARMIZI .....	337
Pengalihan jenis kelamin ikan nila gift ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) dengan pemberian hormon testosteron alami ADRIA P.M. HASIBUAN, dan JENNY M. UMAR .....	345
Pengamatan klinis dan serologis pada domba pasca vaksinasi L-3 iradiasi cacing <i>Haemonchus contortus</i> dalam uji skala lapangan SUKARJI PARTODIHARDJO, dan ENUH RAHARJO .....	349
Pengaruh iradiasi terhadap cemaran bakteri pada udang windu ( <i>Penaeus monodon</i> ) HARSOJO, DIDI ROHADI, LYDIA ANDINI S., dan ROSALINA S.H. ....	355
Kondisi optimal untuk penentuan radioaktivitas serangga hama bertanda P-32 dengan menggunakan pencacah sintilasi cair YARIANTO S., BUDI SUSILO, dan S. SUTRISNO .....	361
Kemandulan terinduksi radiasi pada hama kapas <i>Helicoverpa armigera</i> Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) dan kemandulan yang diturunkan pada generasi F1 SUHARYONO, dan S. SUTRISNO .....	367
Pengembangan parasitasi <i>Biosteres</i> sp pada larva <i>Bactrocera carambolae</i> (DREW & HANCOCK) sebagai komplementer teknik serangga mandul DARMAWI SIKUMBANG, INDAH A. NASUTION, M. INDARWATMI, dan ACHMAD N. KUSWADI .....	373
Pengaruh iradiasi gamma terhadap Thiamin & Riboflavin pada ikan tuna ( <i>T. thynnus</i> ) dan salem ( <i>Onchorhynchus gorbuscha</i> ) segar RINDY P. TANHINDARTO, FOX, J.B., LAKRITZ, L., dan THAYER, D.W. ....	379
Budidaya ikan Nila gift yang diberi pakan pelet kelapa sawit YENNI M.U., dan ADRIA P.M. ....	385
Sintesis hidrogel kopoli (2-hidroksi etil metakrilat/N-vinil pirrolidon) dengan iradiasi gamma dan imobilisasi ametrin ERIZAL .....	389

## PENENTUAN URANIUM DAN THORIUM SEDIMEN LAUT DENGAN METODE AKTIF DAN PASIF

Ali Arman Lubis dan June Mellawati  
Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN Jakarta

### ABSTRAK

Penentuan uranium (U) dan thorium (Th) telah dilakukan dengan metode aktif dan pasif pada contoh sedimen laut. Pada metode aktif, sampel diiradiasi menggunakan neutron termal dengan fluks  $10^{13}$  n.cm<sup>-2</sup>.detik<sup>-1</sup> di Reaktor Riset Serbaguna, Siwabessy BATAN Serpong, U dan Th kemudian ditentukan berdasarkan reaksi  $^{238}\text{U}(n,\gamma)^{239}\text{Np}$  dan  $^{232}\text{Th}(n,\gamma)^{233}\text{Pa}$  pada energi 277,6 keV dan 311,8 keV. Pada metode pasif, U dan Th ditentukan dari masing-masing anak luruhnya yaitu  $^{214}\text{Pb}$  dan  $^{212}\text{Pb}$  pada energi 351,92 keV dan 238,63 keV. Analisis kuantitatif dilakukan dengan membandingkan sampel terhadap standar acuan IAEA SL-1 (metode aktif) dan IAEA-375 (metode pasif). Konsentrasi U dan Th pada contoh sedimen laut menggunakan kedua metode menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda.

### ABSTRACT

The determination of uranium (U) and thorium (Th) has been done using active and passive method in sea sediment samples. In the active method, samples were irradiated in the Research Reactor, Siwabessy BATAN, Serpong at a thermal neutron with fluxes  $10^{13}$  n.cm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>. U and Th was determined as  $^{238}\text{U}(n,\gamma)^{239}\text{Np}$  and  $^{232}\text{Th}(n,\gamma)^{233}\text{Pa}$  at energies of 277,6 keV and 311,8 keV, respectively. In the passive method, U and Th was determined from the daughters product of  $^{214}\text{Pb}$  and  $^{212}\text{Pb}$  at energies of 351.92 keV and 238.63 keV, respectively. Quantitative analysis was done by comparing the sample with reference materials IAEA SL-1 (active method) and IAEA-375 (passive method). Concentration of U and Th on the sea sediment sample using both methods show that the results are close with each other.

