

OA05

**PENGGUNAAN ISOTOP  $^{137}\text{Cs}$  dan  $^{210}\text{Pb}$  YANG ADA DI LINGKUNGAN UNTUK ESTIMASI LAJU EROSI/DEPOSISI DI SubDAS CIBERANG – SERANG – BANTEN**

**Nita Suhartini\* dan Barokah Aliyanta\***

*\*) Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi – BATAN*

*e-mail : [s-nita@batan.go.id](mailto:s-nita@batan.go.id)*

**ABSTRAK**

Sungai Ciujung memiliki daerah tangkapan air yang luas, dan karena hilangnya hutan di daerah hulu menyebabkan sungai ini mengalami pendangkalan dan sering mengalami banjir. DAS Ciujung memiliki beberapa sungai besar diantaranya S.Ciberang, S.Cisemeut dan S.Ciujung Hulu. SubDAS Ciberang merupakan salah satu daerah hulu dari DAS Ciujung. Radioisotop  $^{137}\text{Cs}$  dan  $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$  yang terdapat di tanah dapat digunakan sebagai perunut untuk estimasi laju erosi di daerah subDAs Ciberang ini. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan laju erosi/deposisi dari subDAS Ciberang. Lokasi penelitian yang dipilih adalah suatu lahan olahan dan lahan yang tidak diolah, dan pengambilan sampel dilakukan menggunakan alat coring (di = 7 cm) dengan kedalaman 20 cm, secara transek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju erosi di subDAS ini lah berkisar antara -32,7 t/ha.th sampai dengan 63,6 t/ha.th dan -63,4 t/ha.thn sampai dengan 4,0 t/ha.thn masing-masing untuk radioenvironmental isotope  $^{137}\text{Cs}$  dan  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ .

Kata kunci : Erosi/deposisi, radioenvironmental isotope,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$

**ABSTRACT**

**THE USE OF  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}$  ENVIRONMENTAL ISOTOPES TO ESTIMATE EROSION/DEPOSITION RATE AT SubCATCHMENT OF Ciberang – Serang - BANTEN.** Ciujung river has a wide catchment area, and deforestation at upstream caused sedimentation and flood. Ciujung catchment has few rivers namely Ciberang river, Cisemeut river and Ciujung Hulu rivers. Ciberang catchment is a small part of Ciujung catchment and located at the upstream of its. Radioisotopes of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$  content in the soil can be used as tracer to estimate erosion/deposition rate at subCatchment of Ciberang. The study is aimed to estimate the rate of erosion/deposition soil at Ciberang subCatchment. Cultivated and uncultivated area had been chosen as study sites and soil sampling were done by using coring (di = 7 cm) at the depth of 20 cm. the experimental result showed that rate of erosion/deposition were range from -32,7 /ha.y to 63,6 t/ha.y and -63,4 t/ha.y 4,0 to t/ha.y, for  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  respectively.

Keyword : erosion/deposition, environmental radioisotope,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{210}\text{Pb}$

**PENDAHULUAN**

Sungai Ciujung merupakan salah satu sungai besar di Indonesia yang terdapat di wilayah Propinsi BANTEN. Sungai Ciujung ini selalu mengalami banjir besar setiap musim hujan, karena telah terjadi pendangkalan di sungai ini akibat terjadi erosi dan longsor di daerah hulu. Erosi merupakan problem besar di Indonesia karena dapat menyebabkan berkurangnya kesuburan tanah, pendangkalan sungai dan terjadinya banjir. Erosi ini terjadi akibat adanya pembukaan hutan yang tidak terkendali sehingga daerah yang tadinya merupakan tangkapan air yang dapat mengendalikan keseimbangan alam sudah hilang fungsinya. Besarnya erosi dapat ditentukan secara konvensional yaitu dengan cara melihat seluruh kondisi lapangan dan membawa sampel tanah untuk dianalisis beberapa unsur hara dan organiknya (N, P, C organik), tetapi metode ini membutuhkan  $^{137}\text{Cs}$  adalah radioisotop yang ada di lingkungan (*environmental isotope*) dengan waktu paruh 30,2 tahun. Keberadaan radioisotop  $^{137}\text{Cs}$  di

waktu yang lama, dimana pengamatan dilakukan pada musim penghujan dan musim kering (minimum 1 tahun) [1]. Karena adanya keterbatasan pada metode konvensional dalam mendokumentasikan distribusi erosi, maka metode teknik nuklir mulai banyak digunakan, terutama penggunaan isotope  $^{137}\text{Cs}$  dan  $^{210}\text{Pb}$  yang ada di lingkungan (*environmental isotope*) sebagai pendekatan alternatif untuk penelitian erosi tanah dan asal usul sedimen. *Environmental isotope*  $^{137}\text{Cs}$  merupakan alat untuk mendapatkan informasi tentang distribusi dari erosi/deposisi yang telah terjadi dalam kurun waktu 40 tahun, sedangkan radioisotope alam  $^{210}\text{Pb}$  untuk kurun waktu 100 tahun. Pengambilan sampel untuk metode Nuklir ini hanya dilakukan satu kali pengambilan sampel ke lokasi penelitian [2].

