

LAPORAN TEKNIS 2015

08.a/AIR 2/OT 02 02/01/2016

**PENGEMBANGAN APLIKASI PERUNUT DAN ISOTOP
ALAM UNTUK MEMBANGUN SEDIMEN BUDGET
DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) CIUJUNG**

**Barokah Aliyanta, Nita Suhartini, Tommy Hutabarat,
Darman**



**PUSAT APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
2016**

LAPORAN TEKNIS 2015

08.a/AIR 2/OT 02 02/01/2016

PENGEMBANGAN APLIKASI PERUNUT DAN ISOTOP
ALAM UNTUK MEMBANGUN SEDIMEN BUDGET
DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) CIUJUNG

Barokah Aliyanta, Nita Suhartini, Tommy Hutabarat,
Darman

Mengetahui/Menyetujui

Kepala Bidang Industri dan Lingkungan



Dr. Sugiharto, MT
NIP. 19620705 198510 1 002

Kepala Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi



Dr. Hendig Winarno, M.Sc
NIP. 19600524 198801 1 001

Pengembangan Aplikasi Perunut dan Isotop Alam untuk Membangun Sedimen Budget Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciujung

Nita suhartini, Barokah Aliyanta, Tommy H, Darman

Abstrak

Pengembangan Aplikasi perunut dan isotop alam untuk membangun sedimen budget daerah DAS Ciujung telah dilaksanakan. Untuk membangun sedimen budget DAS Ciujung diperlukan beberapa komponen sebagai parameter yang diperlukan. Parameter tersebut antara lain laju erosi lahan, laju sedimentasi daratan banjir, kontribusi sumber sedimen dalam DAS, beban sedimen suspense dan debit aliran sungai. Tiga parameter pertama dapat diperoleh melalui pengambilan sampel di lapangan baik sampel tanah permukaan, sampel dengan kedalaman olah tanah setempat (20 cm) pada berbagai tataguna lahan dan sampel profil pada sedimen daratan banjir. Sedangkan data sedimen suspense dan debit aliran sungai diperoleh dari data sekunder. Kegiatan ini direncanakan selesai dalam waktu 3 tahun, dan sampling tanah dan sedimen dimulai dari sub DAS Ciberang. Pengambilan di sub DAS Ciberang meliputi sampel tanah permukaan dan tanah secara transek dengan kedalaman 20 cm, si tempat yang diduga dapat dijadikan sebagai lokasi pembanding serta sedimen suspensi di 3 tempat. Analisis yang telah selesai dilakukan meliputi kandungan Pb-210 excess dan Cs-137 di tanah permukaan dan profil Pb-210 excess dan Cs-137 serta parameter kualitas tanah pada sampel tanah secara transek, sementara pengukuran aktivitas Pb-210 excess dan Cs-137 pada sampel transek belum selesai.

Kata kunci: sub DAS Ciberang, Tanah permukaan, parameter kualitas tanah, Pb-210 excess, Cs-137

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan pembagian wilayah yang didasarkan atas pendekatan ekosistem sungai/hidrologis yang diintegrasikan berdasarkan karakteristik cekungan geologis (daerah tangkapan air). Kondisi dan karakteristik DAS, terkait erat dengan karakteristik komponen di dalamnya baik aspek biofisik maupun non biofisik. Kondisi ini menunjukkan bahwa DAS memiliki wilayah Hulu dan Hilir. Aktivitas di wilayah hulu DAS akan berdampak pada wilayah Hilir, seperti banjir dan sedimentasi. Oleh karenanya, pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan hal penting sebagai bagian dari pembangunan wilayah. Namun demikian, sampai saat ini masih menghadapi berbagai masalah yang kompleks dan saling terkait. Permasalahan tersebut antara lain terjadinya erosi, banjir, kekeringan, masih belum adanya paradigma yang sama antar instansi dan masyarakat dalam memmamdang pemanfaatan sumber daya alam.