**Kata Kunci :** Uranium, Thorium, Aktivasi Neutron, Aktif, Pasif, Spektrometri Gamma

### PENDAHULUAN

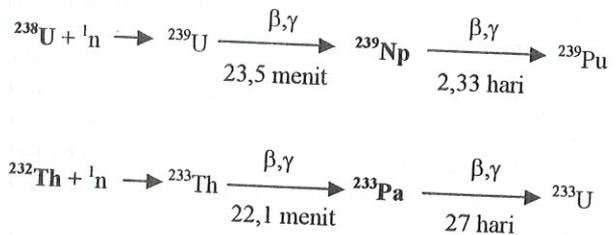
Penelitian tentang keberadaan radionuklida alam seperti uranium dan thorium pada sampel lingkungan seperti air, tanah, sedimen telah banyak dilakukan dengan tujuan antara lain untuk dijadikan data base dan monitoring lingkungan.

Penentuan uranium dan thorium telah dilakukan menggunakan berbagai metode antara lain dengan spektrometri alpha<sup>(1)</sup>, *Solid State Nuclear Track Detectors* (SSNTD)<sup>(2)</sup>, *Liquid Scintillation Counting* (LSC)<sup>(3)</sup>. Penentuan dengan metode spektrometri alpha U dan Th ditentukan secara langsung dari  $^{238}\text{U}$  dan  $^{232}\text{Th}$  karena masing-masing memancarkan sinar alpha. Akan tetapi sebelumnya harus dilakukan preparasi sampel untuk memisahkan uranium dan thorium dari unsur lainnya, disamping itu preparasi juga berfungsi untuk pemekatan konsentrasi U dan Th agar dapat diukur dengan detektor alpha. Metode LSC memerlukan preparasi untuk ekstraksi U dan Th, selanjutnya pengukuran dilakukan menggunakan instrumen LSC yang dilengkapi dengan pemisah antara sinar alpha dan beta yang dipancarkan oleh sampel. Pada metode SSNTD konsentrasi U dan Th ditentukan dari foto hasil pancaran sinar alpha pada film yang diletakkan pada posisi tertentu dekat sampel.

Pada penelitian ini dikembangkan suatu teknik penentuan U dan Th menggunakan metode aktif dan pasif, pengukuran dilakukan dengan spektrometer

gamma menggunakan contoh sedimen laut. Hasil penelitian diharapkan dapat menyumbangkan metode yang telah ada dan menambah khasanah ilmu pengetahuan, khususnya berkaitan dengan pengukuran radioaktivitas lingkungan.

Penentuan U dan Th dengan metode aktif<sup>(5,6)</sup> dilakukan berdasarkan reaksi aktivasi neutron sebagai berikut :



Pada proses tersebut,  $^{238}\text{U}$  dan  $^{232}\text{Th}$  ditentukan dari  $^{239}\text{Np}$  dan  $^{233}\text{Pa}$ . Kedua radionuklida ini memancarkan radiasi gamma pada energi 277,6 keV dan 311,8 keV yang dapat diukur dengan spektrometer gamma. Sedangkan pada metode pasif<sup>(5,6)</sup>, penentuan U dan Th ditentukan melalui salah satu anak luruhnya yaitu  $^{214}\text{Pb}$  dan  $^{212}\text{Pb}$  yang telah mencapai kesetimbangan sekuler antara induk U dan Th dengan anak luruhnya.

## BAHAN DAN METODE

**Bahan.** Pada percobaan ini digunakan 13 sampel sedimen laut dari lokasi yang berbeda dari pesisir Gresik, Jawa Timur. Sebagai bahan standar acuan untuk penentuan kuantitatif digunakan standar IAEA SL-1 untuk metode aktif dan IAEA-375 untuk metode pasif.