alam ini adalah merupakan jatuhnya (*fallout*) dari atmosfer sebagai hasil percobaan senjata nuklir.  $^{137}\text{Cs}$  secara global telah dapat dideteksi di alam ini

sejak 1954, dan fluks yang tertinggi pada belahan bumi bagian utara terjadi pada tahun 1973 sehubungan dengan adanya percobaan senjata nuklir sesera besar-besaran yang terjadi pada saat itu. Jatuhan  $^{137}\text{Cs}$  dari atmosfer berkurang drastis setelah adanya perjanjian percobaan senjata nuklir pada tahun 1963, dan sejak Tahun 1970-an jatuhan  $^{137}\text{Cs}$  dari atmosfer menjadi sangat tidak signifikan (hampir tidak ada). Selain dari percobaan senjata nuklir, untuk beberapa wilayah di Eropa dan wilayah yang berada berdekatan dengan Rusia, mengalami penambahan jatuhan  $^{137}\text{Cs}$  yang berasal dari peristiwa kecelakaan Chernobyl pada tahun 1986 [3]. Jatuhan  $^{137}\text{Cs}$  ketika menyentuh permukaan bumi akan teradsorpsi secara cepat dan kuat pada permukaan tanah dan kemudian terdistribusi secara vertikal dan lateral bersamaan dengan pergerakan partikel tanah. Kuatnya ikatan  $^{137}\text{Cs}$  pada partikel tanah membuat  $^{137}\text{Cs}$  dapat digunakan sebagai perunut (*tracer*) pada pergerakan tanah dan sedimen [4].

$^{210}\text{Pb}$  adalah suatu radioisotop alam (waktu paruh 22,2 tahun) yang merupakan hasil dari rangkaian peluruhan dari radioaktif induk  $^{238}\text{U}$ .  $^{210}\text{Pb}$  dihasilkan melalui beberapa rangkaian peluruhan radioaktif umur pendek dari peluruhan gas  $^{222}\text{Rn}$  (waktu paruh 3,8 hari) yang merupakan anak luruh dari radioaktif alam  $^{226}\text{Ra}$  (waktu paruh 1622 tahun) [5].  $^{210}\text{Pb}$  yang terdapat di tanah dan batuan merupakan hasil peluruhan secara alamiah dari  $^{226}\text{Ra}$ .  $^{222}\text{Rn}$  akan meluruh menjadi  $^{222}\text{Rn}$  yang berumur pendek ( $t_{1/2} = 3,8$  hari), dimana sebagian kecil dari gas  $^{222}\text{Rn}$  ini akan terdifusi ke atas dan terlepas ke atmosfer. Gas  $^{222}\text{Rn}$  yang terperangkap di tanah dan batuan akan meluruh menjadi  $^{210}\text{Pb}$  yang berada dalam kesetimbangan dengan induknya, dan ini disebut sebagai  $^{210}\text{Pb}$  *supported*. Sedangkan gas  $^{222}\text{Rn}$  yang terlepas ke atmosfer akan meluruh menjadi  $^{210}\text{Pb}$  kemudian jatuh ke permukaan tanah melalui air hujan. Jatuhan  $^{210}\text{Pb}$  ini di permukaan tanah tidak berada dalam kesetimbangan dengan induknya, dan  $^{210}\text{Pb}$  jatuhan ini disebut sebagai  $^{210}\text{Pb}$  *unsupported* atau *excess*. Karena kuatnya daya serap partikel tanah dan sedimen, maka jatuhan  $^{210}\text{Pb}$  ketika menyentuh permukaan tanah secara cepat akan teradsorpsi dan melekat sangat kuat pada partikel tanah dan sedimen. Pergerakan  $^{210}\text{Pb}$  di tanah dan sedimen secara vertikal dan horizontal disebabkan karena adanya proses erosi, transportasi dan deposit. Oleh karena fenomena ini maka fungsi  $^{210}\text{Pb}$  *unsupported* atau *excess* sama seperti  $^{137}\text{Cs}$  sebagai perunut (*tracer*) untuk penelitian erosi tanah dan asal usul sedimen [6].

