

**RISALAH PERTEMUAN ILMIAH  
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI  
1999/2000**

Jakarta, 23 - 24 Februari 2000

**Tema :  
Peranan Teknologi Isotop dan Radiasi  
untuk Mensejahterakan Masyarakat**



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



Penyunting :	1. Dr. F. Suhadi, APU	P3TIR - BATAN
	2. Dr. Ir. Moch. Ismachin, APU	P3TIR - BATAN
	3. Ir. Simon Manurung, M.Sc	P3TIR - BATAN
	4. Ir. Elsje L. Sisworo, M.Si, APU	P3TIR - BATAN
	5. Dra. Nazly Hilmy, Ph.D, APU	P3TIR - BATAN
	6. Dr. Singgih Sutrisno, APU	P3TIR - BATAN
	7. Marga Utama, B.Sc, APU	P3TIR - BATAN
	8. Ir. Wandowo	P3TIR - BATAN
	9. Dr. Made Sumatra, M.Si	P3TIR - BATAN
	10. Dr. Darmawan Darwis	P3TIR - BATAN
	11. Hendig Winarno, M.Sc	P3TIR - BATAN
	12. Dr. Nelly D. Leswara	(Universitas Indonesia)
	13. Dr. Komarudin Idris	(Institut Pertanian Bogor)

---

PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI (2000 : JAKARTA), Risalah pertemuan ilmiah penelitian dan pengembangan teknologi isotop dan radiasi, Jakarta, 23 - 24 Februari 2000 / Penyunting, F. Suhadi ... (et al) -- Jakarta : Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, 2000.  
1 jil. ; 30 cm

Isi jil. 1. Pertanian, peternakan, proses industri, hidrologi, dan lingkungan

ISBN 979-95709-5-6

1. Isotop - Seminar I. Judul II. Suhadi, F.

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 pairlib@hotmail.com; sroji@batan.go.id



## **PENGANTAR**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional (P3TIR-BATAN) telah menyelenggarakan Pertemuan Ilmiah Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi ke 12, di Jakarta tanggal 23 dan 24 Februari 2000. Pertemuan ilmiah ini bertujuan untuk menyebarluaskan hasil-hasil penelitian teknologi isotop dan radiasi serta sebagai sarana tukar menukar informasi diantara para peneliti serta para peneliti dan industriawan guna lebih mendayagunakan teknologi isotop dalam bidang industri dan untuk lebih memperluas wawasan para peneliti.

Pertemuan ilmiah ini dihadiri oleh 176 orang peserta (45 orang peserta undangan dan 131 orang peserta lainnya) yang terdiri dari para ilmuwan dan peneliti baik dari lingkungan Batan maupun dari berbagai instansi pemerintah seperti Menteri Negara Riset dan Teknologi, Departemen Kesehatan, Balai Penelitian Bioteknologi - Bogor (BalitBio), Balai Penelitian Veterinaria - Bogor, Pusat Veterinaria - Surabaya (Pusvetma); Perguruan tinggi yaitu Universitas Indonesia -Jakarta, Institut Pertanian Bogor, Universitas Andalas - Padang, Universitas Brawijaya - Malang dan Universitas Udayana - Bali; serta pihak swasta yaitu PT. Perkasa Sterilindo, PT. Pupuk Sriwijaya, PT. Indo Farma, PT. Ristra Indolabs, Japan Atomic Industrial Forum (JAIF), Japan Atomic Energi Research Institute, Japan.

Risalah pertemuan ilmiah ini memuat seluruh makalah yang dipresentasikan dalam pertemuan tersebut yaitu 6 makalah utama/undangan dan 39 makalah peserta. Sedangkan makalah yang tidak dipresentasikan, tidak dimuat dalam risalah ini.

Risalah pertemuan ini diharapkan dapat menambah sumber informasi dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan teknologi nuklir bagi pihak yang membutuhkan untuk menunjang pembangunan nasional dimasa datang.

Penyunting,



## DAFTAR ISI

Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	iii
Laporan Ketua Panitia Pertemuan Ilmiah .....	vii
Sambutan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional .....	ix

### MAKALAH UTAMA

Arah Kebijakan Riset dan Teknologi dalam Memasuki Milenium Ketiga A. AZIZ DARWIS (Asisten Menristek Bidang Pengembangan Ristek) .....	1
--	---

### MAKALAH UNDANGAN

Community Development by Radiation Processing of Natural Resources Keizo Makuuchi (Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment, JAERI, Japan) .....	9
Perkembangan Penggunaan Teknik Radioperunut dalam Industri WANDOWO (P3TIR, BATAN) .....	11
Arti Strategis Teknik Radiotracer dan Radioscanning dalam Industri Pupuk WIBISONO SOEYOSO DAN M. ABBAD (P.T. Pupuk Sriwijaya) .....	17
Langkah-langkah Strategis untuk Menjadikan Tanaman Obat Asli Indonesia Menjadi Sediaan Fitofarmaka JAMES M. SINAMBELA (P.T. Indo Farma) .....	21
Potensi Tumbuhan Obat Asli Indonesia Sebagai Produk Kesehatan H. M. HEMBING WIJAYAKUSUMA (Himpunan Pengobatan Tradisional dan Akupuntur Se-Indonesia) .....	25

### MAKALAH PESERTA

Gamma radiation induce clonal variation in <i>Catharantus roseus</i> (L) Don. SUMARYATI SYUKUR .....	33
Pengembangan teknik " <sup>32</sup> P- post labelling" untuk mendeteksi dini risiko kanker BUDIAWAN .....	39
Penggunaan metode <i>radioassay</i> teknik fase padat dalam reaksi fiksasi $\alpha$ -Kobratoksin terhadap reseptor koligernik NURLAILA Z. ....	45
Perbandingan dua formula radiofarmaka sidik otak <sup>99m</sup> Tc-ESD beserta karakteristiknya NANNY KARTINI, KUSTIWA, RUKMINI ILYAS, DAN ISWAHYUDI .....	51
Pembentukan radikal bebas pada <i>Graft</i> tulang manusia dan <i>Bovine</i> iradiasi BASRIL ABBAS, SUTJIPTO SUDIRO, DAN NAZLY HILMY .....	57
Pengaruh iradiasi sinar gamma pada <i>Salmonella chester</i> dan sensitivitasnya terhadap antibiotika T. HASAN BASRY .....	63
Pengujian isolat klinik <i>Mycobacterium tuberculosis</i> resisten terhadap beberapa antibiotika dengan metode reaksi berantai polimerase / <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR) MARIA LINA R., DADANG, S., DAN F. SUHADI .....	69