**Peralatan.** Pada percobaan digunakan peralatan perangkat Spektrometer Gamma, dengan detektor Germanium kemurnian tinggi (*High Pure Germanium, HPGe*). Detektor dilengkapi dengan *shielding* terbuat dari Pb setebal 10 cm yang dilapisi dengan lembaran Cu dan Cd pada sebelah dalam. Volume detektor adalah 57,54 cm<sup>3</sup> dengan resolusi 2,3 keV pada pengukuran <sup>60</sup>Co energi 1332,5 keV dan efisiensi relatif terhadap detektor NaI(Tl) 3x3" adalah 10 %. Komputer dilengkapi perangkat lunak penganalisis salur ganda (*Mulichannel Analyzer AccuSpec* dengan 8192 nomor salur.

Peralatan penunjang yang digunakan adalah oven, kontainer plastik volume 300 mL, alat penggerus (*mortar dan stamfer*) dari agate, vial polietilen volume 1,48 mL, ayakan 100 mesh dan beberapa alat gelas lainnya.

**Metode. Preparasi sampel dan analisis.** Sampel dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 105°C selama 24 jam, kemudian digerus menggunakan *stamfer* dan *mortar* dari *agate*, dan diayak hingga kehalusan 100 mesh.

Preparasi sampel untuk pengukuran dengan metode aktif dilakukan dengan menimbang masing-masing sampel dan standar SL-1 sebanyak 200 mg, dan dimasukkan kedalam vial polietilen, kemudian vial tersebut dibungkus dengan foil aluminium dan dimasukkan ke dalam kontainer polietilen untuk persiapan aktivasi neutron.

Iradiasi dilakukan bersama-sama menggunakan neutron termal, dengan fluks  $3 \times 10^{13}$  n.cm<sup>-2</sup>.detik<sup>-1</sup> selama 15 menit, di Reaktor Riset Serbaguna Siwabessy, BATAN Serpong. Sampel didiamkan (*cooling time*) selama 7 hari, untuk mengurangi gangguan dari radionuklida berumur paro pendek seperti <sup>24</sup>Na dan <sup>82</sup>Br. Sampel, standar acuan dan blanko diukur secara bergantian, masing-masing selama 30 menit. Selanjutnya U dan Th diukur masing-masing dari <sup>239</sup>Np pada energi 277,6 keV dan <sup>233</sup>Pa pada energi 311,8 keV menggunakan peralatan Spektrometer Gamma.

Pada metode pasif, sampel dan standar IAEA-375 ditimbang sebanyak 200 gram dan dimasukkan ke dalam kontainer plastik. Kemudian ditutup rapat dan dibiarkan selama 1 bulan agar tercapai kesetimbangan sekuler antara U dan Th dengan masing-masing anak luruhnya dan juga untuk menghindari kemungkinan terjadinya penguapan gas radon (<sup>222</sup>Rn dan <sup>220</sup>Rn) dari sampel. Selanjutnya sampel dan standar tersebut dipersiapkan untuk pencacahan.

Sampel dan standar acuan (IAEA-375) bergantian diukur menggunakan peralatan Spektrometer Gamma. Lamanya pencacahan sekitar 24 jam. U

ditentukan melalui anak luruhnya, yaitu <sup>214</sup>Pb pada energi 351,92 keV, sedangkan Th dari anak luruhnya, yaitu <sup>212</sup>Pb pada energi 238,35 keV.

Sebelum dilakukan pencacahan sampel, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi detektor untuk menentukan hubungan antara energi dan nomor salur menggunakan sumber standar <sup>152</sup>Eu aktivitas 0,22 µCi ± 2,5 % (17 juni 1994).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektrum hasil pengukuran salah satu sampel dengan metode aktif dan pasif dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Data hasil penentuan U dan Th menggunakan metode aktif dan pasif ditampilkan pada Tabel 2. Analisis kuantitatif dengan metode aktif pada sampel sedimen laut diperoleh dengan membandingkan dengan standar acuan IAEA SL-1, sedangkan perhitungan dengan metode pasif dibandingkan dengan standar acuan IAEA-375, menggunakan persamaan berikut ini<sup>(4)</sup>:

$$W_{\text{sampel}} = \frac{CPS_{\text{sampel}}}{CPS_{\text{standar}}} W_{\text{standar}}$$