Pada penelitian ini digunakan dua radioaktif yang ada di lingkungan yaitu  $^{137}\text{Cs}$  dan

$^{210}\text{Pb}$  *unsupported* untuk menentukan laju erosi/deposisi pada suatu lokasi yang terdiri dari lahan yang diolah (*cultivated*) dan yang tidak diolah (*uncultivated*). Lokasi penelitian yang dipilih adalah sub Daerah Aliran Sungai (subDAS) Ciberang – Serang – BANTEN. **Tujuan** dari naskah ini adalah untuk menyajikan hasil penelitian dalam menentukan laju erosi/deposisi subDAS Ciberang yang merupakan salah satu hulu dari DAS Cijung – Serang - BANTEN menggunakan radioisotop  $^{137}\text{Cs}$  yang ada di lingkungan dan radioisotop alam  $^{210}\text{Pb}$ .

## METODE

Metode yang digunakan adalah analisis kandungan radioisotop lingkungan (*environmental isotope*) yang terdapat di tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menggunakan alat *coring* (di 7 cm) dengan kedalaman 20 cm, kemudian dilakukan perlakuan awal terhadap sampel tanah sebelum dianalisis menggunakan alat spektrometer gamma.

### Lokasi penelitian

Lokasi pengambilan sampel dilakukan pada 14 lokasi (Gambar 1), yaitu 4 lokasi lahan olah dan 10 lahan yang tidak diolah. Lokasi penelitian ini merupakan suatu lahan yang diolah secara komersil (perkebunan) dan lahan yang diolah oleh penduduk setempat. Lokasi penelitian memiliki kemiringan yang berbeda-beda berkisar antara  $10^\circ$  sampai dengan  $45^\circ$ . Sedangkan untuk lokasi pembanding (*reference site*) dipilih jutan lindung di kecamatan Muncang – Lebak – BANTEN.

### Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan secara vertikal dari atas ke bawah (transek), dan setiap transek terdiri dari beberapa titik percobaan dengan jarak antara titik untuk setiap transek antara 10 m hingga 15 m. Jarak antara transek antara 5 km hingga 10 km. Pengambilan sampel dilakukan dengan kedalaman 20 cm menggunakan alat *coring*, dan untuk lokasi pembanding menggunakan *scraper* dengan ketebalan setiap lapisan 2 cm hingga kedalaman 20 cm.

### Perlakuan Pendahuluan sampel

Sampel-sampel tanah dibawa ke laboratorium sedimentologi – PAIR – BATAN, kemudian dilakukan perlakuan pendahuluan sebelum kandungan  $^{137}\text{Cs}$  dan  $^{210}\text{Pb}$  nya dianalisis. Perlakuan pendahuluan sampel terdiri dari : pengeringan sampel tanah, penimbangan berat kering total sampel, pengayakan hingga lolos ayakan 1 mm dan penggerusan untuk sampel yang tidak lolos ayakan 1 mm



Gambar 1. Lokasi Penelitian (SubDAS Ciberang – Serang – BANTEN) dan titik pengambilan sampel

### Analisis kandungan $^{137}\text{Cs}$ dan $^{210}\text{Pb}$

Sebanyak 400 g dari sampel tanah kering dan halus dimasukkan ke dalam merinelli, ditutup rapat, kemudian disegel menggunakan selotip kertas selama 21 hari. Hal ini dilakukan untuk menjamin bahwa kesetimbangan antara  $^{226}\text{Ra}$  dan anak luruhnya  $^{222}\text{Rn}$  sudah terjadi. Kandungan  $^{137}\text{Cs}$  dan  $^{210}\text{Pb}$  dalam sampel tanah selanjutnya dianalisis menggunakan *High Purity Germanium* (HPGe) detektor dengan efisiensi 30 % yang dihubungkan ke GENIE 2000 *spectrum master* dan *multi channel analyzer* (MCA). Pengukuran dilakukan selama minimum 80.000 detik, dan standar yang digunakan adalah standar sekunder tanah yang diambil dari daerah Nganjuk yang telah diketahui aktivitas  $^{137}\text{Cs}$  dan  $^{210}\text{Pb}$  total dan *supported* nya ( $^{137}\text{Cs}$  = 1,20 Bq/kg,  $^{210}\text{Pb}$  total = 27,09 Bq/kg dan  $^{210}\text{Pb}$  *supported* = 12,13 Bq/kg pada Desember 2006). Standar sekunder tanah juga dimasukkan dalam merinelli sebanyak 400 gr dan ditutup rapat menggunakan selotip selama minimum 21 hari. Aktivitas isotop lingkungan (*environmental isotope*)  $^{137}\text{Cs}$  didapat pada energi 661 keV, sedangkan aktivitas  $^{210}\text{Pb}$  total ditentukan pada energi 46,5 keV, dan radioaktivitas  $^{214}\text{Pb}$  atau  $^{210}\text{Pb}$  *supported* ditentukan pada energi 351,9 keV. Radioaktivitas dari  $^{210}\text{Pb}$  *unsupported* atau *excess* didapat dengan cara melakukan pengurangan radioaktivitas  $^{210}\text{Pb}$