Deteksi cepat bakteri <i>Escherichia coli</i> enterohemoragik (EHE) dengan metode PCR (Polymerase Chain Reaction) DADANG SUDRAJAT, MARIA LINA R, DAN F. SUHADI .....	75
Studi radikal bebas biji pulasari ( <i>Alyxia reinwardtii</i> . BI) hasil radiasi gamma menggunakan <i>Electron Spin Resonance</i> (ESR) ERIZAL DAN RAHAYU CHOSDU .....	81
Aplikasi program database dalam seleksi galur mutan sorghum ( <i>Sorghum bicolor</i> L.) SOERANTO, H. ....	87
Proporsi sumbangan Nitrogen oleh tanah, pupuk dan <i>Pseudomonas putida like</i> dalam tanaman sorghum pada inceptisol Sumatra Selatan A.A.I. KESUMADEWI, ISWANDI ANAS, D.A. SANTOSA, DAN ELSJE L. SISWORO ....	95
Analisis pemberian limbah pertanian abu sekam sebagai sumber silikat pada andisols dan oxisol terhadap pelepasan fosfor terjerap dengan teknik perunut <sup>32</sup> P ILYAS, SYEKHFANI, DAN SUGENG PRIJONO .....	103
Serapan N berasal dari sludge iradiasi yang dikombinasikan dengan pupuk N oleh tanaman terong M.M. MITROSUHARDJO, HARYANTO, S. SYAMSU, HARSOJO DAN N. HILMY .....	111
Tanggapan tanaman padi sawah terhadap pemadatan tanah IDAWATI DAN HARYANTO .....	115
Hasil gabah dan sumbangan N pupuk yang dipengaruhi oleh pemberian Zeolit dan pupuk hijau Sesbania pada tanaman padi sawah HARYANTO, IDAWATI DAN TAMSIL LAS .....	121
Pengamatan dinamika populasi dan penangkapan massal lalat buah <i>Bactrocera carambolae</i> (Drew & Hancock) untuk pengendalian di kebun mangga A.N. KUSWADI, M. INDARWATMI, I.A. NASUTION, D. SIKUMBANG DAN T. HIMAWAN .....	127
Pemanfaatan ragi produk lokal untuk substitusi ragi torula dalam formulasi makanan buatan larva lalat buah ( <i>Bactrocera carambolae</i> Drew & Hancock) D. SIKUMBANG, I.A. NASUTION, M. INDARWATMI, DAN A.N. KUSWADI .....	133
Efisiensi N-Urea pada padi sawah yang diaplikasikan dengan <i>azolla</i> HAVID RASJID, ELSJE L. SISWORO, Y. WEMAY, DAN W.H. SISWORO .....	139
Uji aplikasi formulasi pelepasan terkendali insektisida karbofuran pada tanaman padi varietas cilosari M. SULISTYATI, ULFA T.S, SOFNIE M.CH., A.N. KUSWADI, DAN M. SUMATRA .....	145
Translokasi herbisida 2,4-D- <sup>14</sup> C pada tanaman gulma dan padi pada sistem persawahan SOFNIE M. CHAIRUL, MULYADI DAN IDAWATI .....	151
Pengaruh iradiasi terhadap infektivitas metaserkaria <i>Fasciola gigantica</i> pada kambing M. ARIFIN, BOKY J.T., DAN TARMIZI .....	157
Pengaruh vaksinasi dengan larva tiga <i>Haemonchus contortus</i> iradiasi terhadap respon kekebalan pada domba BERIAJAYA DAN SOEKARDJI P. ....	163
Kultivasi jamur kuping ( <i>Auricularia</i> sp.) dalam media tandan kosong kelapa sawit dan serbuk gergaji hasil iradiasi ENDRAWANTO DAN E. SUWADJI .....	169
Limbah agroindustri dan peternakan ayam sebagai pakan tambahan ikan nila HARSOJO, ANDINI, L.S., ROSALINA, S.H. DAN SUWIRMA, S. ....	175

Pengukuran serapan polutan gas NO <sub>2</sub> pada tanaman tipe pohon, semak dan penutup tanah dengan menggunakan gas NO <sub>2</sub> berlabel <sup>15</sup> N NIZAR NASRULLAH, SOERTINI GANDANEGARA, HENY SUHARSONO, MARIETJE WUNGKAR DAN ANDI GUNAWAN .....	181
Interaksi uap reservoir dan aquifer di sekelilingnya pada lapangan panas bumi Kamojang ZAINAL ABIDIN, WANDOWO, DJIONO, ALIP, DAN WIBAGIYO .....	187
Penelitian asal-usul berbagai sumber air di sekitar bendungan Ngancar Wonogiri, Jawa Tengah dengan teknik isotop alam PASTON SIDAURUK, INDROJONO, WIBAGIYO, BUNGKUS PRATIKNO, DAN EVARISTA RISTIN .....	195
Studi arah dan penyebaran rembesan air Danau Batur menggunakan isotop alam Oksigen-18 dan Deuterium WIBAGIYO, INDROYONO, PASTON S, ZAINAL A, EVARISTIN .....	201
Penentuan lokasi pembanding berdasarkan distribusi <sup>137</sup> Cs lapisan tanah dari beberapa lokasi stabil NITA SUHARTINI, DARMAN, HARYANTO, DAN DJAROT AS. ....	207
Penentuan nilai rasio isotop Oksigen ( <sup>18</sup> O/ <sup>16</sup> O) dan Sulfur ( <sup>34</sup> S/ <sup>32</sup> S) dari BaSO <sub>4</sub> DIN 5033 (MERCK) untuk standar internal EVARISTA RISTIN P.I, PASTON SIDAURUK, WIBAGYO, DJIONO, DAN SATRIO .....	217
Scanning kolom proses dengan teknik serapan sinar gamma di UP-IV Pertamina Cilacap SIGIT BUDI SANTOSO, KUSHARTONO, BISANA, DAN EKO MULYANTO .....	225
Pengukuran tebal pipa terselubung dengan teknik radiografi tangensial menggunakan sumber Iridium-192 SOEDARDJO .....	229
Pelapisan permukaan pelepah batang pisang batu ( <i>Musa brachycarpa</i> ) dengan radiasi sinar-UV SUGIARTO DANU, AGUS NURHADI, RITA PUSPITA, DAN ANIK SUNARNI .....	237
Sifat mekanik komposit campuran Zeolit-PVA yang diiradiasi sinar- $\gamma$ <sup>60</sup> Co DARSONO, SUGIARTO DANU, DAN TAMZIL LAS .....	245
Pengaruh radiasi sinar- $\gamma$ dan penambahan kalsium karbonat pada sifat fisika dan mekanik kompon karet alam SUDRADJAT ISKANDAR, ISNI MARLIYANTI, KADARIJAH, DAN MADE SUMARTI KARDHA .....	251
Studi perbandingan degradasi secara enzimatis campuran CPP/Bionolle dan CPP/PCL dengan modic NIKHAM, FUMIO YOSHII DAN K. MAKUUCHI .....	259
Sintesis dan karakterisasi Wolfram - Ftalosianin untuk bahan sasaran radioisotop Wolfram-188 ( <sup>188</sup> W) aktivitas jenis tinggi DUYEH SETIAWAN .....	269
Uji aktivitas mikrofungsi asal lingkungan tangki reaktor Triga Mark II terhadap korosi Aluminium ROSMIARTY A. WAHID, LUKMAN UMAR DAN YANI YESTIANI .....	275
Pemisahan uranium dari hasil belah Zr dan Ru dengan menggunakan TBP 30% - dodekan dalam medium asam nitrat sebagai bahan ekstraktor R. DIDIEK HERHADY, BUSRON MASDUKI, DAN SIGIT .....	283



## PEMILIHAN LOKASI PEMBANDING BERDASARKAN DISTRIBUSI $^{137}\text{Cs}$ LAPISAN TANAH DARI BEBERAPA LOKASI STABIL

Nita Suhartini, Darman, Haryono, Djarot. A.S.

Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta

### ABSTRAK

**PEMILIHAN LOKASI PEMBANDING BERDASARKAN DISTRIBUSI  $^{137}\text{Cs}$  LAPISAN TANAH DARI BEBERAPA LOKASI STABIL.** Radiogenik  $^{137}\text{Cs}$  yang terdapat di tanah dapat digunakan sebagai perunut untuk mengestimasi besarnya erosi atau deposit tanah, dengan membandingkan nilai aktivitas total  $^{137}\text{Cs}$  disuatu lokasi percobaan dengan suatu lokasi pembanding (*reference-site*). Penelitian ini bertujuan memilih suatu lokasi pembanding dengan melihat distribusi  $^{137}\text{Cs}$  disetiap lapisan tanah pada beberapa lokasi stabil. Lokasi penelitian adalah suatu hutan lindung yang terdapat di daerah Jawa Barat, yaitu Gn. Pangrango - Cibodas, Gn. Masigit Kareumbi dan Gn. Kamojang - Garut. Titik percobaan dipilih pada tempat yang terbuka dan datar sehingga erosi yang mungkin terjadi sangat kecil. Sampel tanah diambil menggunakan alat Scrapper (20 x 50) cm dan tebal setiap lapisan 2 cm dengan kedalaman lubang pengambilan sampel 20 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi yang tepat untuk dijadikan sebagai lokasi pembanding adalah hutan lindung di Gn. Pangrango - Cibodas Jawa Barat dengan aktivitas total  $^{137}\text{Cs}$  rata-rata adalah 520 Bq/m<sup>2</sup>.

### ABSTRACT

**DETERMINATION OF REFERENCE-SITE BASED ON THE  $^{137}\text{Cs}$  DISTRIBUTION AT SOIL LAYER FROM A FEW UNDISTURBED LOCATIONS.** Radiogenic  $^{137}\text{Cs}$  content of a soil can be used to estimate the amount of erosion or deposition in area, with respect to a reference site. The investigation aimed to determine the reference-site from several of undisturbed locations based on the  $^{137}\text{Cs}$  distribution at the soil layer. The locations are a forest at West Java, namely Gn. Pangrango - Cibodas, Gn. Masigit Kareumbi and Gn. Kamojang - Garut. The points sampling were chosen at an open and very flat area where the possibility of erosion is very low. The samples were taken using Scrapper (20 x 50) cm, and the layer thickness is 2 cm with sampling depth is 20 cm. The result showed that the best location which could be used as a reference-site is the forest at Gn. Pangrango - Cibodas, having the mean value of  $^{137}\text{Cs}$  activity is 520 Bq/m<sup>2</sup>.