dimana : W = berat unsur yang diperhatikan,  
CPS = laju cacah

Percobaan dengan metode aktif, <sup>238</sup>U dan <sup>232</sup>Th ditentukan berdasarkan pengukuran <sup>239</sup>Np dan <sup>233</sup>Pa pada energi 277,6 keV dan 311,8 keV, terlihat pada Gambar 1. <sup>239</sup>Np mempunyai 5 puncak energi dengan probabilitas yang berbeda. Probabilitas yang tertinggi berada pada energi 106,12 keV yaitu 22,85 %, kemudian pada energi 277,6 keV yaitu 14,20 %. Akan tetapi energi yang sesuai dalam penentuan U adalah 277,6 keV karena pada energi tersebut tidak ada interferensi dari radionuklida lain. Sedangkan <sup>233</sup>Pa mempunyai 7 puncak energi dengan probabilitas tertinggi adalah pada energi 3118 keV yaitu 36 %, dan pada energi tersebut tidak ada interferensi dari radionuklida lain, sehingga penentuan Th diperoleh dari energi tersebut.

Waktu paro masing-masing <sup>239</sup>Np dan <sup>233</sup>Pa yaitu 2,35 hari dan 27 hari. Dengan waktu paro yang demikian, adalah cukup untuk melakukan pencacahan. Sampel hasil aktivasi tidak dapat diukur langsung, namun terlebih dahulu didiamkan (*cooling time*) selama 1 minggu. Hal ini dilakukan untuk mengurangi pengaruh dari gangguan radionuklida <sup>24</sup>Na (waktu paro 14,96 jam) dan <sup>82</sup>Br (waktu paro 35,5 jam). Seperti diketahui bahwa pada sampel sedimen laut mengandung senyawa Na dan Br yang cukup tinggi, sehingga sangat mempengaruhi saat dilakukan pengukuran.

Percobaan dengan metode pasif, konsentrasi <sup>238</sup>U (induk deret uranium) dan <sup>232</sup>Th (induk deret thorium) tidak dapat ditentukan secara langsung dari kedua induk tersebut, karena keduanya memancarkan sinar alpha. Sehingga <sup>238</sup>U dan <sup>232</sup>Th dapat ditentukan dari masing-

masing anak luruhnya yaitu  $^{214}\text{Pb}$  dan  $^{212}\text{Pb}$ .  $^{214}\text{Pb}$  mempunyai 3 puncak energi dengan probabilitas tertinggi sebesar 37,10 % adalah pada energi 351,87 keV, dan pada energi tersebut tidak terdapat interferensi dari radionuklida lain. Demikian juga halnya dengan  $^{212}\text{Pb}$  yang mempunyai 2 puncak energi dan probabilitas tertinggi sebesar 53,65 % berada pada energi 238,63 keV.

Penentuan U dan Th dari  $^{214}\text{Pb}$  dan  $^{212}\text{Pb}$  didasarkan pada kesetimbangan sekuler antara induk dan anak luruhnya. Kesetimbangan tersebut dianggap tercapai dalam waktu sekitar 1 bulan. Sehingga pencacahan dapat dilakukan setelah sampel ditutup dan didiamkan minimal 1 bulan. Disamping itu karena dari U dan Th hingga menuju  $^{214}\text{Pb}$  dan  $^{212}\text{Pb}$ , melalui salah satu anak luruh yang berbentuk gas yaitu radon ( $^{220}\text{Rn}$  dan  $^{222}\text{Rn}$ ) dengan waktu paro masing-masing 55,6 detik dan 3,8 hari. Hal ini yang mengharuskan sampel ditutup rapat agar radon tidak terbuang, dan lamanya sekitar 7 kali waktu paro untuk dapat dianggap telah tercapai kesetimbangan sekuler.

Batas deteksi konsentrasi minimum (*Minimum Detectable Concentration, MDC*) dihitung pada tingkat kepercayaan 95 %, berdasarkan persamaan berikut :

$$MDC = \frac{4,66\sqrt{N_B / t_B}}{\text{Eff} \cdot P_\gamma \cdot W}$$

dimana  $N_B$  = laju cacah latar belakang (cps),  
 $t_B$  = waktu pencacahan (detik),  
 Eff = efisiensi detektor (%)  
 $P_\gamma$  = probabilitas sinar gamma (%)  
 W = berat sampel (g).