supported terhadap  $^{210}\text{Pb}$  total [7]. Setelah pencacahan, sampel tanah dikembalikan ke kantong plastik dan disimpan atau tetap didalam merinelli yang tersegel sehingga dapat dianalisis kembali jika diperlukan.

### Analisis data

Perhitungan laju erosi/deposisi untuk setiap titik percobaan menggunakan Model Kesetimbangan Massa 1 (MKM1) yang terdapat dalam software model konversi  $^{137}\text{Cs}$  yang dikembangkan di Universitas EXETER- United Kingdom, yaitu : [8]

$$Y = 10 d B (1 - (1 - X/100)^{1/(t-1963)})$$

(i)  
Dimana :

Y = laju erosi pertahun (t/ha/th)

d = kedalaman lapisan pengolahan tanah (m)

B = densitas bulk ( $\text{kg/m}^3$ )

X = persentase kehilangan total inventori isotop lingkungan (didefinisikan sebagai

-  $(A_{\text{ref}} - A) / A_{\text{ref}} \times 100$  untuk  $A < A_{\text{ref}}$ , dan

-  $(A - A_{\text{ref}}) / A_{\text{ref}} \times 100$  untuk  $A > A_{\text{ref}}$ )

t = Tahun saat pengambilan sampel

$A_{\text{ref}}$  = total inventori isotop lingkungan di lokasi pembanding ( $\text{Bq/m}^2$ )

A = total inventori isotop lingkungan titik percobaan ( $\text{Bq/m}^2$ )

## HASIL dan PEMBAHASAN

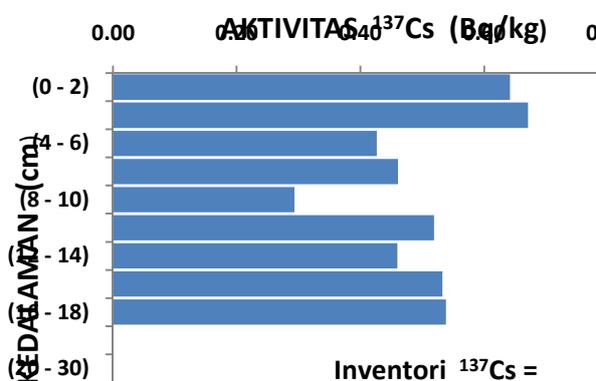
### a. Lokasi Pembanding

Pada studi erosi menggunakan radioisotop yang ada di lingkungan (*environmental isotope*), dan perlu dicari suatu lokasi dimana erosi/deposisi tidak terjadi/kecil sekali. Lokasi itu disebut sebagai lokasi pembanding, dimana nilai inventori radiolisotop lingkungannya yang terdapat di lokasi ini akan digunakan sebagai pembanding terhadap nilai inventori radioisotop lingkungan yang terdapat di lokasi penelitian, sehingga laju erosinya dapat dihitung. Pada penelitian ini lokasi pembanding yang dipilih adalah hutan lindung yang terletak di kecamatan Muncang pada posisi (S =  $06^\circ 36' 12''$  ; T =  $106^\circ 18' 43''$ ). Pengambilan sampel di lokasi pembanding dilakukan sebanyak 1 titik menggunakan alat *scraper* untuk profil distribusi vertikal dan 7 titik menggunakan alat *coring* untuk nilai inventori. Sampel-sampel tanah setelah mengalami perlakuan awal akan dianalisis menggunakan alat spektrometer gamma dimana alat ini memiliki minimum deteksinya (MDC) adalah untuk  $^{210}\text{Pb}$  total = 7,7 Bq/kg,  $^{210}\text{Pb}$  *supported* = 5 Bq/kg dan  $^{137}\text{Cs}$  = 0 Bq/kg. Nilai aktivitas dan profil distribusi vertikal dari radioisotop  $^{137}\text{Cs}$  dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Aktivitas (Bq/kg) dan inventori (Bq/m<sup>2</sup>) <sup>137</sup>Cs di lokasi pembanding Ht.Lindung- Kec. Muncang - BANTEN

