

DISTRIBUSI VERTIKAL RADIOISOTOP ALAM ^{210}Pb DI TANAH PADA BEBERAPA LOKASI STABIL DAS CISADANE

Nita Suhartini, Barokah Aliyanta
Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi – BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440
e-mail : s-nita@batan.go.id

ABSTRAK

DISTRIBUSI VERTIKAL RADIOISOTOP ALAM ^{210}Pb DI TANAH PADA BEBERAPA LOKASI STABIL DAS CISADANE. Telah dilakukan suatu penelitian yang bertujuan untuk melihat profil distribusi ^{210}Pb pada lapisan tanah di beberapa lokasi stabil untuk dijadikan sebagai lokasi pembanding (*reference site*) di DAS Cisadane - Bogor. ^{210}Pb adalah radioisotop alam sebagai hasil peluruhan panjang dari radioisotop ^{238}U yang terdapat dalam batuan. Lokasi pembanding adalah suatu lokasi dimana tidak ada/sedikit terjadi proses erosi/deposit. Nilai inventori radioisotop alam ^{210}Pb pada lokasi pembanding ini akan digunakan sebagai pembanding terhadap nilai inventori radioisotop alam ^{210}Pb dari lokasi penelitian. Jika nilai inventori ^{210}Pb lokasi pembanding lebih besar dari nilai inventori ^{210}Pb lokasi penelitian mengindikasikan telah terjadi proses erosi (-), jika nilai inventori ^{210}Pb lokasi pembanding lebih kecil dari nilai inventori ^{210}Pb lokasi penelitian mengindikasikan telah terjadi proses deposisi (+). Empat lokasi telah dipilih sebagai lokasi pembanding yaitu Hutan Primer Gn. Salak di Cijeruk (ketinggian 1242 m dpl), Perkebunan teh di Cipelang (ketinggian 694 m dpl), Hutan Pinus di Pasir Jaya (ketinggian 855 m dpl) dan Perkebunan Karet di Rumpin (ketinggian 230 m dpl). Pengambilan sampel menggunakan alat *scraper* (20 x 50) cm dengan interval lapisan 2 cm hingga kedalaman 30 cm, dan untuk nilai inventori ^{210}Pb pengambilan sampel dilakukan pada beberapa titik menggunakan alat *coring* ($d_i = 7$ cm) hingga kedalaman 20 cm. Hasil penelitian memperlihatkan nilai inventori ^{210}Pb adalah 4083 Bq/m², 3619 Bq/m², 7420 Bq/m², dan 3606 Bq/m², masing-masing untuk Hutan Primer Gn. Salak, Perkebunan teh, Hutan Pinus dan Perkebunan karet.

Kata kunci : Erosi/deposisi, radioisotop alam, ^{210}Pb

ABSTRACT

*VERTICAL DISTRIBUTION OF ^{210}Pb ENVIRONMENTAL RADIOISOTOPE AT SOIL IN SOME STABLE SITES OF CISADANE CATCHMENT. This investigation aimed to observe a profile of ^{210}Pb vertical distribution at soil layer in some stable location to be used as reference sites at Cisadane catchment area - Bogor. ^{210}Pb is environmental radioisotope as natural product of ^{238}U decay series at rocks. Reference site is a stable site (undisturbed site) which no or little erosion/deposition occurred. The inventory value of ^{210}Pb environmental radioisotope from reference site will be used as reference to the inventory value of ^{210}Pb environmental radioisotope from the study site. If the inventory value of ^{210}Pb at reference site was higher than inventory value of ^{210}Pb at study site its indicate that erosion (-) was occurred, if the inventory value of ^{210}Pb at reference site was less than inventory value of ^{210}Pb at study site its indicate that deposition was occurred. Four location were selected as reference sites namely Heterogen forest of Salak Mt – Cijeruk (1242 above sea level), Tea Plantation – Cipelang – Cijeruk (694 above sea level), Pine Forest – Pasir Jaya (855 above sea level) and Rubber Plantation – Rumpin (230 above sea level). Sampling was done by using *scraper* (20 x 50) cm with layer increment of 2 cm until the depth of 30 cm, and for inventory value of ^{210}Pb sampling was done using *coring* ($d_i = 7$ cm) until the depth of 20 cm. The result showed that inventory values of ^{210}Pb were 4083 Bq/m², 3619 Bq/m², 7420 Bq/m², and 3606 Bq/m² for Heterogen forest of Salak Mt, Tea Plantation, Pine Forest and Rubber Plantation respectively.*