Batas deteksi konsentrasi minimum U dan Th pada contoh sedimen laut menggunakan kedua metode dicantumkan pada Tabel 1. MDC dari U dengan metode aktif sekitar dua kali MDC metode pasif, akan tetapi terdapat kondisi sebaliknya pada MDC dari Th. Perbedaan ini disebabkan salah satunya karena pengaruh perbedaan energi yang digunakan yang secara langsung mempengaruhi besarnya radiasi latar belakang (*background*). Hal ini sesuai dengan karakteristik detektor HPGe yang digunakan (Gambar 1 dan Gambar 2) yaitu besarnya radiasi latar belakang semakin kecil dengan bertambahnya energi sebagai akibat dari efek Compton dan foto listrik. Pada penelitian ini, penentuan U dengan metode aktif diperoleh dari luasan dibawah kurva pada energi 277,6 keV sedangkan dengan metode pasif adalah pada energi 311,8 keV. Sementara itu dalam penentuan Th dengan metode aktif diperoleh dari luasan dibawah kurva pada energi 351,92 keV dan dengan metode pasif pada energi 238,35 keV. Penyebab yang lain dari perbedaan MDC tersebut adalah karena perbedaan efisiensi dan probabilitas sinar gamma pada energi yang digunakan.

Hasil analisis kuantitatif U dan Th pada contoh sedimen laut seperti ditunjukkan pada Tabel 2, semua data baik dengan menggunakan metode aktif maupun pasif, berada di atas batas deteksi konsentrasi minimum (MDC) seperti tercantum pada Tabel 1.

Dari hasil yang tercantum di Tabel 2, bahwa penentuan dengan metode aktif dan pasif memberikan konsentrasi yang berbeda baik U maupun Th. Secara umum dapat dilihat bahwa dengan metode aktif memberikan nilai yang lebih besar terhadap metode pasif untuk keduanya U dan Th (dengan tanda +). Hanya pada sampel 9 yang memberikan perbedaan yang negatif untuk Th, sedangkan pada U terdapat 5 sampel yang memberikan perbedaan negatif.

Persentase perbedaan antara metode aktif dan pasif dalam penentuan U dan Th berada rata-rata dibawah 10 %, hal ini menunjukkan bahwa kedua metode memberikan hasil yang mendekati satu dengan lainnya.

Hasil yang tercantum pada Tabel 2, digambarkan dalam bentuk histogram seperti terlihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. Dapat dilihat pada Gambar 3 untuk penentuan U, kedua metode memberikan nilai yang hampir mendekati. Demikian juga halnya pada Gambar 4 menunjukkan bahwa dalam penentuan Th menggunakan metode aktif dan pasif memberikan nilai yang tidak jauh berbeda.

## KESIMPULAN

U dan Th dapat ditentukan dengan metode aktif yang diperoleh dari hasil aktivasi neutron dengan pengukuran produk hasil aktivasi yaitu  $^{239}\text{Np}$  dan  $^{233}\text{Pa}$  pada energi 277,6 keV dan 311,8 keV, ataupun metode pasif yaitu pengukuran anak luruhnya yaitu  $^{214}\text{Pb}$  dan  $^{212}\text{Pb}$  pada energi 351,92 keV dan 238,35 keV, dengan asumsi bahwa telah tercapai ketimbangan sekuler antara U dan Th dengan anak luruhnya yaitu  $^{214}\text{Pb}$  dan  $^{212}\text{Pb}$ . Hasil analisis kuantitatif kedua metode ini memberikan nilai yang mendekati yaitu perbedaan rata-rata dibawah 10 % untuk U dan Th. Kedua metode memiliki karakteristik yang berbeda dengan kelebihan dan kekurangan satu terhadap lainnya dan dapat digunakan untuk menentukan U dan Th dalam contoh sedimen laut.

## DAFTAR PUSTAKA

1. VARGAS, J.M., TOME, V. F., SANCHEZ, M.A., *Distribution of Uranium and Thorium in Sediments and Plants from a Granitic Fluvial Area*, Applied Radiation and Isotopes, (48) NO.8 (1997) 1137-1143.
2. MISDAQ, M.A., BACKCHI, A., KTATA, A., *Determination of Uranium and Thorium Contents inside Different Materials Using Track Detectors and Mean Critical Angles*, Applied Radiation and Isotopes, (51) (1999) 209-215.
3. SANCHEZ, M.A., MONTERO, R. M. P., ESCOBAR, G.V., *Radioactivity in Bottled Mineral Waters*, Applied Radiation and Isotopes, (50) (1999) 1049-1055.