Kondisi kualitas dan kuantitas air Sungai Ciujung tidak saja sangat berpengaruh terhadap kemungkinan pemanfaatannya tetapi juga dapat dijadikan sebagai indikator pengelolaan dan prilaku pola hidup masyarakat di DAS Ciujung. Kualitas air yang baik dapat memenuhi berbagai kebutuhan dengan biaya yang relatif lebih murah dibandingkan bila kualitas air sungai tersebut kurang baik. Kuantitas air sungai yang terdistribusi lebih merata sepanjang tahun memudahkan perencanaan dan memperluas pemanfaatan air sungai Ciujung. Selama sepuluh tahun terakhir

mutu air Sungai Ciujung di bagian hilir semakin merosot, terutama akibat pencemaran dan sedimentasi. Sungai Ciujung juga sering meluap terutama di pertemuan antara Sungai Ciberang dan Ciujung Hulu serta di Jalan Tol Jakarta- Merak yang merupakan jalan vital transportasi antara Pulau Jawa dan Sumatera. Beberapa faktor yang berkontribusi paling kuat terhadap kualitas dan kuantitas air Sungai Ciujung adalah ketidakpatuhan terhadap tata ruang yang dilanjutkan dengan pemutihan terhadap pelanggaran yang terjadi, pengelolaan pertanian yang kurang memperhatikan konservasi, perambahan hutan melalui penebangan kayu dan adanya penambangan liar.

DAS Ciujung terbagi kedalam lima wilayah daerah pemerintahan tingkat dua, yakni Kota Serang, Kabupaten Serang, Kabupaten Pandeglang, Kabupaten Lebak dan Kabupaten Bogor. DAS Ciujung terbagi dalam 4 sub DAS yaitu sub DAS Ciberang, sub DAS Ciujung Hulu, sub DAS Ciujung Tengah dan sub DAS Ciujung Hilir. Dengan pengambilan sampel tanah, sedimen suspense sungai serta sedimen daratan banjir yang mewakili keseluruhan DAS Ciujung serta data sekunder terkait diharapkan dapat dibangun sebuah konstruksi sedimen budget yang menggambarkan dinamika sedimen dalam kawasan DAS sampai titik luarannya.