### PENDAHULUAN

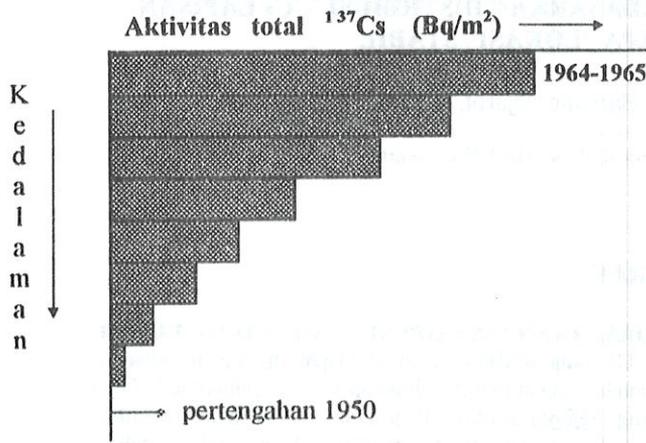
Lokasi pembanding (*reference-site*) adalah suatu lokasi yang dapat digunakan sebagai pembanding terhadap lokasi yang lain untuk mengestimasi laju erosi pada tempat tersebut. Pada studi erosi menggunakan radiogenik  $^{137}\text{Cs}$  alam diperlukan suatu lokasi pembanding (*reference-site*), dimana nilai total aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  pada lokasi tersebut akan digunakan sebagai pembanding dalam menghitung laju erosi. Syarat utama agar suatu lokasi dapat digunakan sebagai lokasi pembanding untuk studi erosi adalah tempat tersebut tidak pernah diolah/dirusak sejak tahun 1950-an, sehingga distribusi dari  $^{137}\text{Cs}$  pada lapisan tanah akan tetap utuh, mulai dari awal terjadinya jatuhnya (*fallout*) hingga sekarang.

Seperti yang telah dijelaskan pada beberapa makalah terdahulu, bahwa  $^{137}\text{Cs}$  adalah salah satu jenis radioisotop yang dapat ditemukan di alam sebagai hasil dari perbuatan manusia berupa partikel jatuhnya (*fallout*). Keberadaan  $^{137}\text{Cs}$  di alam, merupakan produk dari percobaan senjata nuklir yang dilakukan antara pertengahan thn. 1950-an - 1980, dan adanya kecelakaan instalasi nuklir Chernobyl pada 26 April 1986 (1). Partikel  $^{137}\text{Cs}$  yang terbawa oleh air hujan, ketika menyentuh permukaan bumi akan terserap oleh partikel-

partikel tanah dengan sangat cepat hingga kedalaman maksimum 20 cm, sehingga dapat digunakan sebagai perunut pada studi pergerakan tanah karena proses erosi atau runoff (2).

Pada lokasi pembanding (*reference-site*) distribusi  $^{137}\text{Cs}$  pada setiap lapisan tanah akan tetap sejak terjadinya *fallout* (thn.1950-an) hingga kini, karena lokasi tersebut tidak pernah diolah/ dirusak, sehingga aktivitas total  $^{137}\text{Cs}$  tidak mengalami pengurangan/ penambahan. Pengurangan aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  hanya disebabkan oleh adanya proses peluruhan. Melalui Gambar 1, dapat dilihat bahwa untuk lokasi pembanding distribusi  $^{137}\text{Cs}$  akan berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  mencapai nilai maksimum pada permukaan tanah, dan ini terbentuk sekitar tahun 1964 - 1965, dan semakin berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Nilai minimum aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  terbentuk pada awal terjadinya *fallout*, yaitu sekitar tahun 1950-an. (1)

*Tujuan* dari penelitian ini adalah mencari suatu lokasi pembanding (*reference-site*) dari beberapa lokasi stabil yang tidak pernah mengalami pengerusakan atau tidak pernah diolah sejak tahun 1950-an dan lokasi tersebut tidak mengalami/sedikit terjadi erosi.



Gambar 1. Pola Distribusi  $^{137}\text{Cs}$  setiap lapisan tanah untuk lokasi pembanding (*Reference-site*)

Lokasi yang dipilih adalah :

1. Taman nasional Gn. Pangrango - Cibodas - Jawa Barat. Menurut keterangan Departemen Kehutanan, lokasi ini sudah dijadikan sebagai hutan lindung sejak sekitar tahun 1925.
2. Taman buru Gn. Masigit Kareumbi - Jawa Barat, yang telah dijadikan sebagai hutan lindung sejak tahun 1930.
3. Hutan lindung Gn. Kamojang - Garut - Jawa Barat

## BAHAN DAN METODE

### BAHAN

1. Nitrogen cair
2. Standar tanah dari IAEA (Soil IEAE -375, Aktivitas = 5,281 Bq/g pada 31-12-1991)
3. Standar  $^{137}\text{Cs}$  dan  $^{60}\text{Co}$

### PERALATAN

- Alat pengambil sampel (Scraper)     - 1 set ayakan
- Palu   - Kuas pembersih
- Spektrometer-gamma (MCA)         - Oven
- Marinelli
- Kantong-kantong plastik               - Alat penggerus

### METODE

#### Pengambilan sampel

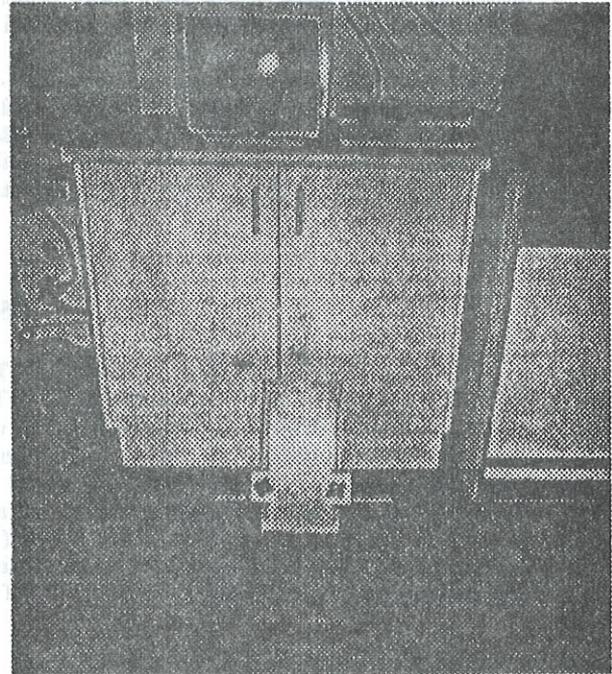
Lokasi penelitian adalah Gn. Pangrango - Cibodas - Jawa Barat (GP), Gn. Masigit Kareumbi (MK) dan Gn. Kamojang (KMJ) - Garut - Jawa Barat. Lokasi ini merupakan hutan lindung sejak tahun 1925, dan tidak pernah rusak hingga kini.

Titik pengambilan sampel dipilih secara acak pada tempat-tempat yang datar dan terbuka, yaitu : - GP-I pada jarak 1500 m dari kaki bukit

- GP-II pada jarak 1700 m dari kaki bukit
- GP-III pada jarak 1900 m dari kaki bukit
- MK-I pada jarak 1000 m dari pintu masuk
- MK-II pada jarak 1600 m dari pintu masuk
- MK-III pada jarak 2000 m dari pintu masuk

- KMJ-I pada ketinggian kurang-lebih 1000 m
- KMJ-II pada ketinggian kurang-lebih 1000 m
- KMJ-III pada lokasi yang rendah dan datar di Hutan lindung

Pengambilan sampel tanah dilakukan menggunakan alat yang disebut scraper dengan ukuran (20x50) cm (lihat Gambar 2.). Sampel tanah diambil pada setiap kedalaman 2 cm, dan dimasukkan ke dalam kantong plastik yang bersih. Pada setiap titik lokasi diambil sampel sampai kedalaman 20 cm, sehingga setiap titik lokasi sampel terkumpul sebanyak 10 kantong sampel.