Keywords : Erosion/deposition, environmental isotope, ^{210}Pb

PENDAHULUAN

^{137}Cs adalah radioisotop buatan manusia dengan waktu paruh 30,2 tahun. Keberadaan radioisotop ^{137}Cs di alam ini adalah merupakan jatuhnya (*fallout*) dari atmosfer sebagai hasil percobaan senjata nuklir. ^{137}Cs secara global telah dapat dideteksi di alam ini sejak 1954, dan fluks yang tertinggi pada belahan bumi bagian utara terjadi pada tahun 1963, sehubungan dengan adanya percobaan senjata nuklir secara besar-besaran yang terjadi pada saat itu. Jatuhnya (*fallout*) ^{137}Cs dari atmosfer berkurang drastis setelah adanya perjanjian percobaan senjata nuklir pada tahun 1963, dan sejak tahun 1970-an

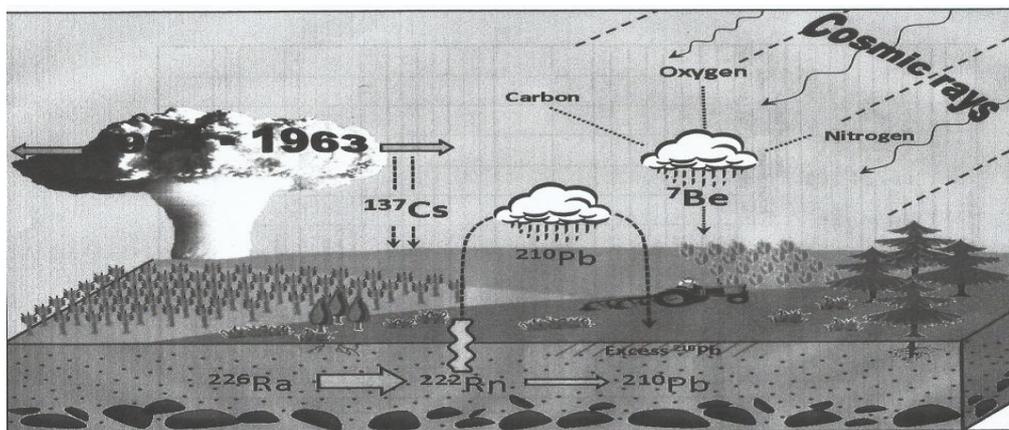
jatuhan ^{137}Cs dari atmosfer menjadi sangat tidak signifikan (hampir tidak ada). Selain dari percobaan senjata nuklir, untuk beberapa wilayah di eropa dan wilayah yang berada berdekatan dengan Rusia, mengalami penambahan jatuhnya ^{137}Cs yang berasal dari peristiwa kecelakaan Chernobyl pada tahun 1986. Jatuhnya (*fallout*) ^{137}Cs ketika menyentuh permukaan bumi akan teradsorpsi secara cepat dan kuat pada permukaan tanah dan kemudian terdistribusi secara vertikal dan lateral bersama-sama dengan pergerakan partikel tanah, kuatnya ikatan ^{137}Cs pada partikel tanah membuat ^{137}Cs dapat

digunakan sebagai perunut (*tracer*) pada pergerakan tanah dan sedimen (1).

Saat ini metode menggunakan radioisotop alam ^{137}Cs sudah banyak diaplikasikan di banyak negara dan memberikan hasil yang baik. Tetapi beberapa hasil penelitian yang dilakukan di Afrika baik skala kecil maupun skala besar (catchment area) seperti di Lesotho (2), Zimbabwe (3) dan Zambia(4), menunjukkan bahwa penggunaan radioisotop alam ^{137}Cs mempunyai keterbatasan yang penting dimana nilai inventori dari ^{137}Cs di daerah tersebut sangat kecil dibandingkan dengan negara-negara dibelahan bumi bagian utara. Sebagai contoh pada saat ini nilai inventori ^{137}Cs di wilayah Amerika utara dan Eropa berkisar antara 2000 sampai dengan 4000 Bq/m², sedangkan nilai inventori ^{137}Cs sebesar 420 Bq/m², 270 Bq/m² dan 252 Bq/m² masing-masing diperoleh dari wilayah Australia, New Zealand dan Zimbabwe (5,6). Sehubungan dengan keterbatasan pada penggunaan ^{137}Cs untuk penelitian erosi tanah di beberapa wilayah di dunia ini, perlu dilakukan suatu penelitian untuk menggunakan radioisotop alam yang lain diantaranya ^{210}Pb .

^{210}Pb adalah suatu radioisotop alam (waktu paruh 22,2 tahun) yang merupakan hasil dari rangkaian peluruhan dari induk radioaktif ^{238}U . ^{210}Pb dihasilkan melalui beberapa rangkaian peluruhan radioaktif umur pendek dari peluruhan gas ^{222}Rn (waktu paruh 3,8 hari) yang merupakan anak luru dari radioaktif alam