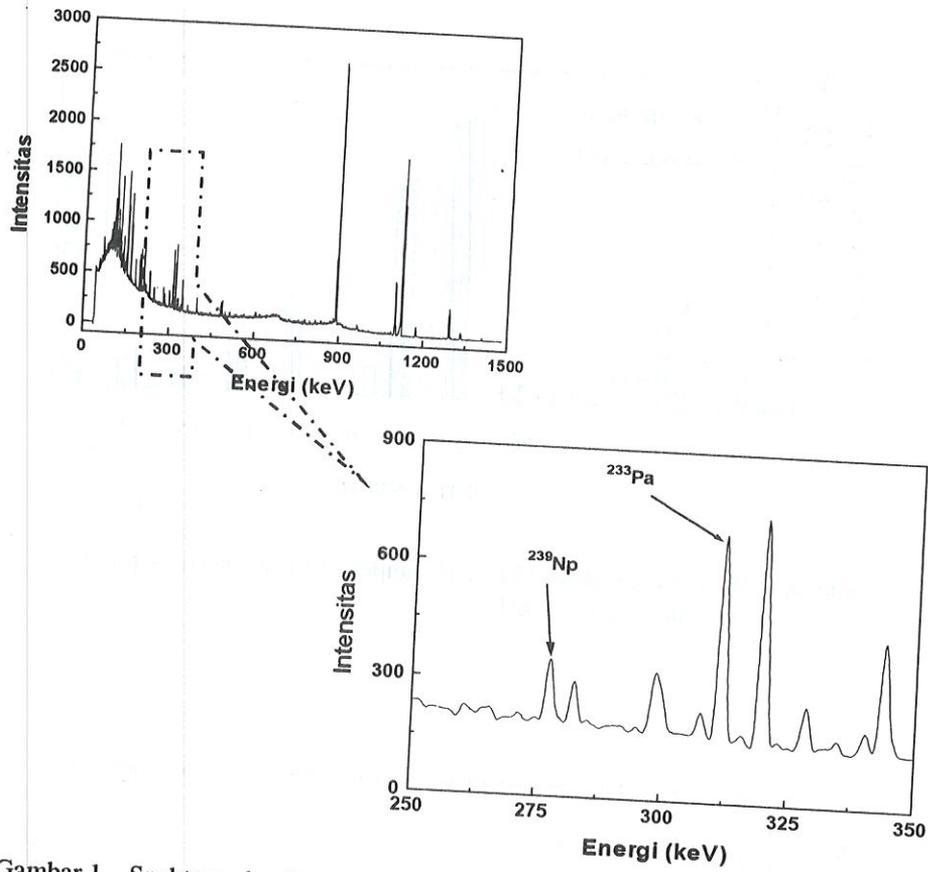
4. IAEA, Practical Aspects of Operating a Neutron Activation Analysis Laboratory, IAEA-TECDOC-564, Vienna, 1990.
5. HASSAN, A.M., WAHHAB, A.M., NADA, A., EL-DINE, W.N., KHAZBAK, A., Determination of Uranium and Thorium in Egyptian Monazite by Gamma-Ray Spectrometry, Applied Radiation and Isotopes, (48) NO.1 (1997) 149-152.
6. ZAIDI, J.H., ARIF, M., AHMAD, S., FATIMA, I., QURESHI, IH., Determination of Natural Radioactivity in Building Materials Used in The Rawalpindi/Islamabad Area by Gamma Ray Spectrometry and Instrumental Activation Analysis, Applied Radiation and Isotopes 51 (1999) 559-564.