Gambar 2. Alat pengambil sampel tanah Scraper

#### Preparasi sampel Tanah

Di laboratorium, sampel-sampel tanah dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100 °C selama satu malam. Sampel yang telah kering kemudian ditimbang ( $W_1$ ), dan dihaluskan menggunakan mesin penggiling tanah hingga lolos ayakan 0,3 mm. Setelah menggerus 1 sampel, penggerus kemudian dibersihkan menggunakan kuas dan udara tekan, sehingga sampel-sampel tersebut tidak terkontaminasi satu dengan yang lain.

#### Analisis Sampel

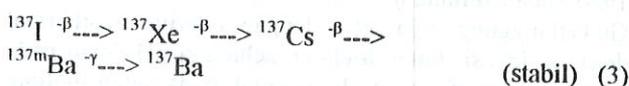
Standar yang digunakan adalah standar tanah IAEA-375 dengan aktivitas  $^{137}\text{Cs} = 5,281\text{Bq/g}$  per tanggal 31 Desember 1991. Sebanyak 200 g standar dimasukkan ke dalam marinelli, dan diukur aktivitasnya menggunakan detektor HPGe yang dihubungkan ke ARTEC Spectrum Master dan Multi-Channel Analyzer. Pengukuran dilakukan selama 24 jam. Setelah selesai pengukuran, standar dimasukkan kembali ke tempatnya, dan disimpan sehingga dapat digunakan kembali untuk kalibrasi yang sama.

Untuk sampel tanah, sebanyak 200 g sampel kering ditimbang ( $W$ ) dan dimasukkan ke dalam

marinelli. Pengukuran sampel dilakukan selama minimum 24 jam. Setelah selesai pengukuran, sampel dimasukkan kembali ke kantongnya dan disimpan. Jika diperlukan dapat dilakukan pengukuran kembali.

**Analisis data**

Konsentrasi <sup>137</sup>Cs pada tanah dianalisis menggunakan MCA yang dilengkapi dengan detektor HPGe, unsur yang terdeteksi oleh detektor bukannya unsur <sup>137</sup>Cs melainkan <sup>137m</sup>Ba (waktu paruh = 2,44 bln). <sup>137m</sup>Ba merupakan turunan dari <sup>137</sup>Cs (waktu paruh = 30,17 thn), dan ini sebagai petunjuk tidak langsung dalam menentukan aktivitas <sup>137</sup>Cs di alam. Hal ini disebabkan unsur <sup>137</sup>Cs dalam memancar sinar-β menghasilkan produk unsur <sup>137m</sup>Ba yang memancarkan sinar-γ, seperti yang terlihat pada rangkaian peluruhan di bawah ini :



Alat penganalisis MCA yang dilengkapi dengan detektor HPGe merupakan alat pendeteksi sinar-γ, untuk menganalisis spektrum-γ <sup>137m</sup>Ba yang terdeteksi oleh detektor pada energi 661 keV. Besarnya aktivitas <sup>137m</sup>Ba ekuivalen dengan aktivitas <sup>137</sup>Cs. Selain spektrum <sup>137m</sup>Ba juga akan muncul spektrum <sup>214</sup>Pb sebagai pengganggu. Oleh karena itu, hasil cacahan pada energi 661 keV ini perlu dikoreksi terhadap spektrum <sup>214</sup>Pb. (4). Persamaan yang digunakan untuk mengkoreksi nilai <sup>137</sup>Cs pada energi 661 keV, adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Net Area } ^{137}\text{Cs} \text{ (pada energi 661 keV)} &= \\
 \text{Net area } ^{137m}\text{Ba} \text{ (pada 661 keV)} - 0,035 \times \text{Net area } & \\
 ^{214}\text{Pb} \text{ (pada 609 keV)} & \text{ (i)}
 \end{aligned}$$

Cacahan perdetik dari sampel (A<sub>a</sub>) diperoleh dari :

$$A_a = \text{Net area } ^{137}\text{Cs} \text{ (pada energi 661 keV)} / T \quad \text{(ii)}$$

dimana :  
 A<sub>a</sub> = Cacahan per detik (Bq)  
 T = lamanya pencacahan

Aktivitas <sup>137</sup>Cs diperoleh menggunakan persamaan, yaitu:

$$A_s = (c.f \times A_a) / W \quad \text{(iii)}$$

dimana :  
 A<sub>s</sub> : Aktivitas <sup>137</sup>Cs sampel (Bq/g)  
 A<sub>a</sub> : Aktivitas <sup>137</sup>Cs yang didapat dari alat (Bq)  
 W : Berat sampel yang dianalisis  
 c.f : faktor koreksi detektor yang diperoleh pada saat kalibrasi alat

Total aktivitas <sup>137</sup>Cs persatuan luas (Bq/m<sup>2</sup>) adalah :

$$A = A_s \cdot m \cdot a^{-1} \quad \text{(iv)}$$

dimana :  
 A : Aktivitas total <sup>137</sup>Cs (Bq/m<sup>2</sup>)  
 m : Massa kering yang lolos ayakan 2 mm (g)  
 a<sup>-1</sup> : Luas permukaan alat sampling (m<sup>2</sup>)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Seperti yang telah dijelaskan dimuka, pengambilan sampel dilakukan secara acak, dimana titik-titik pengambilan sampel dipilih pada tempat-tempat yang datar dan terbuka. Lokasi penelitian ini merupakan suatu hutan lindung yang tidak pernah dirusak jauh sebelum tahun 1950 (menurut informasi dari Dep. Kehutanan). Titik pengambilan sampel adalah GP-I, GP-II, GP-III, MK-I, MK-II, Mk-III, KMJ-I, KMJ-II dan KMJ-III. Sampel kering seberat 200 g, kemudian dianalisis menggunakan alat MCA selama minimum 8 jam. Hasil cacahan kemudian dihitung menggunakan persamaan (i) s/d (iv), sehingga diperoleh aktivitas total <sup>137</sup>Cs.

Contoh perhitungan :

- Sampel MK-I pada lapisan (0 - 2) cm
- Net area pada 609 keV = 741
  - Net area pada 661 keV = 429
  - faktor koreksi detektor (c.f) = 164 (diperoleh saat mengkalibrasi alat MCA)
  - Berat sampel yang dianalisis (W) = 200 gram
  - Berat total sampel kering (m) = 699 gram
  - Lamanya pencacahan (life time) = 86400 detik
  - Luas permukaan alat scraper (a) = (0,2 m x 0,5 m) = 0,1 m<sup>2</sup>
  - Net area <sup>137</sup>Cs pada energi 661 keV = 429 - (0,035 x 741) = 410
  - Cacahan per detik <sup>137</sup>Cs (A<sub>a</sub>) = 410 / 86400 = 0,0047 Bq
  - Aktivitas <sup>137</sup>Cs (A<sub>s</sub>) = (c.f x A<sub>a</sub>) / W = (164 x 0,0047 Bq) / 200 g = 0,0039 Bq/g
  - Aktivitas total <sup>137</sup>Cs (A) = A<sub>s</sub> x m x a<sup>-1</sup> = (0,0039 Bq/g x 699 g) / (0,1 m<sup>2</sup>) = 27 Bq/m<sup>2</sup>

Hasil perhitungan untuk 3 lokasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1 s/d 3 dan Gambar 3 s/d 11. Melalui hasil penelitian dapat diketahui bahwa pola distribusi <sup>137</sup>Cs pada lapisan tanah untuk setiap lokasi berbeda. Perbedaan pola distribusi tersebut, disebabkan karena adanya perbedaan jenis tanah, dan kondisi alam lainnya yang dapat mempengaruhi pola distribusi <sup>137</sup>Cs pada lapisan tanah.