^{226}Ra (waktu paruh 1622 tahun). ^{210}Pb yang terdapat di tanah dan batuan merupakan hasil peluruhan secara alam dari ^{226}Ra . ^{226}Ra akan meluruh menjadi ^{222}Rn yang berumur pendek ($t_{1/2} = 3,8$ hari), dimana sebagian kecil dari gas ^{222}Rn ini akan terdifusi ke atas dan terlepas ke atmosfer. Gas ^{222}Rn yang terperangkap di tanah dan batuan akan meluruh menjadi ^{210}Pb yang berada dalam kesetimbangan dengan induknya, dan ini disebut sebagai ^{210}Pb *supported*. Sedangkan gas ^{222}Rn yang terlepas ke atmosfer akan meluruh menjadi ^{210}Pb kemudian jatuh ke permukaan tanah melalui air hujan. Jatuhan (*fallout*) ^{210}Pb ini di permukaan tanah tidak berada dalam kesetimbangan dengan induknya, dan ^{210}Pb jatuhan ini disebut sebagai ^{210}Pb *unsupported* atau *excess* (7). Karena kuatnya daya serap partikel tanah dan sedimen, maka jatuhan ^{210}Pb ketika menyentuh permukaan tanah secara cepat akan teradsorpsi dan melekat sangat kuat pada partikel tanah dan sedimen. Pergerakan ^{210}Pb di tanah dan sedimen secara vertikal dan horizontal disebabkan karena adanya proses erosi, transportasi dan deposit. Oleh karena fenomena ini maka ^{210}Pb *unsupported* atau *excess* sama seperti ^{137}Cs , sehingga dapat digunakan sebagai perunut (*tracer*) untuk penelitian erosi tanah dan asal usul sedimen (8). Gambar proses keberadaan radioisotop alam di permukaan tanah dapat dilihat pada Gambar 1.

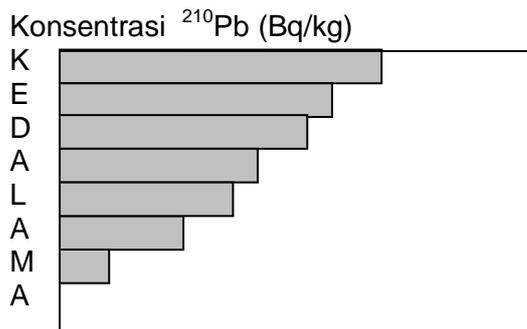


Gambar 1. Proses terjadinya keberadaan radioisotop alam di permukaan tanah (Cosmic ray = sinar kosmis yang berasal dari cahaya matahari)

Seperti ^{137}Cs , ^{210}Pb juga mempunyai daya tarik menarik yang kuat dengan partikel sedimen, sehingga ^{210}Pb dapat digunakan untuk memperkirakan laju erosi. Sebelum studi erosi dilakukan, perlu dicari suatu lokasi yang stabil untuk dijadikan sebagai lokasi pembandingan (*reference site*). Lokasi pembandingan adalah suatu lokasi dimana tidak ada/sedikit terjadi proses erosi/deposit. Nilai inventori radioisotop alam

^{210}Pb pada lokasi pembandingan ini akan digunakan sebagai pembandingan terhadap nilai inventori radioisotop alam ^{210}Pb dari lokasi penelitian. Jika nilai inventori ^{210}Pb lokasi pembandingan lebih besar dari nilai inventori ^{210}Pb lokasi penelitian mengindikasikan telah terjadi proses erosi (-), jika nilai inventori ^{210}Pb lokasi pembandingan lebih kecil dari nilai inventori ^{210}Pb lokasi penelitian mengindikasikan telah terjadi proses

deposisi (+). **Tujuan** Penelitian ini adalah mencari informasi tentang distribusi vertikal ^{210}Pb di lapisan tanah pada beberapa lokasi yang stabil, dimana data awal ini akan digunakan untuk memilih lokasi pembandingan dan sebagai petunjuk apakah metode tehnik nuklir menggunakan isotop alam ^{210}Pb untuk memperkirakan erosi tanah dapat diaplikasikan di Indonesia. Berdasarkan informasi dari beberapa literatur profil distribusi vertikal adalah konsentrasi maksimum terdapat pada lapisan atas dan akan menurun secara eksponensial dengan bertambahnya kedalaman, seperti yang terlihat pada Gambar 2 (9).