Tabel 1. Konsetrasi deteksi minimum untuk U dan Th pada contoh sedimen laut menggunakan metode aktif dan pasif

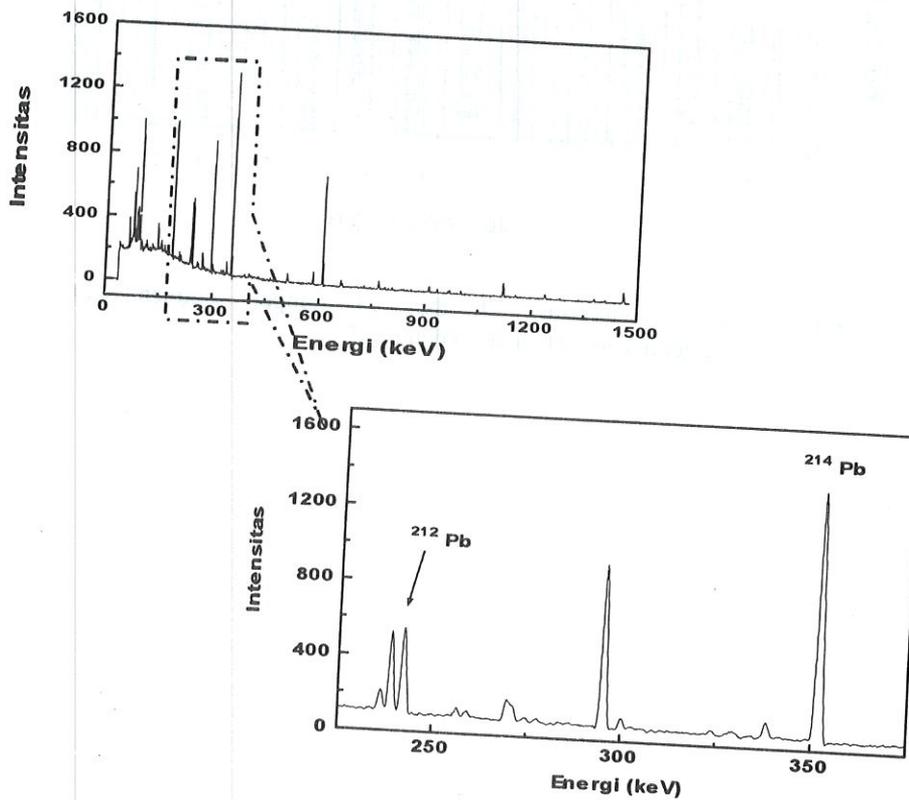
Metode	U		Th	
	Aktif (277,6 keV)	Pasif (311,8 keV)	Aktif (351,92 keV)	Pasif (238,35 keV)
MDC	0,72 ppm	0,35 ppm	0,25 ppm	0,44 ppm

Tabel 2. Hasil pengukuran U dan Th dalam sampel sedimen laut menggunakan metode aktif dan pasif, standar deviasi dengan tingkat kepercayaan 95 %, nilai dalam tanda kurung adalah persentase perbedaan antara metode aktif dan pasif terhadap nilai rata-rata keduanya