Gn.Pangrango - Cibodas - Jawa Barat. Lokasi ini merupakan suatu hutan lindung yang sering didatangi oleh wisatawan. Pada beberapa tempat ditemukan suatu lokasi yang jarang dilalui, dan terbuka serta datar. Kesulitan pengambilan sampel di lokasi ini adalah, banyak ditemukan akar tumbuhan yang besar dan sulit untuk disingkirkan. Tanah pada lokasi ini berwarna hitam dan jenis lempung. Pengambilan sampel dilakukan pada beberapa titik yang berbeda ketinggian secara acak. Melalui Tabel 1 dan Gambar 3 s/d 5 dapat dilihat bahwa pola distribusi <sup>137</sup>Cs

pada setiap lapisan mendekati pola distribusi  $^{137}\text{Cs}$  secara teoritis. Pada titik GP-I, pola distribusi terlihat cukup baik dengan aktivitas maksimum terdapat pada permukaan, sedangkan penurunan tidak terjadi secara beraturan. Hal ini disebabkan ditemukan adanya akar-akar tumbuhan dan batuan pada lapisan-lapisan tertentu yang dapat mempengaruhi nilai total dari aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  pada lapisan tersebut. Secara teoritis pola distribusi ini dapat digunakan sebagai pembandingan (*reference*), karena menunjukkan bahwa di tempat tersebut tidak terjadi erosi/deposit tanah. Sedangkan untuk titik GP-II dan GP-III terlihat perbedaan yang cukup berarti antara pola distribusi  $^{137}\text{Cs}$  pada titik-titik tersebut dengan teoritis. Hal ini disebabkan karena adanya timbunan humus yang cukup tebal dan temuan akar tumbuhan dan batuan yang sulit untuk dihindari. Selain itu pada titik GP-III terlihat indikasi terjadi sedikit erosi pada lapisan atas, karena aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  pada lapisan (2 - 4) cm dan (4 - 6) cm cukup tinggi. Melalui ketiga titik tersebut dapat dilihat bahwa aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  pada lokasi Gn. Pangrango terdistribusi lebih dari 20 cm. Dengan melihat pola distribusi  $^{137}\text{Cs}$  tersebut maka hutan lindung Gn. Pangrango dapat digunakan sebagai lokasi pembandingan (*reference-site*).

Gn.Masigit Kareumbi - Jawa barat. Lokasi ini adalah suatu taman perburuan yang dilindungi. Pengambilan sampel dilakukan secara acak pada 3 titik yang berbeda. Lokasi ini lebih terbuka dibandingkan dengan Gn. Pangrango dan Gn. Kamojang. Lokasi pengambilan sampel berjarak lebih dari 1000 m dari pintu masuk, dan sangat jarang dilalui oleh manusia. Titik pengambilan sampel dipilih pada tempat yang terbuka dan datar. Tanah pada lokasi ini berwarna hitam dan jenis lempung. Melalui Tabel 2 dan Gambar 6 s/d 8 dapat dilihat bahwa :

- Aktivitas maksimum pada titik MK-I terdapat pada lapisan ke-5 (8 - 10) cm, sedangkan lapisan 3 dan 4 sedikit lebih rendah. Hal ini menunjukkan terjadi erosi dan ditemukan batuan yang cukup berarti. Sedangkan lapisan 1 dan 2 mengandung aktivitas yang kecil, hal ini disebabkan karena adanya timbunan debu-debu yang berasal dari letusan Gn. Galunggung yang terjadi pada tahun 1982, karena lokasi ini cukup dekat dengan Gn.Galunggung dan agak terbuka. Selain itu juga terdapat timbunan humus yang cukup tebal.
- Untuk titik MK-II, aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  terdapat pada lapisan ke 4 (6 - 8) cm, sedangkan lapisan di atasnya (4 - 6) cm lebih rendah sedikit. Hal ini disebabkan karena pada lapisan ini ditemukan banyak batuan kecil. Sedangkan pada dua (2) lapisan teratas, konsentrasi cukup kecil, karena merupakan campuran antara humus dengan debu-debu Gn. Galunggung.
- Untuk titik MK-III, pola distribusi pada titik ini agak berbeda dengan dua titik yang lain (MK-I dan MK-II). Pada titik ini, lapisan ke 3 ((4 - 6) cm) memiliki aktivitas yang sangat kecil. Ini kemungkinan merupakan timbunan debu-debu Gn.Galunggung. Sedangkan lapisan ke-1 dan 2 lebih tinggi dari lapisan ke-3. Hal ini kemungkinan disebabkan karena hasil deposit tanah yang berasal dari tempat yang lebih tinggi dan tercampur dengan

timbunan humus daun-daunan. Karena titik ini terletak lebih rendah dari ke dua titik yang lain.

Secara umum pola distribusi  $^{137}\text{Cs}$  pada lapisan tanah di lokasi Hutan Buru Gn.Masigit Kareumbi ini cukup baik dibandingkan secara teoritis, dan jenis tanah di lokasi ini adalah lempung. Tapi lokasi ini terlalu dekat dengan Gn.Galunggung, sehingga pada lapisan permukaan merupakan hasil timbunan debu-debu yang berasal dari letusan Gn.Galunggung, dan hujan asam akibat letusan Gn.Galunggung juga mempengaruhi pH tanah, sehingga  $^{137}\text{Cs}$  yang terikat pada partikel tanah mudah terlepas oleh air hujan yang masuk ke dalam tanah. Melalui percobaan dapat dilihat bahwa distribusi  $^{137}\text{Cs}$  lebih dari 20 cm.

Gn.Kamojang-Garut-Jawa Barat. Lokasi ini merupakan hutan lindung yang sejak jauh sebelum tahun 1950 sudah dilindungi. Lokasi ini selain dekat dengan Gn.Galunggung, juga dekat dengan aktivitas geothermal disekitar lokasi hutan lindung, sehingga pH tanah pada lokasi ini bersifat asam. Jenis tanah pada hutan lindung ini adalah lempung yang bercampur dengan pasir dan kerikil. Jenis dan pH tanah tersebut sangat mempengaruhi distribusi konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$ . Melalui Tabel 3 dan Gambar 9 s/d 11 dapat dilihat bahwa konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  terkumpul pada lapisan bawah.. Hal ini disebabkan karena tanah bersifat asam, sehingga  $^{137}\text{Cs}$  yang telah terikat oleh partikel tanah mudah terlepas oleh air hujan yang masuk ke dalam tanah dan berpindah ke lapisan yang lebih dalam. Rendahnya konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  pada setiap lapisan, karena jenis tanah ini bercampur dengan pasir dan kerikil. Pola distribusi  $^{137}\text{Cs}$  lapisan tanah pada lokasi hutan lindung ini tidak sesuai dengan pola distribusi secara teoritis, sehingga kurang baik untuk dijadikan sebagai lokasi pembandingan (*reference-site*)

## KESIMPULAN

Melalui hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa distribusi  $^{137}\text{Cs}$  pada lapisan tanah sangat dipengaruhi oleh jenis tanah dan pH tanah. Dari ketiga lokasi penelitian, maka yang paling tepat untuk dijadikan sebagai lokasi pembandingan (*reference site*) adalah Gn.Pangrango dengan aktivitas total  $^{137}\text{Cs}$  untuk masing-masing titik percobaan adalah GP-I = 465 Bq/m<sup>2</sup>, GP-II = 539 Bq/m<sup>2</sup> dan GP-III = 551 Bq/m<sup>2</sup>. Aktivitas total  $^{137}\text{Cs}$  rata-rata yang akan digunakan sebagai nilai pembandingan adalah 520 Bq/m<sup>2</sup>. Hutan buru Gn.Masigit Kareumbi kurang tepat untuk dijadikan lokasi pembandingan, karena lapisan permukaan merupakan hasil timbunan debu Gn.Galunggung dan humus daun-daunan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. WALLING, D.E., and QUINE, T.A., "Use of Caesium-137 to investigate patterns and rates of soil erosion on arable fields", In Soil Erosion on Agricultural Land, (J. Boardman, I.D.L. Foster, and J.A. Dearing, Ends), John Wiley and Sons Ltd, (1990), 33 - 53.

2. RITHIE., J.C., Mc HENRY, J.R., and GILL, A.C., "Fallout  $^{137}\text{Cs}$  in the soils and sediments of three small watersheds", *Ecology* (1974a), 55, 887 - 890.
3. CAMPBELL, B.L., LOUGHRAN, R.J., and ELLIOT, G.L., "Caesium-137 as an indicator of geomorphic processes in a drainage basin system", *Australian Geographical Studies* 20, (1982), 49 - 53.
4. ELLIOT, G.E., and COLE-CLARK, B.E., "Estimates of erosion on potato lands on Krasnozems at Dorrigo, NSW., using the caesium-137 Techniques", *Australian Journal of Soil Research*, 1993, 31, 209-223.
5. MOSS,A.J., WALTER, P.H., and HUTTA , J., "Raindrop -simulated transportation in shallow water flows", an Experimental study, *Sedimentary Geology*, (1979), 22, 923 - 927.