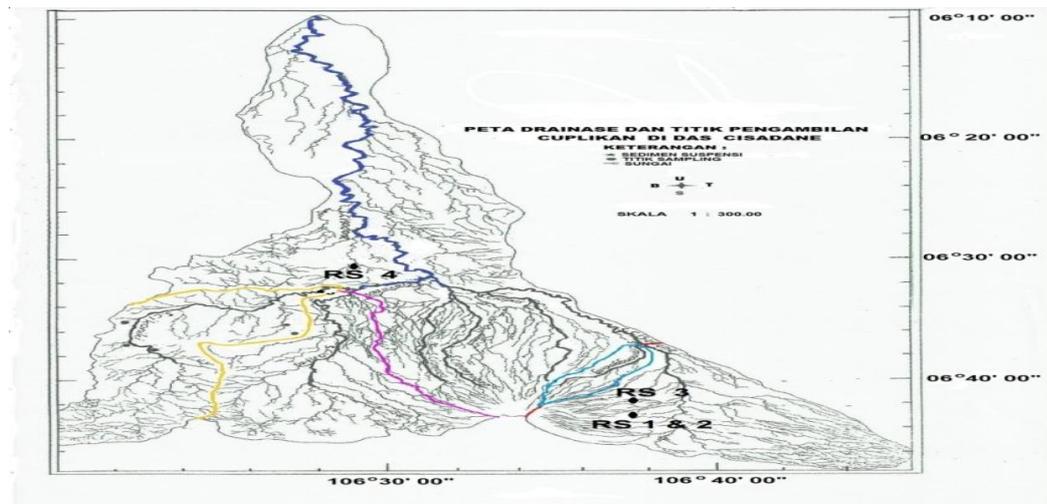
Gambar 2. Profil distribusi vertikal ^{210}Pb di lapisan tanah pada lokasi stabil Secara teoritis

Lokasi penelitian yang dipilih adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Cisadane – BOGOR-JAWA BARAT.

METODE

a. Pengambilan cuplikan

Empat lokasi stabil yang dipilih yaitu Hutan Primer Gn.Salak di Cijeruk (ketinggian 1242 m dpl), Perkebunan Teh – Cipelang – Cijeruk (ketinggian 694 m dpl), Hutan Pinus – Pasir Jaya (ketinggian 855 m dpl) dan Perkebunan Karet – Rumpin (ketinggian 230 m dpl) (Gambar 3).



Gambar 3. Lokasi Penelitian (DAS Cisadane – Bogor – Jawa Barat) dan titik pengambilan sampel

Pengambilan cuplikan di lokasi pembandingan menggunakan alat *scraper* dengan ukuran (20x50) cm hingga kedalaman 20 cm dengan interval setiap lapisan 2 cm, kemudian dilanjutkan menggunakan *coring* ($d_i = 7$ cm) hingga kedalam 30 cm dengan interval lapisan 10 cm.

b. Perlakuan Pendahuluan cuplikan

Cuplikan-cuplikan tanah dibawa ke laboratorium sedimentologi – PAIR – BATAN, kemudian dilakukan perlakuan pendahuluan sebelum kandungan ^{210}Pb nya dianalisis.

Perlakuan pendahuluan cuplikan terdiri dari : pengeringan cuplikan tanah, penimbangan berat kering total cuplikan, pengayakan hingga lolos ayakan 1 mm dan penggerusan untuk cuplikan yang tidak lolos ayakan 1 mm.

c. Analisis kandungan ^{210}Pb

Sebanyak 400 g dari cuplikan tanah kering dan halus dimasukkan ke dalam merinelli, ditutup dengan baik, kemudian disegel menggunakan selotip kertas selama 21 hari. Hal ini dilakukan untuk meyakinkan bahwa kesetimbangan antara ^{226}Ra dan anak luruhnya

^{222}Rn sudah terjadi. Kandungan ^{210}Pb dalam cuplikan tanah selanjutnya dianalisis menggunakan detektor *High Purity Germanium* (HPGe) 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 yang telah diketahui aktivitas ^{210}Pb *excess* nya.

d. Analisis data

Aktivitas ^{210}Pb .

Aktivitas radioisotop alam ^{210}Pb total ditentukan pada energi 46,5 keV, dan aktivitas ^{214}Pb atau ^{210}Pb *supported* ditentukan pada energi 351,9 keV. Penentuan aktivitas dari ^{210}Pb *unsupported* atau *excess* akan didapat dengan cara melakukan pengurangan aktivitas ^{210}Pb *supported* terhadap ^{210}Pb total (10).

Konversi cacahan ke aktivitas radioisotop

Untuk penentuan faktor koreksi detektor digunakan standar tanah dengan aktivitas $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$ yang telah diketahui (standar sekunder). Koreksi aktivitas $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$ sesungguhnya untuk standar sekunder terhadap aktivitas pada saat ini menggunakan persamaan :

$$A = A_o \cdot e^{-kt} \quad (\text{i})$$

Dimana :

A_o = Aktivitas standar pada Desember 2006

A = Aktivitas standar saat ini

k = konstanta

t = Lamanya peluruhan

Hasil pengukuran aktivitas standar menggunakan MCA kemudian dibandingkan terhadap aktivitas sesungguhnya pada waktu yang sama. Persamaan yang digunakan adalah :

$$\text{c.f.} = A_{\text{so}}/A_{\text{ao}} \quad (\text{ii})$$

dimana :

c.f. = Factor koreksi

A_{ao} = Aktivitas yang diperoleh dari alat

A_{so} = Aktivitas yang sebenarnya

Faktor koreksi kemudian akan digunakan untuk mengoreksi aktivitas $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$ yang diperoleh melalui pengukuran. Persamaan yang digunakan adalah :