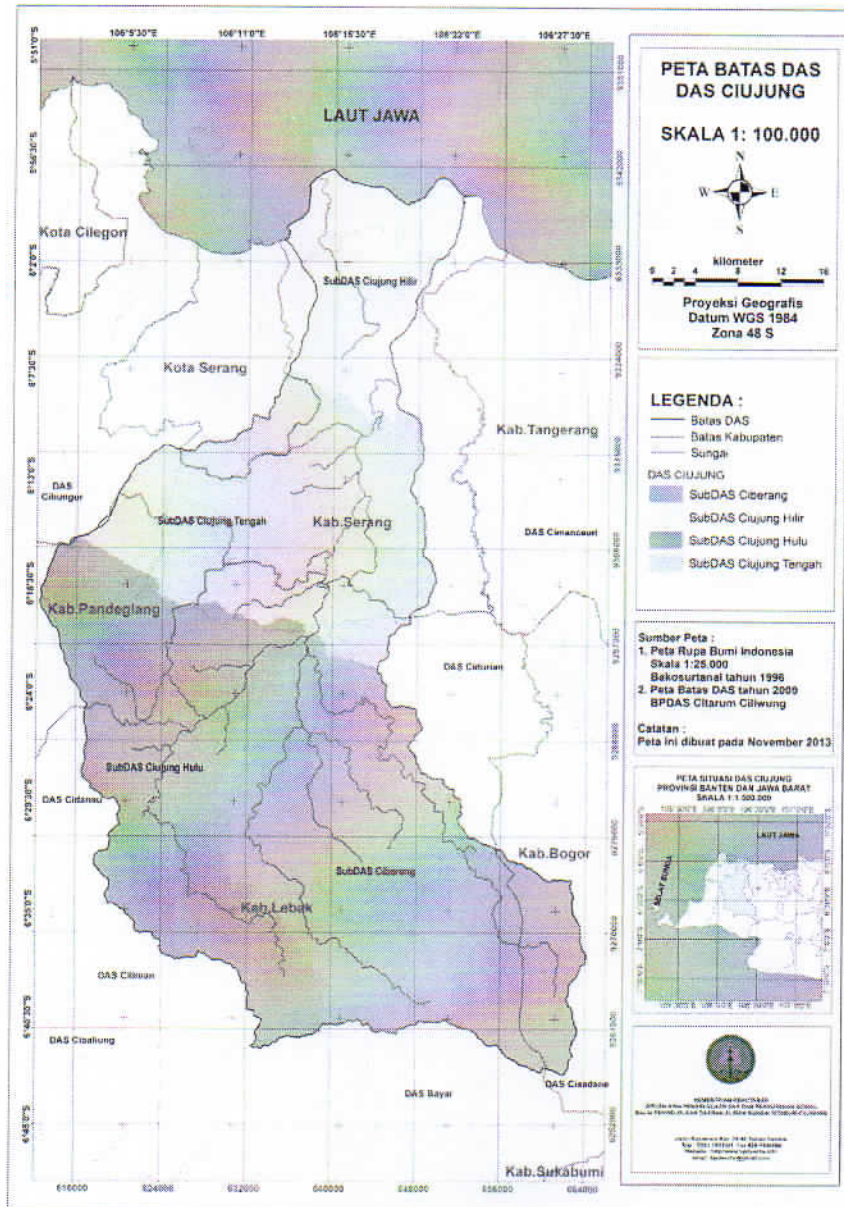
BAHAN dan METODE

Lokasi Penelitian (umum)

Luas DAS Ciujung secara keseluruhan adalah sebesar 214.844,93 Ha yang terbagi atas empat Sub DAS yaitu Sub DAS Ciberang, Sub DAS Ciujung Hulu, Sub DAS Ciujung Tengah, dan Sub DAS Ciujung Hilir (**Gambar 1**). Luas masing-masing Sub DAS dapat dilihat pada **Tabel .1**.

Tabel 1. Luas DAS Ciujung

DAS	Sub DAS	Luas	
		(Ha)	%
Ciujung	Ciberang	78.296,14	36,44
	Ciujung Hulu	59.245,96	27,58
	Ciujung Tengah	53.907,07	25,09
	Ciujung Hilir	23.395,76	10,89
Luas Total		214.844,93	100,00%