No	Profil distribusi		INVENTORI		
	Kedalaman (cm)	Bq/kg	KODE	Bq/kg	Bq./m <sup>2</sup>
1.	(0 – 2)	0,64 ± 0,08	Scrapper (0 -20) cm	4,54 ± 0,21	63,45 ± 3,33
2.	(2 – 4)	0,67 ± 0,08	COR 1	0,34 ± 0,08	58,67 ± 14,32
3.	(4 – 6)	0,43 ± 0,07	COR 2	0,46 ± 0,08	83,05 ± 13,67
4.	(6 – 8)	0,46 ± 0,04	COR 3	0,57 ± 0,08	88,71 ± 11,90
5.	(8 – 10)	0,29 ± 0,06	COR 4	0,58 ± 0,05	83,39 ± 6,80
6.	(10 – 12)	0,52 ± 0,07	COR 5	0,49 ± 0,13	83,76 ± 22,17
7.	(12 – 14)	0,46 ± 0,07	COR 6	0,39 ± 0,14	65,49 ± 23,48
8.	(14 – 16)	0,53 ± 0,07	COR 7	0,64 ± 0,05	95,67 ± 7,02
9.	(16 - 18)	0,54 ± 0,09			
10.	(18 – 20)	< MDC	RERATA	77,78 ± 8,86	
11.	(20 – 30)	< MDC			

Profil distribusi vertikal dari radioisotop <sup>137</sup>Cs di lokasi pembanding ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Profil distribusi vertikal radioisotop <sup>137</sup>Cs di Lokasi pembanding Ht. Lindung - Kec.Muncang – Lebak

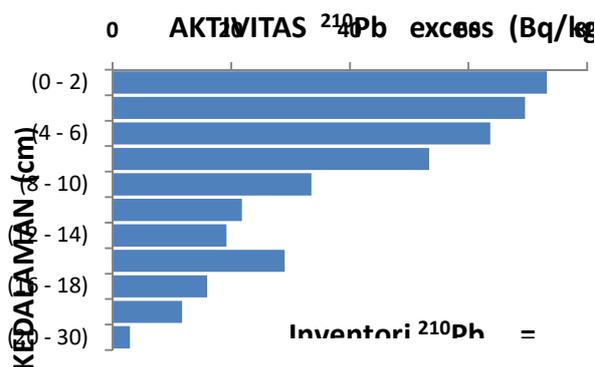
Melalui Gambar 2 dapat diketahui bahwa profil distribusi radioisotop <sup>137</sup>Cs di lokasi ini tidak mengikuti pola secara teoritis yaitu aktivitas maksimum pada lapisan atas dan menurun secara eksponensial dengan bertambahnya kedalaman. Hal ini karena tempat datar di lokasi ini tidak terlalu luas dan jarak antara pohon tidak terlalu jauh sehingga akar-akar tanaman tersebut saling bertemu, akibatnya dapat mengganggu proses distribusi radioisotop ke lapisan yang lebih dalam. Aktivitas maksimum pada profil distribusi ini terdapat pada lapisan pertama dan kedua. Jatuhan (*fallout*) dari radioisotop <sup>137</sup>Cs hanya terjadi sekali, sehingga distribusi ini tidak dapat terulang kembali.

Untuk nilai aktivitas dan profil distribusi vertikal dari radioisotop alam <sup>210</sup>Pb<sub>ex</sub> dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Tabel 2. Aktivitas (Bq/kg) dan inventori (Bq/m<sup>2</sup>) <sup>210</sup>Pb<sub>excess</sub> di lokasi Pembanding Ht.Lindung – Kec.Muncang – Lebak

No	Profil distribusi		INVENTORI		
	Kedalaman (cm)	Bq/kg	KODE	Bq/kg	Bq./m <sup>2</sup>
1.	(0 – 2)	73,24 ± 2,62	Scrapper (0 – 20) cm	390,97 ± 9,04	4535 ± 143
2.	(2 – 4)	69,53 ± 3,32	COR 1	26,48 ± 2,02	4628 ± 353
3.	(4 – 6)	63,66 ± 3,49	COR 2	16,39 ± 2,88	2963 ± 521
4.	(6 – 8)	53,39 ± 1,86	COR 3	24,95 ± 2,81	3895 ± 439
5.	(8 – 10)	33,52 ± 2,65	COR 4	27,13 ± 1,54	3868 ± 220
6.	(10 – 12)	21,80 ± 3,00	COR 5	24,28 ± 2,64	4182 ± 454
7.	(12 – 14)	19,18 ± 2,85	COR 6	21,55 ± 3,26	3644 ± 551
8.	(14 – 16)	29,00 ± 2,95	COR 7	31,29 ± 1,94	4698 ± 291
9.	(16 - 18)	15,94 ± 3,63			
10.	(18 – 20)	11,71 ± 1,48	RERATA	4052 ± 388	
11.	(20 – 30)	2,92 ± 2,68			