Tabel 1. Hasil perhitungan konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  sampel tanah Gn. Pangrango - Cibodas - Jawa Barat

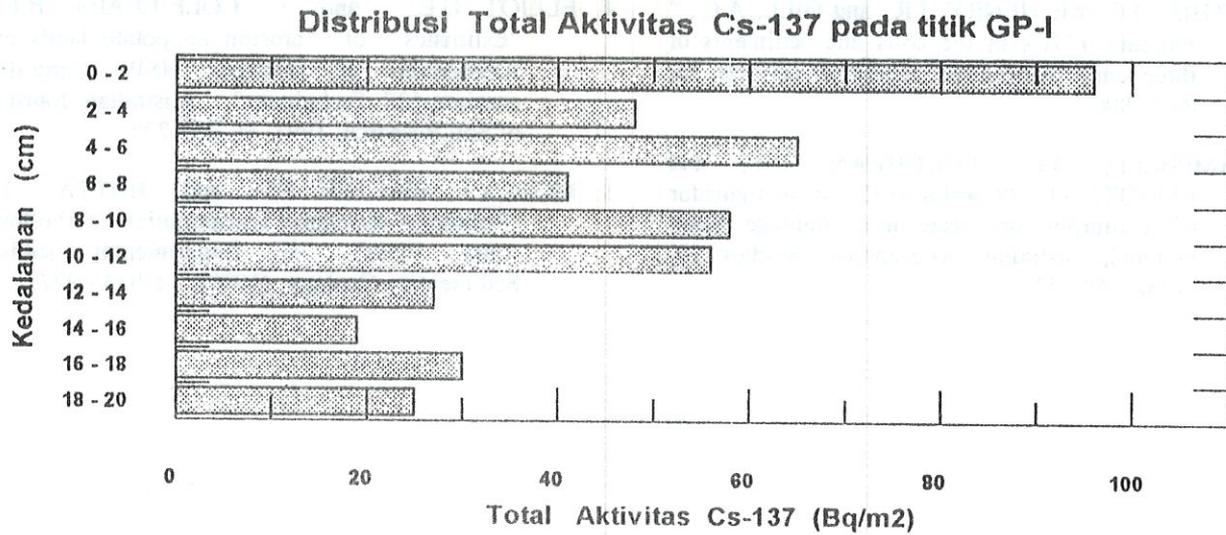
No.	Kedalaman (cm)	Aktivitas Total Caesium-137 (Bq/m <sup>2</sup> )		
		GP-I	GP-II	GP-III
1.	0 - 2	96	61	47
2.	2 - 4	48	49	62
3.	4 - 6	65	57	59
4.	6 - 8	41	90	73
5.	8 - 10	58	70	54
6.	10 - 12	56	68	70
7.	12 - 14	27	50	58
8.	14 - 16	19	22	48
9.	16 - 18	30	38	40
10.	18 - 20	25	34	40
TOTAL		465	539	551

Tabel 3. Hasil perhitungan konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  sampel tanah Gn. Kamojang - Garut - Jawa Barat

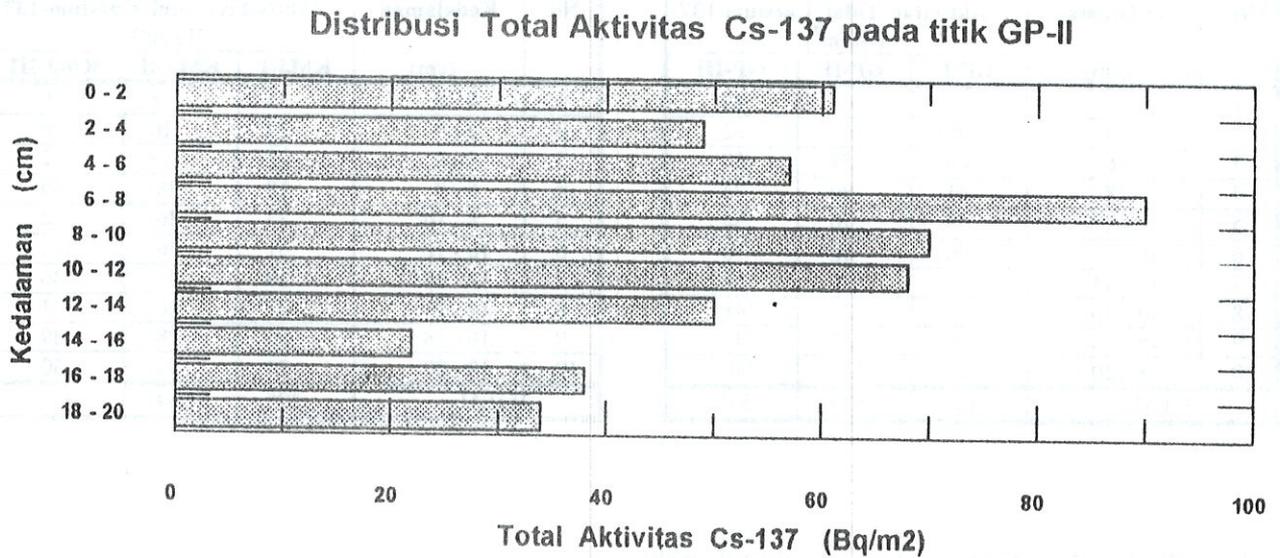
No.	Kedalaman (cm)	Aktivitas Total Caesium-137 (Bq/m <sup>2</sup> )		
		KMJ-I	KMJ-II	KMJ-III
1.	0 - 2	31	8	9
2.	2 - 4	27	16	26
3.	4 - 6	22	15	22
4.	6 - 8	28	28	39
5.	8 - 10	33	36	50
6.	10 - 12	51	46	46
7.	12 - 14	28	41	36
8.	14 - 16	27	26	32
9.	16 - 18	26	28	49
10.	18 - 20	24	92	50
TOTAL		295	334	357

Tabel 2. Hasil perhitungan konsentrasi  $^{137}\text{Cs}$  sampel tanah Gn. Masigit Kareumbi - Jawa Barat

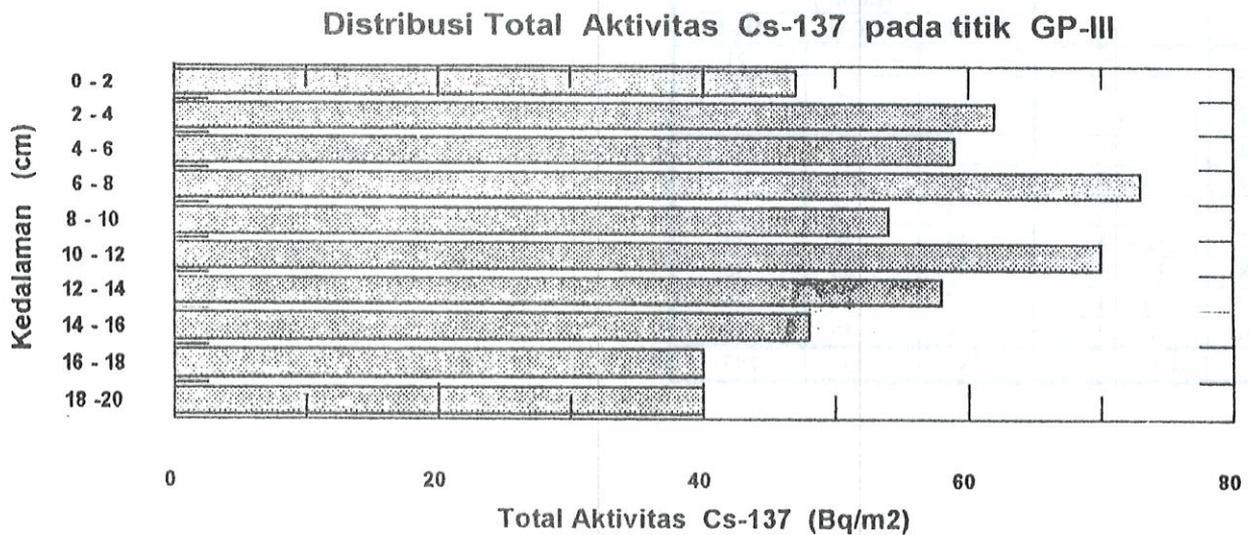
No.	Kedalaman (cm)	Aktivitas Total Caesium-137 (Bq/m <sup>2</sup> )		
		MK-I	MK-II	MK-III
1.	0 - 2	27	14	21
2.	2 - 4	5	28	36
3.	4 - 6	40	56	5
4.	6 - 8	51	67	47
5.	8 - 10	61	41	40
6.	10 - 12	54	34	30
7.	12 - 14	49	18	23
8.	14 - 16	35	20	36
9.	16 - 18	37	37	26
10.	18 - 20	31	15	22
TOTAL		389	330	285