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

Dimana :

A_s = Aktivitas $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$ sampel yang terkoreksi (Bq/kg)

A_a = Aktivitas $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$ sampel yang didapat dari alat (Bq)

W = Berat sampel yang dianalisis (kg)

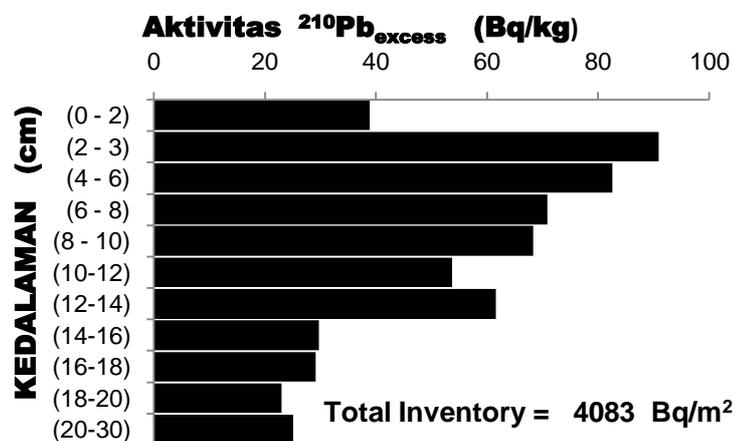
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan cuplikan di lokasi pembanding dilakukan pada lokasi yang datar dan terbuka. Lokasi-lokasi pembanding yang dipilih adalah Hutan Lindung Gn.Salak (ketinggian 1242 m dpl), Perkebunan teh (ketinggian 694 m dpl), Hutan Pinus (ketinggian 855 m dpl) dan Perkebunan Karet (ketinggian 230 m dpl). Alat yang digunakan untuk pengambilan cuplikan adalah *scraper* (20 x 50) cm dengan ketebalan setiap lapisan adalah 2 cm hingga kedalaman 20 cm, kemudian dilanjutkan dengan *coring* ($d_i = 7$ cm) hingga kedalaman 30 cm dengan ketebalan lapisan 10 cm. Hasil perhitungan dan profil distribusi $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$ di lokasi pembanding dapat dilihat pada Gambar 4 sampai dengan Gambar 7 dibawah ini.

Lokasi pembanding yang pertama adalah Hutan primer di Gn Salak, dan pengambilan cuplikan dilakukan pada tempat yang datar. Pengambilan cuplikan untuk profil distribusi dilakukan pada satu titik menggunakan alat *scraper* (luas permukaan alat 0,1 m²), sedangkan untuk penentuan nilai total inventori dilakukan pengambilan cuplikan sebanyak 7 titik menggunakan alat *coring* (luas permukaan alat 0,00385 m²) dengan kedalaman 20 cm. Nilai inventori $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$ untuk titik-titik pengambilan cuplikan dapat dilihat pada Tabel 1. Pada tabel 1 terlihat bahwa konsentrasi (Bq/kg) dan inventori (Bq/m²) titik-titik percobaan bervariasi cukup signifikan. Hal ini disebabkan karena tumbuhan pada hutan lindung ini telah menghalangi jatuhnya dari $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$ sehingga keberadaan radioisotop tersebut di permukaan tanah tidak homogen. Sedangkan profil distribusi dari $^{210}\text{Pb}_{\text{excess}}$ di lapisan tanah dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 1. Aktivitas (Bq/kg) dan inventori (Bq/m²) ²¹⁰Pb_{ex} di lokasi pembanding Hutan primer - Gn. Salak - Cijeruk

No.	Profil distribusi		INVENTORI		
	Kedalaman (cm)	(Bq/kg)	KODE	(Bq/kg)	(Bq./m ²)
1.	(0 – 2)	38,95	Scrapper (0-20)cm	549,27	4796,40
2.	(2 – 4)	90,99	COR 1	55,38	4113,75
3.	(4 – 6)	82,61	COR 2	66,58	5395,77
4.	(6 – 8)	70,93	COR 3	63,75	5779,13
5.	(8 – 10)	68,34	COR 4	24,09	3716,70
6.	(10 – 12)	53,81	COR 5	17,48	2269,84
7.	(12 – 14)	61,67	COR 6	47,82	4409,52
8.	(14 – 16)	29,76	COR 7	14,31	2186,07
9.	(16 - 18)	29,15			
10.	(18 – 20)	23,07	RERATA		4083 ± 1322
11.	(20 – 30)	25,18			

Gambar 4. Profil distribusi ²¹⁰Pb_{excess} di lapisan tanah Hutan Primer Gn. Salak - Cijeruk