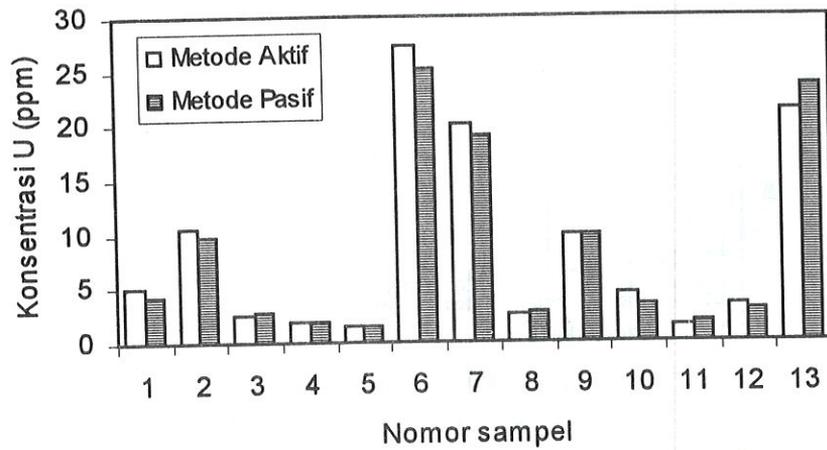
Sam- pel	Konsentrasi U (ppm)			Konsentrasi Th (ppm)		
	Aktif	Pasif	Beda	Aktif	pasif	Beda
1	4,97 ± 0,61	4,14 ± 0,15	+0,83(9)	4,63 ± 0,19	4,61 ± 0,19	+0,02(1)
2	10,64 ± 2,29	9,81 ± 0,14	+0,83(4)	5,89 ± 0,13	5,25 ± 0,12	+0,64(6)
3	2,57 ± 0,16	2,84 ± 0,11	-0,27(5)	5,01 ± 0,13	4,24 ± 0,08	+0,77(8)
4	1,93 ± 0,55	1,99 ± 0,12	-0,06(2)	4,55 ± 0,11	3,95 ± 0,18	+0,60(7)
5	1,52 ± 0,08	1,39 ± 0,08	+0,13(4)	4,95 ± 0,08	4,10 ± 0,12	+0,85(9)
6	27,52 ± 0,63	25,19 ± 2,52	+2,23(4)	5,86 ± 0,11	5,09 ± 0,33	+0,77(7)
7	20,07 ± 1,48	18,99 ± 1,18	+1,08(3)	6,42 ± 0,12	5,63 ± 0,09	+0,79(7)
8	2,59 ± 0,45	2,85 ± 0,95	-0,26(5)	4,84 ± 0,08	4,25 ± 1,01	+0,59(6)
9	10,03 ± 1,61	9,92 ± 0,61	+0,11(1)	4,83 ± 0,11	5,00 ± 0,99	-0,17(2)
10	4,48 ± 0,44	3,46 ± 0,14	+1,02(12)	4,51 ± 0,10	3,81 ± 0,22	+0,70(8)
11	1,51 ± 0,89	1,81 ± 0,06	-0,30(9)	4,84 ± 0,11	4,35 ± 0,87	+0,49(6)
12	3,48 ± 0,54	2,88 ± 0,08	+0,60(9)	5,18 ± 0,13	4,95 ± 1,05	+0,23(2)
13	21,36 ± 0,58	23,76 ± 0,38	-2,40(5)	5,06 ± 0,10	5,03 ± 1,52	+0,03(3)



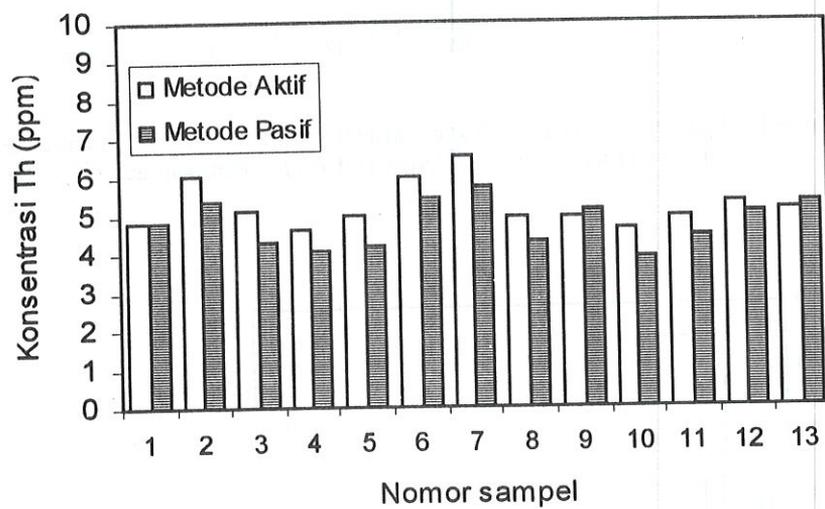
Gambar 1. Spektrum hasil pengukuran sampel sedimen laut dengan metode aktif (atas), U ditentukan dari  $^{239}\text{Np}$  dan dan Th ditentukan dari  $^{233}\text{Pa}$  (bawah).



Gambar 2. Spektrum hasil pengukuran sampel sedimen laut dengan metode pasif (atas), U ditentukan dari  $^{214}\text{Pb}$  dan dan Th ditentukan dari  $^{212}\text{Pb}$  (bawah)



Gambar 3. Kurva konsentrasi U dari 13 sampel sedimen laut menggunakan metode aktif dan pasif



Gambar 4. Kurva konsentrasi Th dari 13 sampel sedimen laut menggunakan metode aktif dan pasif