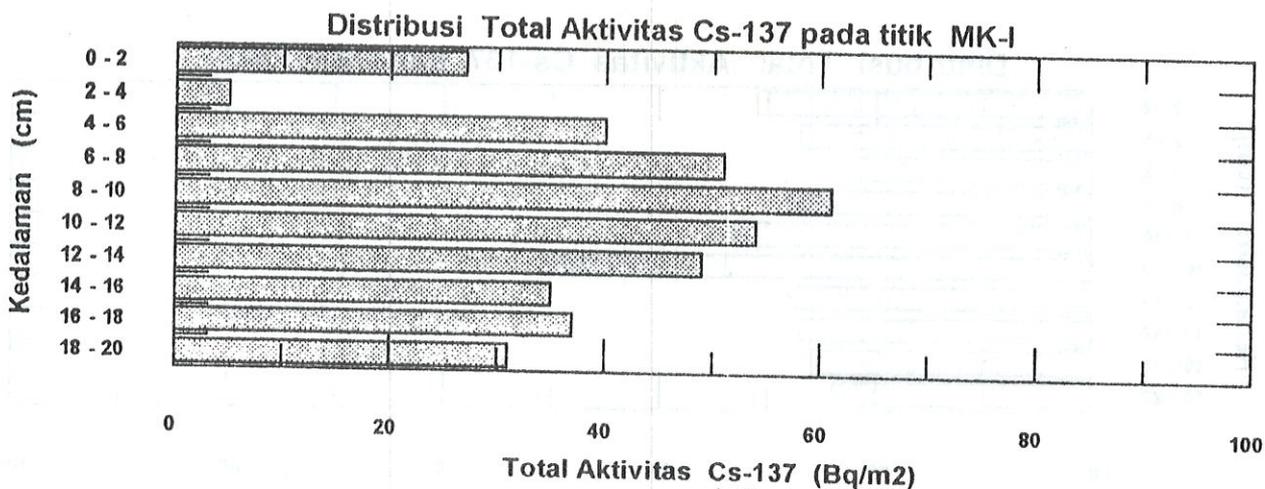
Gambar 3. Distribusi kandungan  $^{137}\text{Cs}$  setiap lapisan setebal 2 cm pada titik GP-I



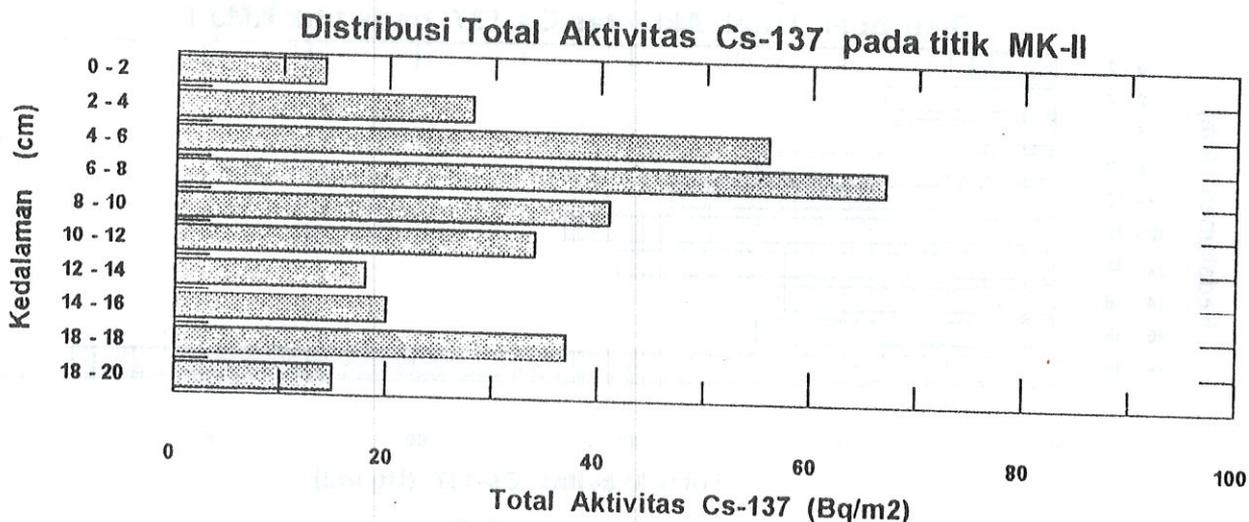
Gambar 4. Distribusi kandungan  $^{137}\text{Cs}$  setiap lapisan setebal 2 cm pada titik GP-II



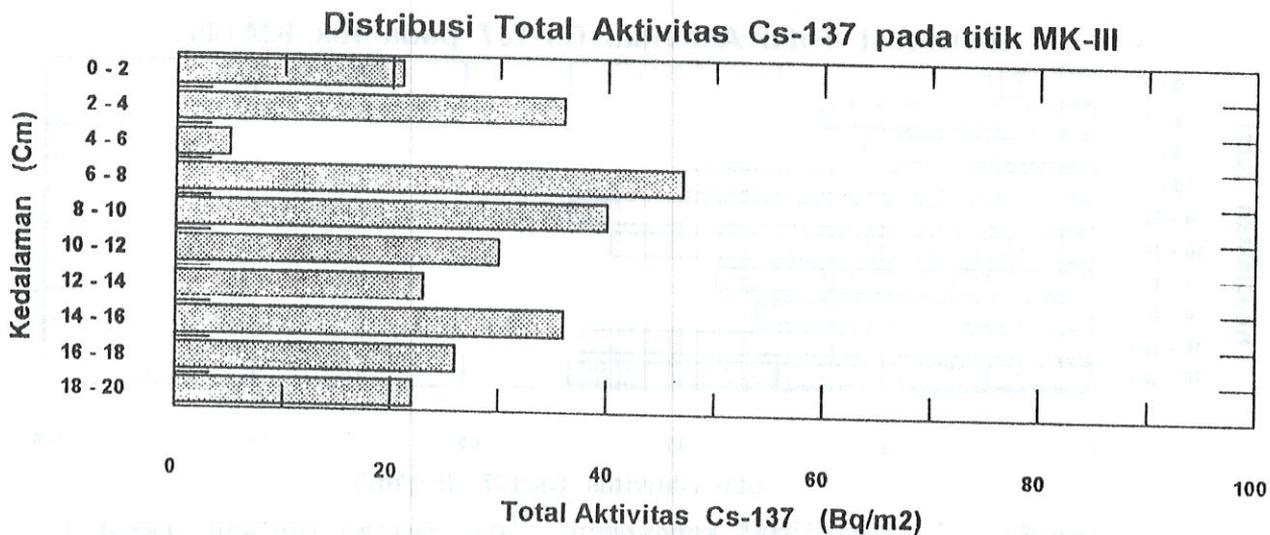
Gambar 5. Distribusi kandungan  $^{137}\text{Cs}$  setiap lapisan setebal 2 cm pada titik GP-III