Gambar 1. Peta DAS Cijung

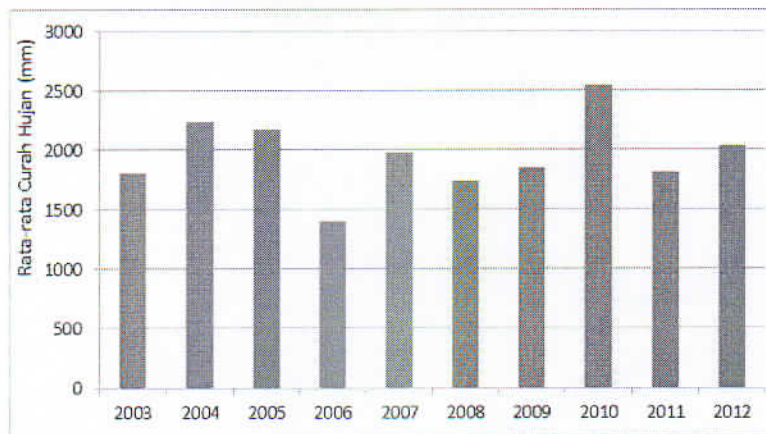
Kondisi Iklim dan Curah Hujan

Curah Hujan

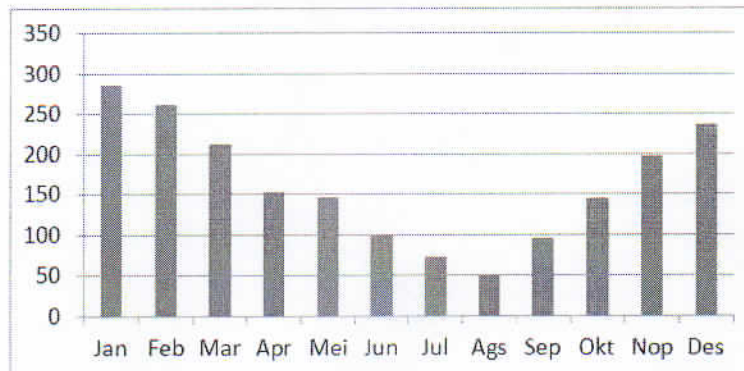
Hujan merupakan unsur fisik lingkungan yang paling beragam kuantitasnya menurut waktu atau pun tempatnya, sehingga hujan dapat menjadi faktor penentu atau faktor pembatas bagi kegiatan manusia di atas permukaan bumi, baik untuk pertanian atau pun untuk keperluan yang lain. Kuantitas hujan dicerminkan oleh curah hujan, sehingga curah hujan menggambarkan volume air yang jatuh pada suatu areal tertentu. Secara teknis curah hujan digambarkan sebagai

ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Ketinggian air hujan tersebut dihitung dalam satuan curah hujan yang biasanya dinyatakan dalam millimeter (mm). Jika curah hujan dinyatakan mempunyai nilai 1 (satu) milimeter berarti dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter, atau tertampung air sebanyak satu liter air.

Data curah hujan DAS Ciujung diperoleh dari 12 stasiun pengukur curah hujan yang tersebar di seluruh wilayah DAS Ciujung yang meliputi Stasiun Babadan, Banjar Irigasi, Baros, Batu Bantar, Cimarga, Citeureup, Gunung Tunggul, Gardu Tanjak, Kalen Petung, Panancangan, Petir dan Sajira. Data curah hujan tahunan dari seluruh stasiun untuk periode tahun 2003 sampai 2012 yang paling rendah yaitu sebesar 564 mm dan terbesar sebesar 5.357 mm dengan curah hujan rata-rata tahunan wilayah berkisar antara 1.398 hingga 2.538 mm (**Gambar 2**) dan curah hujan rata-rata bulanan berkisar antara 50 hingga 287 mm (**Gambar 3**).