Aktivitas ²¹⁰Pb_{excess} untuk profil distribusi menggunakan satuan (Bq/kg) karena ketebalan setiap lapisan tidak semuanya 2 cm, tapi untuk lapisan terakhir 10 cm. Melalui gambar 4 terlihat bahwa konsentrasi tertinggi terdapat pada lapisan kedua ²¹⁰Pb_{ex}. Menurut teori, konsentrasi maksimum terdapat pada permukaan atas, pada lokasi ini profil distribusi vertikal ini menunjukkan bahwa konsentrasi maksimum terdapat pada lapisan kedua. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada lapisan pertama pada umumnya banyak mengandung humus (lapukan dari daun-daun) yang telah tercampur dengan tanah sedangkan radioisotop

alam ²¹⁰Pb_{excess} hanya melekat pada permukaan tanah (lempung khususnya), sedangkan lapisan dibawahnya hanya sedikit mengandung humus sehingga konsentrasi radioisotop ²¹⁰Pb_{excess} tinggi.

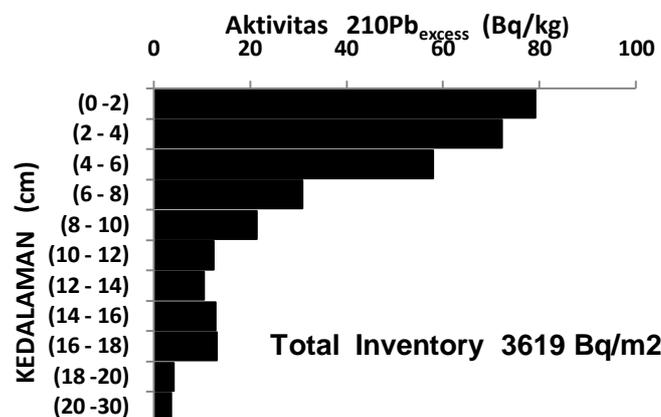
Lokasi pembanding kedua adalah Perkebunan teh yang kurang terawat, sehingga banyak ditumbuhi oleh ilalang dan tanaman perusak yang lain. Pengambilan cuplikan dilakukan di puncak lahan yang datar dan terbuka, dan hanya menggunakan alat scrapper. Hasil perhitungan aktivitas (Bq/kg) dan nilai inventori (Bq/m²) ²¹⁰Pb_{excess} dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Aktivitas (Bq/kg) dan inventori (Bq/m²) ²¹⁰Pb_{excess} di lokasi Pekebunan teh – Cipelang - Cijeruk

No.	Profil distribusi		INVENTORI		
	Kedalaman (cm)	(Bq/kg)	KODE	(Bq/kg)	(Bq./m ²)
1.	(0 – 2)	79,18	Scrapper (0-20)cm	314,35	3618,57
2.	(2 – 4)	72,24			
3.	(4 – 6)	57,96			
4.	(6 – 8)	30,85			
5.	(8 – 10)	21,37			
6.	(10 – 12)	12,37			
7.	(12 – 14)	10,40			
8.	(14 – 16)	12,79			
9.	(16 - 18)	13,03			
10.	(18 – 20)	4,16			
11.	(20 – 30)	3,61			

Pada lokasi ini tidak dilakukan pengambilan sampel menggunakan coring, karena tempat yang

datar tidak terlalu luas. Untuk profil distribusi dari ²¹⁰Pb_{excess} dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Profil distribusi ²¹⁰Pb_{ex} di lapisan tanah Perkebunan teh – Cipelang – Cijeruk

Melalui Gambar 5, dapat dilihat bahwa profil distribusi ²¹⁰Pb_{ex}, konsentrasi maksimum terdapat pada lapisan permukaan dan menurun dengan bertambahnya kedalaman, hal ini disebabkan karena jatuhnya dari radioisotop ²¹⁰Pb_{ex} terjadi terus menerus sampai sekarang sehingga walaupun lahan ini pernah mengalami pengolahan ketika perkebunan teh ini dibuat, jatuhnya akan membentuk profil distribusi vertikal yang baru dimana konsentrasi akan menurun secara eksponensial dengan bertambahnya kedalaman.