Profil distribusi vertikal dari radioisotop  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  di lokasi pembanding ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Profil distribusi vertikal radioenvironmental isotope  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  di lokasi Pembanding Ht. Lindung – Kec.Muncang – Lebak

Pada Gambar 3 terlihat bahwa profil distribusi  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  pada lapisan tanah mendekati idealis, hal ini disebabkan karena jatuhnya  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  masih berlangsung sampai saat ini sehingga dapat membentuk profil distribusi vertikal yang baik.

#### b. Studi erosi/deposisi

Pengambilan sampel untuk titik-titik percobaan distribusi erosi/deposisi dilakukan menggunakan alat *coring* dengan kedalaman 20 cm. Lokasi-lokasi yang dipilih adalah berupa lahan olahan, kebun campuran dan perkebunan karet dan kelapa sawit. Untuk kebun campuran pada umumnya ditanami oleh tanaman keras seperti jengkol, pete, duren, akasia, jati, mahoni dan beberapa jenis tanaman keras lainnya. Nilai-nilai aktivitas dan inventori  $^{137}\text{Cs}$  untuk setiap titik percobaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Lokasi penelitian dan nilai inventori untuk

No	LOKASI	INVENTORI (Bq/m <sup>2</sup> )		
		$^{137}\text{Cs}$	$^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$	
1.	Agroforestry : AF 1	169 ± 14	4350 ± 480	
		AF 2	160 ± 26	5160 ± 617
		AF 3	198 ± 15	4301 ± 495
		AF 4	292 ± 20	5664 ± 196
2.	Lahan Olahan : TO 8	124 ± 11	1716 ± 329	
		TO 9	145 ± 11	2024 ± 314
		TO 10	146 ± 25	3163 ± 341
3.	Kebun campuran : MHN 11	272 ± 16	3087 ± 465	
		MHN 12	69 ± 33	2050 ± 569
		MHN 13	199 ± 15	1199 ± 410
4.	Kebun campuran : KJB 14	62 ± 7	535 ± 221	
		KJB 15	346 ± 19	1328 ± 471
5.	Lahan Kosong : (bekas tanaman Karet) KK 16	248 ± 40	333 ± 89	
		KK 17	164 ± 12	665 ± 127
		KK 18	126 ± 11	704 ± 165
6.	Perkebunan Kelapa Sawit : KS 19	97 ± 12	883 ± 271	
		KS 20	153 ± 10	613 ± 175
		KS 21	< MDC	3269 ± 436
7.	Lahan Olahan (campuran) : KBS 22	150 ± 13	3616 ± 477	
		KBS 23	77 ± 6	149 ± 26
		KBS 24	142 ± 12	1642 ± 377
8.	Lahan Olahan (Kebun singkong) : KBS 25	159 ± 13	543 ± 84	
		KBS 26	101 ± 6	1681 ± 99
		KBS 27	90 ± 40	524 ± 110
		KBS 28	186 ± 41	2638 ± 497
		KBS 29	247 ± 34	1584 ± 346
9.	Kebun campuran : JBN 31	276 ± 18	3220 ± 782	
		JBN 32	142 ± 17	133 ± 37
10.	Kebun karet (peremajaan Tanaman) : BM 34	126 ± 14	418 ± 98	
		BM 35	109 ± 21	433 ± 75
		BM 36	103 ± 7	1149 ± 197
		BM 37	103 ± 10	2041 ± 408
11.	Kebun karet : SJR 38	51 ± 19	1445 ± 313	
		SJR 39	< MDC	870 ± 331
12.	Kebun campuran (tnm utama segon) : CMN 40	108 ± 18	3306 ± 468	
		CMN 41	97 ± 20	2320 ± 347
13.	Kebun campuran (tnm utama segon) : CMG 42	104 ± 5	3288 ± 94	
		CMG 43	163 ± 14	2943 ± 529
14.	Kebun campuran (tnm utama Mahoni) : MCG 44	86 ± 8	403 ± 112	
		MCG 45	181 ± 28	1672 ± 352
		MCG 46	132 ± 25	1723 ± 264

Dengan menggunakan persamaan (i), diperoleh laju erosi/deposisi dari setiap lokasi seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan laju erosi/deposisi setiap lokasi penelitian