Gambar 2. Curah Hujan Rata-rata Tahunan DAS Ciujung

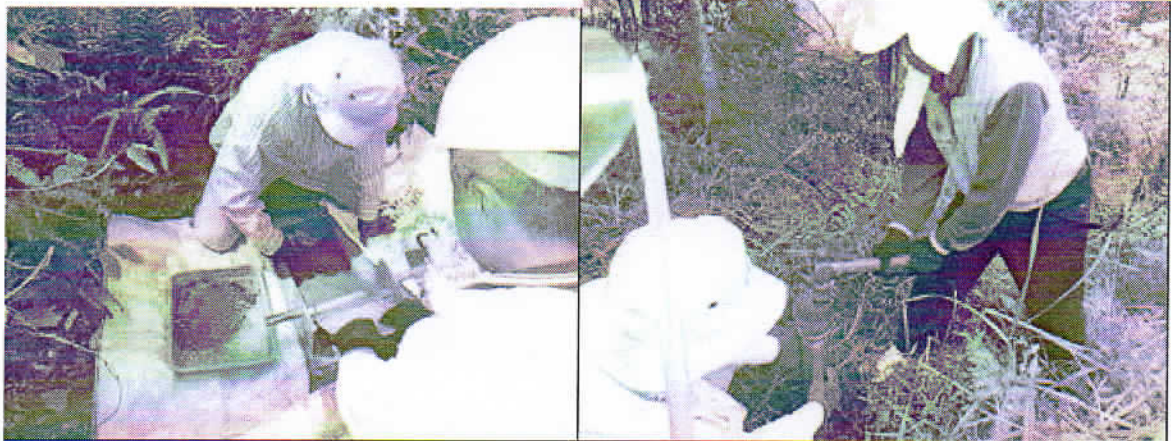


Gambar 3. Curah Hujan Rata-rata Bulanan DAS Ciujung

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel tanah pada tahun pertama difokuskan pada sub DAS Ciberang. Pemilihan titik pengambilan sampel didasarkan pada sampling design dengan mengoverlappingkan peta jenis tanah, peta tataguna lahan, dan peta topografi. Pengambilan sampel dilakukan secara transek dari tataguna lahan yang ada baik untuk sampel tanah permukaan maupun sampel tanah coring (20 cm). Disamping itu dilakukan pengambilan sampel sedimen suspensi di sungai Ciberang, sungai Cisemut dan sungai Ciujung hulu. Pengambilan sampel coring (20 cm) dilakukan masing-masing sebanyak 2 kali dan dicampur sebagian untuk analisis parameter kualitas tanah dan sebagian lain untuk analisis aktivitas radionuklida jatuhan ($Pb-210$ excess dan $Cs-137$).

Untuk melakukan kajian sumber sedimen telah diambil sampel komposit tanah permukaan dengan kedalaman 0-2 cm pada tata guna lahan yang ada dan sedimen suspensi di sungai terkait. Untuk melakukan analisis laju erosi dilakukan pengambilan sampel dengan alat scrap secara profil dengan interval 2 cm sampai kedalaman 20 cm dan alat core sedalam 20 cm.



Pengambilan sampel tanah profil dengan scrap

Pengambilan sampel tanah secara transek sedalam 20 cm



Pengambilan sampel sedimen suspensi



Pengambilan sampel sedimen suspensi.

Preparasi dan Pengukuran sampel

Sampel tanah yang didapat dengan cara transek sedalam 20 cm merupakan komposit sampel (2cores) agar dapat menjamin kecukupan sampel untuk analisis radionuklida jatuhan dan analisis parameter kualitas tanah. Sampel komposit dihomogenisasi dengan dikocok-kocok dalam wadah, diambil sebanyak kurang lebih 300 gr untuk analisis parameter kualitas tanah dan sisanya diperlakukan lebih lanjut untuk analisis radionuklida jatuhan.

Sampel tanah sisa ini, dikeringanginkan, diaggregasi butirannya, diayak lolos 1 mm ayakan, ditimbang sebanyak 400 gr dan ditempatkan di tabung merrineli dan ditutup rapat dan dibiarkan kurang lebih 1 bulan agar tercapai keseimbangan sekuler antara Ra-226 dan anak luruhnya. Masing-masing sampel diukur aktivitas Cs-137 dan Pb-210 excess menggunakan gamma MCA dengan relatif efisiensi 30 %.

Khusus sampel sedimen suspensi dilakukan pengeringan dengan cara dioven dengan suhu 40⁰ C selama 3sampai 4 hari. Sampel kering ditumbuk atau diaggregasi dan diayak

lolos 1 mm ayakan, ditimbang sebanyak 400 gr dan ditempatkan di tabung merrineli dan ditutup rapat dan dibiarkan kurang lebih 1 bulan.

Hasil Pengukuran dan Analisis data

Radionuklida jatuhan

Hasil pengukuran sampel tanah permukaan

Tabel 2. Data pengukuran aktivitas radionuklida jatuhan sampel tanah permukaan dari tiap transek