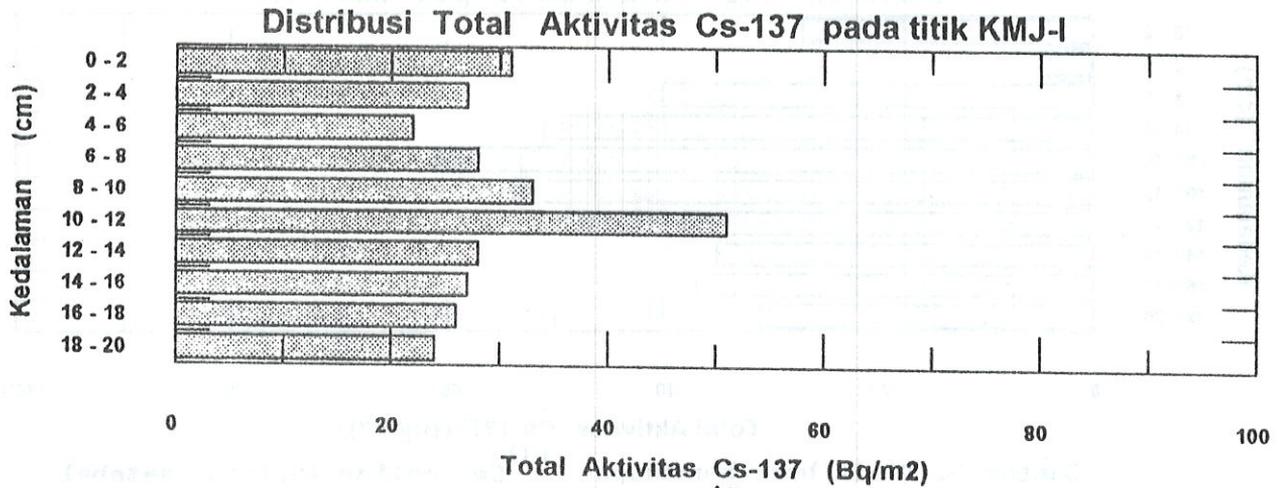
Gambar 6. Distribusi kandungan <sup>137</sup>Cs setiap lapisan setebal 2 cm pada titik MK-I



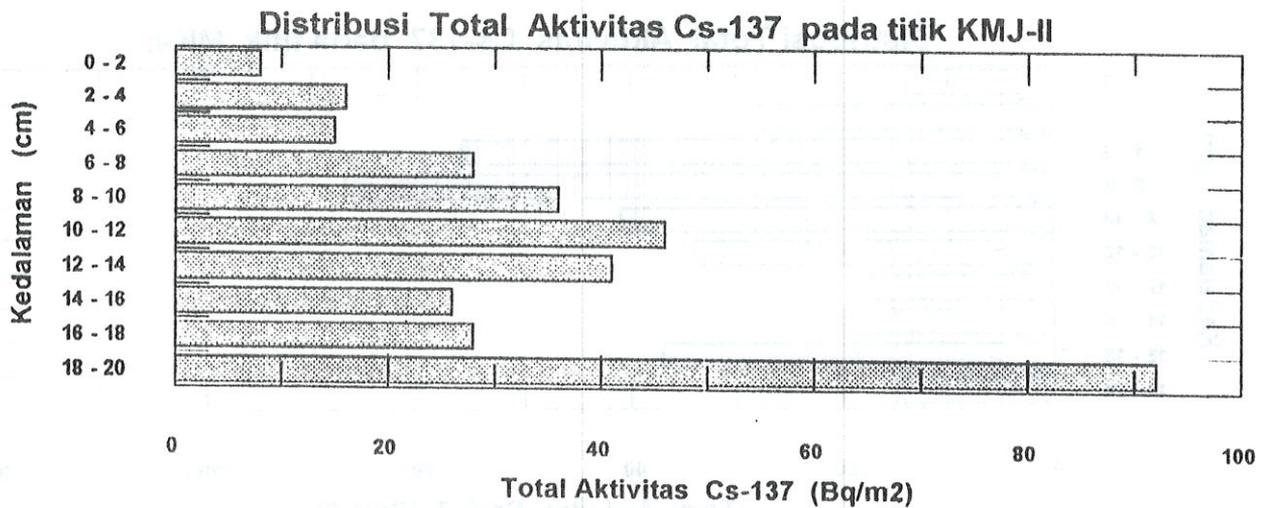
Gambar 7. Distribusi kandungan <sup>137</sup>Cs setiap lapisan setebal 2 cm pada titik MK-II



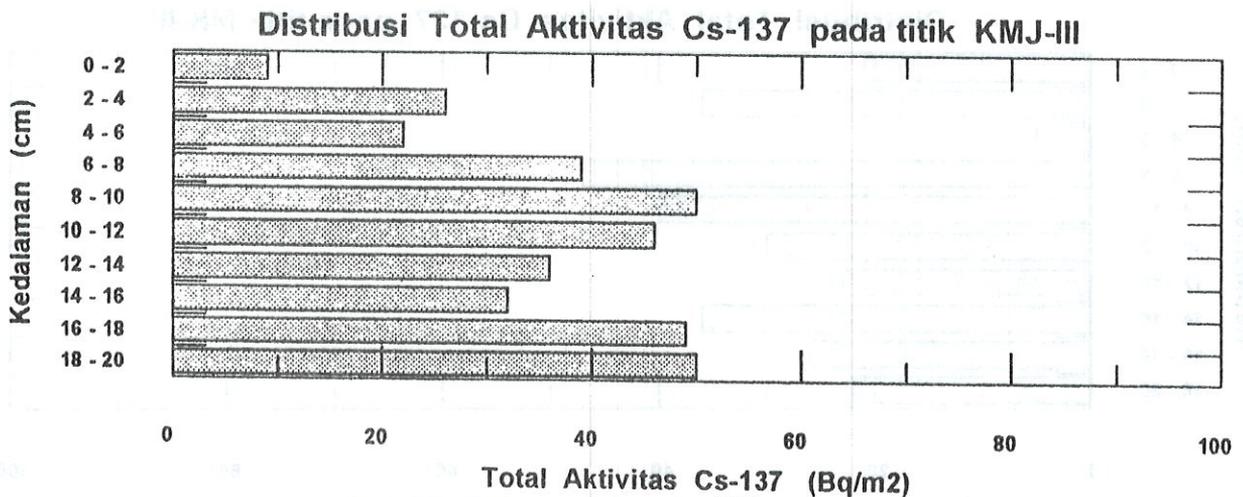
Gambar 8. Distribusi kandungan <sup>137</sup>Cs setiap lapisan setebal 2 cm pada titik MK-III



Gambar 9. Distribusi kandungan  $^{137}\text{Cs}$  setiap lapisan setebal 2 cm pada titik KMJ-I



Gambar 10. Distribusi kandungan  $^{137}\text{Cs}$  setiap lapisan setebal 2 cm pada titik KMJ-II



Gambar 11. Distribusi kandungan  $^{137}\text{Cs}$  setiap lapisan setebal 2 cm pada titik KMJ-III

## DISKUSI

SIGIT BUDI SANTOSO

Teknik tersebut sangat bermanfaat untuk mengetahui laju erosi tanah. Apakah teknik tersebut sudah ditawarkan kepada Departemen kehutanan atau dinas pengairan sehingga dapat membantu usaha pelestarian lingkungan dan dapat memperoleh dana tambahan dari departemen & dinas terkait sehingga dampak hasil penelitian tersebut menjadi signifikansi.

NITA SUHARTINI

Kami belum melakukan penawaran tersebut, karena studi erosinya belum pernah kami lakukan. Sehingga persamaan untuk mengestimasi laju erosi ini belum diuji, untuk kondisi yang ada di Jawa Barat ini.

ZAINAL ABIDIN

Data analisis  $^{137}\text{C}$  dari berbagai daerah untuk setiap lokasi limbah, puncak atau lereng terlihat distribusinya kurang sesuai. Apakah ini disebabkan oleh strategi penentuan tiap lapisan (tebal & volume) atau ada hal lain penyebabnya.

NITA SUHARTINI

Pengambilan sampel untuk semua lokasi sama adanya perbedaan distribusi  $^{137}\text{CS}$  ini disebabkan karena kondisi alam dan jenis tanahnya yang berbeda.

EVARISTA RISTIN

1. Bagaimana aplikasinya setelah diketahui lokasi pembanding ?
2. Apakah kurva hasil penelitian telah selesai dengan kurva yang diharapkan kalau tidak bagaimana penjelasannya ?
3. Apakah reference site ini hanya sesuai untuk daerah disekitar Jawa Barat saja atau perlu site lain yang untuk daerah yang lebih jauh, misalnya di Pulau Sumatra ?

NITA SUHARTINI

1. Aplikasinya nilai total  $^{137}\text{CS}$  dari lokasi pembanding akan digunakan sebagai nilai pembanding untuk estimasi laju erosi suatu daerah.
2. Kurva hasil penelitian memang tidak sama dengan yang diharapkan
3. Reference-site yang kami peroleh hanya dapat digunakan untuk radius 200 km dari lokasi tersebut. Jika studi dilakukan lebih dari 200 km maka perlu dicari ref-site yang baru.