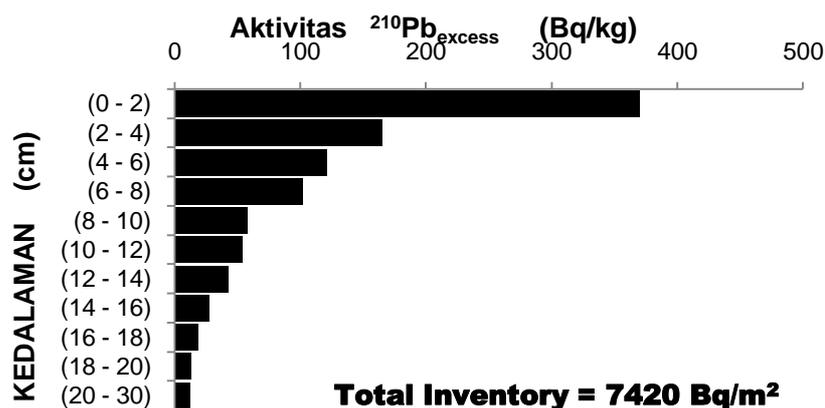
Lokasi pembanding ketiga adalah hutan pinus (ketinggian 855 m dpl), hutan ini merupakan Taman Nasional yang digunakan untuk perkemahan dan penangkaran burung elang. Pengambilan cuplikan dilakukan 1 titik menggunakan alat scrapper (luas permukaan alat 0,1 m²), dan 4 titik menggunakan alat coring (luas permukaan alat 0,00385 m²) dengan kedalaman 20 cm. Pengambilan cuplikan juga dilakukan pada tempat yang datar dan terbuka. Hasil perhitungan aktivitas (Bq/kg) dan inventori (Bq/m²) ²¹⁰Pb_{excess} dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Aktivitas (Bq/kg) dan inventori (Bq/m²) ²¹⁰Pb_{excess} di lokasi pembanding Hutan Pinus – Pasir Jaya

No.	Profil distribusi		INVENTORI		
	Kedalaman (cm)	(Bq/kg)	KODE	(Bq/kg)	(Bq./m ²)
1.	(0 – 2)	370,11	Scrapper (0-20)cm	972,08	6935,34
2.	(2 – 4)	165,08	COR 1	59,86	9527,78
3.	(4 – 6)	120,93	COR 2	44,07	6879,36
4.	(6 – 8)	102,20	COR 3	25,99	4316,56
5.	(8 – 10)	58,12	COR 4	55,10	9439,82
6.	(10 – 12)	53,63			
7.	(12 – 14)	42,45			
8.	(14 – 16)	27,66			
9.	(16 - 18)	18,87			
10.	(18 – 20)	13,02	RERATA		7420 ± 1933
11.	(20 – 30)	12,23			

Melalui Tabel 3, dapat dilihat bahwa konsentrasi (Bq/kg) dan inventori (Bq/m²) ²¹⁰Pb_{excess} tidak terlalu bervariasi, karena hutan pinus relatif lebih terbuka dibandingkan dengan hutan primer.

Profil distribusi ²¹⁰Pb_{excess} dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Profil distribusi ²¹⁰Pb_{excess} di lapisan tanah Hutan Pinus

Melalui Gambar 6, dapat dilihat bahwa pada profil distribusi ²¹⁰Pb_{ex} terdapat di lapisan teratas, hal ini disebabkan karena jatuhnya ²¹⁰Pb_{ex} yang terjadi sampai sekarang akan membentuk profil distribusi yang ideal.

Lokasi pembanding yang keempat adalah suatu perkebunan karet (ketinggian 230 m

dpl) yang luas dan datar, terletak di daerah rumpin. Pengambilan cuplikan dilakukan 1 titik menggunakan alat scrapper, dan 2 titik menggunakan alat coring dengan kedalaman 20 cm. Hasil perhitungan aktivitas (Bq/kg) dan inventori (Bq/m²) dari ²¹⁰Pb_{excess} dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Aktivitas (Bq/kg) dan inventori (Bq/m²) ²¹⁰Pb_{excess} di lokasi pembanding Perkebunan Karet - Rumpin

No.	Profil distribusi		INVENTORI		
	Kedalaman (cm)	(Bq/kg)	KODE	(Bq/kg)	(Bq/m ²)
1.	(0 - 2)	52,63	Scrapper (0-20)cm	265,93	3636,40
2.	(2 - 4)	61,22	COR 1	18,00	3407,44
3.	(4 - 6)	33,52	COR 2	21,52	3872,73
4.	(6 - 8)	24,75			
5.	(8 - 10)	15,89			
6.	(10 - 12)	22,24			
7.	(12 - 14)	14,13			
8.	(14 - 16)	15,53	RERATA		3606 ± 240
9.	(16 - 18)	14,37			
10.	(18 - 20)	11,66			
11.	(20 - 30)	0,00			

Melalui Tabel 4, dapat dilihat konsentrasi (Bq/kg) dan inventori (Bq/m²) untuk ²¹⁰Pb_{ex} titik-titik percobaan tidak bervariasi secara signifikan, karena perkebunan karet adalah suatu lokasi yang cukup terbuka dibandingkan dengan hutan primer. Untuk profil distribusi ²¹⁰Pb_{excess} dapat dilihat pada Gambar 7. Melalui Gambar 7, profil

distribusi ²¹⁰Pb_{excess} terlihat agak bervariasi pada beberapa kedalaman, hal ini disebabkan karena adanya pengolahan tanah. Pengolahan tanah terjadi ketika dilakukan penggantian tanaman karet. Aktivitas maksimum pada profil ini terdapat pada lapisan kedua (2 - 4) cm.