No	LOKASI	POSISI		LAJU EROSI (t/ha.th)		KETERANGAN
		S	T	$^{137}\text{Cs}$	$^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$	
1.	Agroforestry (AF 1)	06° 29' 25"	106° 27' 27"	41,0	4,0	Tanaman Akasia
2.	Lahan Olahan (TO 2)	06° 29' 28"	106° 27' 29"	14,4	-9,7	Palawija (sistim rotasi)
3.	Kebun campuran (MHN 3)	06° 31' 11"	106° 22' 51"	33,2	-20,0	Tanaman utama Akasia
4.	Kebun campuran (KJB 4)	06° 30' 22"	106° 22' 21"	32,2	-42,3	Jinjing, akasia
5.	Lahan kosong (KK 5)	06° 25' 13"	106° 13' 55"	38,5	-63,4	Peremajaan tanaman karet
6.	Perkebunan Sawit (KS 6)	06° 31' 07"	106° 12' 30"	14,1	-49,0	Kelapa sawit
7.	Lahan olahan (KBS 7)	06° 31' 54"	106° 13' 29"	12,0	-39,4	Singkong, kapulaga, jagung
8.	Lahan olahan (KBS 8)	06° 29' 06"	106° 22' 02"	26,2	-45,0	Singkong
9.	Kebun campuran (JBN 9)	06° 34' 56"	106° 24' 28"	63,6	-48,7	Jati ambon, pisang
10.	Kebun karet (BM 10)	06° 26' 48"	106° 19' 05"	9,4	-43,4	Peremajaan tanaman karet
11.	Perkebunan karet (SJR 11)	06° 29' 49 "	106° 20' 47"	-32,7	-32,9	Karet
12.	Kebun campuran (CMN 12)	06° 32' 08"	106° 19' 14"	5,2	-9,8	Tanaman utama serasa
13.	Kebun campuran (CMN 13)	06° 32' 14"	106° 18' 21"	13,1	-6,7	Tanaman utama akasia

14.	Kebun campuran (MCG 14)	06° 32' 57"	106° 16' 03"	16,1	-36,8	Tanaman utama mahoni
-----	-------------------------	-------------	--------------	------	-------	----------------------

Melalui Tabel 4, dapat dilihat bahwa hasil yang diperoleh menunjukkan ada perbedaan hasil perhitungan antara  $^{137}\text{Cs}$  dan  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ , hal ini disebabkan karena radioisotop  $^{137}\text{Cs}$  yang ada di lingkungan memberikan akumulasi laju erosi selama 40 tahun sedangkan  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  memberikan akumulasi laju erosi untuk kurun waktu selama 100 tahun. Pada Tabel 2 terlihat bahwa radioisotop  $^{137}\text{Cs}$  memberikan hasil laju deposisi untuk hampir semua lahan penelitian hanya perkebunan karet yang memberikan laju erosi, sedangkan radioisotop alam  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  memberikan laju erosi untuk hampir semua lahan penelitian kecuali lahan agroforestry (AF1) memberikan hasil laju deposisi. Berdasarkan teknik isotop lingkungan  $^{137}\text{Cs}$  diperoleh bahwa hampir seluruh lahan tidak mengalami proses erosi atau terjadi proses deposisi, hal ini karena perhitungan laju erosi berdasarkan pada selisih nilai inventori radioisotope lingkungan dari lokasi terhadap nilai inventori radioisotop lingkungan dari lokasi penelitian. Lokasi pembanding (*reference site*) yang berupa hutan lindung yang terletak di kecamatan Muncang. Hutan lindung ini ditumbuhi oleh tanaman keras sejenis pinus yang cukup rapat dengan akar-akar tumbuhannya yang panjang dan dalam. Nilai inventori untuk radioisotop  $^{137}\text{Cs}$  dari lokasi ini relatif kecil ( $78 \text{ Bq/m}^2$ ), sedangkan untuk lokasi penelitian kandungan radioisotop  $^{137}\text{Cs}$  sebagian besar lebih besar dari lokasi pembanding, sehingga pada perhitungan laju erosi diperoleh laju deposisi. Kecilnya nilai inventori radioisotop  $^{137}\text{Cs}$  di lokasi pembanding ini, disebabkan karena kondisi tanaman yang cukup dekat satu sama lain dengan akar-akar yang panjang dan dalam menyebabkan proses distribusi jatuhnya radioisotop alam  $^{137}\text{Cs}$  pada lapisan tanah yang terjadi sekitar tahun 1950-an hingga 1960-an terganggu, sehingga kemungkinan lebih banyak radioisotop  $^{137}\text{Cs}$  yang terbawa oleh air hujan dibandingkan yang melekat