No.	KODE SAMPEL	²¹⁰ Pb total (Bq/kg)	²¹⁰ Pb suprt (Bq/kg)	²¹⁰ Pb excess (Bq/kg)	¹³⁷ Cs (Bq/kg)	keterangan	POSISI		ELEVASI dpl (m)
							S	E	
						akasia, rumput			
1	AF 1	51,56	6,63	44,93	0,54	slope 20° (1-2	06° 29' 25"	106° 27' 27"	173
5	AF 5	27,75	4,49	23,26	0,31	agroforestry	06° 29' 27"	106° 27' 29"	156
8	MHN 8	27,27	6,84	20,43	0,28	Akasia	06° 31' 10,4"	106° 22' 50,	208
9	KJB 9	25,19	7,19	17,99	0,37	tanm keras	06° 30' 21,7"	106° 22' 21	200
10	KK 10	16,85	5,97	10,88	0,16	bare land	06° 25' 13,7"	106° 13' 55,6	56
11	KS 11	19,40	6,42	12,99	0,19	Kel.sawit	06° 31' 07"	106° 12' 29,	150
12	KBS 12	16,09	4,36	11,73	0,33	Kebun olah	06° 31' 54,4"	106° 13' 28,	222
13	KBS 13	11,66	6,02	5,64	0,13	singkong	06° 29' 09,0"	106° 22' 03,	150
14	JBN 14	13,54	4,68	8,86	0,30	tanmn keras	06° 34' 55,7"	106° 24' 28,	332
15	BM 15	11,66	2,82	8,84	0,24	serasah, rum	06° 26' 46,8"	106° 19' 03,	138
16	SJR 16	19,48	3,48	16,00	0,22	rumpu, sera	06° 29' 48,9"	106° 20' 46,	156
17	CMN 17	31,65	5,66	26,00	0,34	tanaman kera	06° 32' 08,0"	106° 19' 13,	208
18	CMG 18	10,34	8,38	1,95	0,43	rumpu & pe	06° 32' 14,2"	106° 18' 20,	192
19	MCG 19	30,52	5,22	25,30	0,40		06° 32' 56,7"	106° 16' 03,	253

Dari Tabel 2 terlihat bahwa aktivitas radionuklida jatuhan pada tanah permukaan bervariasi dari 0,13 Bq/kg sampai 0,54 Bq/kg untuk Cs-137 dan dari 1,95 Bq/kg sampai mendekati 45 Bq/kg untuk Pb-210 excess. Dengan analisis regresi linear antara kandungan Pb-210 excess, Cs-137 dan elevasi didapatkan nilai koefisien determinasi ($r^2=0,363$), sehingga dapat dikatakan tidak ada korelasi antara Pb-210 dengan Cs-137, tidak ada korelasi antara Pb-210 dengan elevasi ($r^2=0,0043$) maupun tidak ada korelasi antara Cs-137 dengan elevasi ($r^2=0,193$).

Tabel 3. Data sifat fisik dan kimia dari tanah di tataguna lahan sub DAS Ciberang