Gambar 7. Profil distribusi ²¹⁰Pb_{excess} (B) di lapisan tanah Perkebunan Karet – Rumpin

KESIMPULAN

Melalui hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa profil distribusi ²¹⁰Pb_{excess} di hutan pinus sesuai untuk dijadikan lokasi pembanding, sedangkan hutan primer Gn. Salak kurang baik karena jatuhnya radioisotop di lokasi cenderung terhalang oleh padatnya tanaman di lokasi ini. Perkebunan karet, walaupun telah mengalami pengolahan tetapi memiliki variasi inventori titik-titik percobaan yang tidak signifikan, sehingga dapat digunakan sebagai lokasi pembanding untuk DAS Cisadane bagian tengah. Jarak antara hutan pinus dan perkebunan karet cukup jauh sehingga hutan pinus hanya

sesuai sebagai lokasi pembanding untuk DAS Cisadane bagian hulu (atas). Berdasarkan pada nilai inventori ²¹⁰Pb_{excess} yang cukup tinggi dari lokasi-lokasi pembanding tersebut maka radioisotop alam ²¹⁰Pb dapat dimanfaatkan untuk studi erosi di daerah DAS Cisadane - Bogor.

UCAPAN TERIMA KASIH

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.

DAFTAR PUSTAKA

1. Yang, M.Y., Du, M., Zhao, Q., Minami, K., & Hatta, T., "Partitioning the contribution of sheet and rill erosion using Berllium-7 and Cesium-137", Soil Science American Journal, 70, 1579-1590 (2006).
2. Walling, D.E., and Quine, T.A., "The use of caesium-137 measurement in soil erosion surveys", In : Bogen, J., Walling, D.E., Day, T (Eds.), Erosion and sediment transport monitoring problem in river basins. IAHS Publ., vol.210, IAHS Press, Wallingford, 1992, 143 – 152.
3. Quine, T.A., Walling, D.E., and Mandaringana, Q.T., "An investigation of the Influence of edaphic, topographic and land use controls on soil erosion on Agricultural land in the Borrowdale and Chinamora areas, Zimbabwe, based on ¹³⁷Cs measurements", in: Hadley, R.F., Mizuyama, T. (Eds.), *Sediment Problems; Strategies for Monitoring, Prediction and Control*, IAHS Publ., vol 217, IAHS Press, Wallingford, 1993, 185-196
4. Collins, A.L., Walling, D.E., Sickingabula, H.M., and Leeks, G.J.L., "Using ¹³⁷Cs measurements to quantify soil erosion and redistribution rates for areas under different land use in the Upper Kaley River basin, southern Zambia", *Geoderma* 104, 2001, 229-323.
5. He, Q., and D.E. Walling, "The distribution of fallout ¹³⁷Cs and ²¹⁰Pb in Undisturbed and cultivated soils", *Appl. Radiat. Isotopes* 48, 1997, 677-690
6. Wallbrink, P.J., "Quantifying the distribution of soils and sediments within a post-harvested forest coupe near Bombala, New South Wales, Australia",
7. Rafiq, M., Ahmad, M., Iqbal, N., Tariq, J.A., Akram, W., and Shafiq, M., "Assessment of soil Losses from managed and unmanaged sites in a Sub Catchment of Rawal Dam, Pakistan in fallout radionuclides", In: *Impact of soil conservation measures on erosion control and soil quality*. IAEA-TECDOC-1665. pp. 73-85, (2011)
8. Walling, D.E., and He, Q., "Using Fallout Lead-210 Measurements to estimate soil erosion on cultivated land", *Soil Science Society of American Journal*, Vol. 63, No.5, Sept – Oct 1999, 1404 – 1412.
9. Rowan, J.S., Black, S., and Franks, S.W., "Sediment fingerprinting as an Environmental Forensics Tool Explaining Cyanobacteria Bloom in Lakes, *Applied Geology*, 32, 832- 843 , 2012
10. Walling, D.E., Collin, A.L., and Sickingabula, H.M., "Using unsupported lead-210 measurements to investigate soil erosion and sediment delivery in a small Zambian catchment", *Geomorphology*, 52, Elsevier, 2003, 193 - 213.

Tanya Jawab

Penanya : Oktania Diah P.

Pertanyaan :

1. Prinsip dasar dari penelitian yang anda lakukan dan alat yang dipakai dalam penelitian apa ?

Jawaban :

1. Prinsip dasar penelitian ini adalah memanfaatkan radioisotop alam ²¹⁰P_{bex} yang terdapat di tanah untuk studi erosi. Lokasi pembanding digunakan untuk membandingkan lokasi penelitian. Jika nilai inventori di LP (lokasi pembanding) lebih besar dari lokasi penelitian berarti terjadi proses erosi (-), dan jika nilai inventori LP < dari nilai inventori lokasi penelitian berarti terjadi proses deposisi (+). Alat yang digunakan untuk analisis radioisotope alam adalah spektrometer gamma (MCA).