#### DAFTAR PUSTAKA

1. "Rencana Tindak DAS Cijung", laporan Utama 1 BP DAS Ciliwung-Citarum, 2010
2. Shuller, P., Walling, D.E., et al, (2013), "Using  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  and other sediment source Fingerprints to document suspended sediment sources in small forested catchments in south-central Chile", *Journal of Environmental Radioactivity*, 124, p. 147 – 159
3. Yungi Zhang, Yi Long, et al, (2014), "Spatial patterns of  $^{137}\text{Cs}$  inventories and soil erosion from earth-banked terraces in the Yimeng Mountains, China", *Journal of Environmental Radioactivity*, 136, p. 1 - 9
4. Walling, D.E., (2002), "Recent advance in the use of environmental radionuclides in Soil

pada lapisan tanah. Berdasarkan data-data tersebut maka dapat dilihat bahwa radioisotop  $^{137}\text{Cs}$  yang terdapat di lingkungan subDAS ini tidak dapat digunakan untuk menghitung laju erosi/deposisi. Sedangkan radioisotop alam  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  merupakan hasil peluruhan panjang dari  $^{238}\text{U}$  yang terjadi sampai sekarang, sehingga memberikan nilai inventori yang ideal demikian juga untuk profil distribusinya. Berdasarkan pada kondisi lapangan dimana air sungai yang berwarna coklat pekat dan seingnya terjadi banjir di subDAS ini karena adanya pendangkalan sungai menunjukkan bahwa telah terjadi erosi yang cukup tinggi di subDAS Ciberang ini, maka penggunaan radioisotop alam  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  lebih memberikan hasil yang sesuai karena hampir seluruh lokasi penelitian memberikan hasil laju erosi.

#### KESIMPULAN

Melalui hasil percobaan ini dapat diketahui bahwa metode  $^{137}\text{Cs}$  dan  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  dapat diaplikasikan untuk menentukan memperkirakan laju erosi/deposisi. Untuk beberapa tahun kedepan penggunaan  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  akan lebih bermanfaat, karena aktivitas dari  $^{137}\text{Cs}$  akan semakin habis sehingga akan sulit untuk mendeteksinya, sedangkan radioenvironmental isotope  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  akan selalu ada di alam ini.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini terlaksana atas dana dari Lembaga Non Departemen BATAN. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Kepala Bidang Industri dan Lingkungan serta rekan-rekan di subKelompok Erosi/Sedimentasi sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

Erosion Investigation". *Nuclear Techniques in Integrated Plant Nutrient, Water and Soil Mangement*. (Proc. Vienna Symp., Oct. 2000), IAEA Publication CSP- 1/C., International Atomic Energy Agency, Vienna, p. 290-312

5. Walling, D.E., Collin, A.L., and Sickingabula, H.M., (2003), "Using unsupported lead-210 measurements to investigate soil erosion and sediment delivery in a small Zambia catchment" *Geomorphology*, 52, Elsevier, p. 193 -213.
6. Fang, H.Y., Sheng, M.L., et al, (2013), "Assessment of soil redistribution and spatial pattern for a small catchment in the black soil region, Northeastern China: Using fallout  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ ", *Soil and Tillage Research*, 133, p. 85 – 92.

7. Porto, P., and Walling, D.E., (2012) Validating the use of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  measurements to estimate rates of soil loss from cultivated land in southern Italy. *Journal of Environmental Radioactivity* 106 : 47 – 57.
8. Zapata,F., (2002) Handbook for the assessment of soil erosion and sedimentology using environmental

radionuclides”, Dordrecht- Netherland, Kluwer Academic Publishers, 111 - 162.

NO	Nama penanya	Kode Makalah	Nama Penyaji	Pertanyaan dan Jawaban
1	Nur Fatoni (STTN-BATAN)	OA05	Nita Suhartini (BATAN)	<p>1. Dari data yg diperoleh utk parameter Cs dari permukaan tanah, cukup fluktuatif, sehingga kurang baik untuk dijadikan sbg parameter acuan. Sedangkan utk PB, data yg diperoleh cukup baik, karena dari permukaan ke kedalaman tanah semakin kecil. Pertanyaannya pada kedalaman +/- 14 cm data Pb lebih besar dari permukaan di atasnya. Mengapa hal ini terjadi dimungkinkan karena Radon yg menjadi Pb paling banyak di kedalaman ini atau adahal lain yg menyebabkannya?</p> <p>Jawab:</p> <p>1. Utk Pb-210 ex pd kedalaman 14 cm lebih tinggi dari lapisan di atasnya, karena air hujan membawa sampai kedalaman tsb. Dan kandungan lempung pd lapisan tsb, cukup tinggi.</p>