TANGLAL/ TEMPAT	KODE SAMPAL	Koordinat sampel		ELEVASI (dpl) (m)	TUMBUHAN PELATUP	KETERANGAN	DATA sifat fisik dan kimia sampel						
		S Lintang	E Bujur				Pasir (%)	debu (%)	Liat (%)	pH	% C-organik	% N-total	% K ₂ O
Des. Haur Sajug	MHN 11	06° 21' 10,4"	106° 22' 30'	204	ekasia	slope eras 20°	52,93	52,10	52,96	4,05	8,214	0,5857	0,2001
Kec. Muncang	MHN 12	06° 21' 10,9"	106° 22' 31'	205	Serasah daun	slope 20°	52,61	52,56	52,52	4,20	8,52	0,5053	0,1934
	MHN 13	06° 21' 10,9"	106° 22' 32'	213	Tanaman keras lain	tepa-tepa 2 coras	52,2	52,27	52,68	4,43	7,04	0,5028	0,0627
						slope land							
Des. Sajira	KUS 14	06° 20' 22,2"	106° 22' 21'	198	Tanam keras	slope 45° - 60°	41,21	27,61	30,66	4,35	7,35	0,5382	0,1917
KUS 15 - KUS 16 = 23 m	KUS 15	06° 20' 21,7"	106° 22' 21,4"	202	siyang ekasia	kompos 2 coras	30,84	58,54	30,71	4,37	8,522	0,6138	0,0514
Kec. Cipanas					pumpul	tanaman baru (es - 2)							
						PH							
Des. Cimarga	KK 35	06° 20' 12,1"	106° 13' 42,1"	36	bari land	slope 15° (16-17)	52,27	46,09	50,66	4,01	4,344	0,3302	0,0013
Kec. Cimarga	KK 37	06° 20' 12,6"	106° 13' 34,9"	36	Mgucunasabr		55,51	52,24	39,34	4,96	4,336	0,3097	0,0511
	KK 38	06° 20' 13,7"	106° 13' 35,6"	48	karang (S&H PPK)	slope 20° (17 - 28)	51,46	24,42	34,1	4,96	3,658	0,4048	0,0593
Perian. Kelapa Sewit	KS 39	06° 20' 05,9"	106° 12' 30,3"	147	Kelapa sewit	kompos 2 coras	46,32	28,17	29	4,73	5,243	0,3743	0,0972
Kec. Leuwidamar	KS 20	06° 20' 05,5"	106° 12' 30,2"	150	pumpul, komak	slope 10 - 30 %	32,19	33,37	32,12	4,38	4,093	0,2927	0,2439
Kec. Leuwidamar	KS 21	06° 20' 07"	106° 12' 29,7"	154	arak 20 m	slope land	31,16	32,22	37,35	5,1	3,804	0,2774	0,0544
						(10cm x 10 70)							
Kebun Campuran													
Des. Jelupang Mulya	KSS 22	06° 20' 34,4"	106° 13' 28,6"	216	Kebun salah, manih	kompos 2 coras	24,79	36,84	36,38	4,35	4,73	0,3378	0,2883
Kec. Leuwidamar	KSS 23	06° 20' 34,4"	106° 13' 28,6"	222	keulega, siyang	slope land	25,45	35,1	29,34	4,28	2,935	0,211	0,1043
	KSS 24	06° 20' 34,4"	106° 13' 28,6"	227	S tanaman komus	SS 22" 2"	27	36,83	36,21	4,38	3,658	0,3514	0,2343
					lainnya	SS 22" 20"							
					arak 20 m	SS 24" 20"							
Kebun Singkong	KSS 25	06° 20' 05,0"	106° 12' 01,0"	143	siyang	slope 5 - 10°	39,84	32,23	17,9	4,34	4,92	0,3012	0,0041
Des.	KSS 26	06° 20' 05,8"	106° 12' 01,7"	145	tanah kelahan	slope 5 - 10 %	12,1	33,1	31,6	4,37	3,368	0,2405	0,0643
Kec. Cung Sibung	KSS 27	06° 20' 06,3"	106° 12' 02,2"	148	slope land &	kompos 2 coras	23,34	16,68	39,38	4,21	4,703	0,3209	0,0766
	KSS 28	06° 20' 07,3"	106° 12' 02,6"	150	panjang	Siyang // slope	25,22	35,77	31,39	4,23	3,572	0,2577	0,1032
	KSS 29	06° 20' 08,1"	106° 12' 03,2"	153	tanaman keras		7,88	38,38	39,38	4,36	3,41	0,3884	0,098
	KSS 30	06° 20' 09,0"	106° 12' 03,6"	154			12,62	47,04	39,21	4,42	3,582	0,3883	0,1043
Des. Banjar Sari	JBN 31	06° 24' 56,0"	106° 24' 27,0"	326	pumpul	tanah bangku	17	32	31	4,7	6,221	0,4871	0,1949
Kec. Lebak Gedong	JBN 32	06° 24' 55,7"	106° 24' 28,4"	332	Tanam keras kebun	slope total 30 %	7,32	32,03	40,21	4,9	0,904	1,3773	0,0551
	JBN 33	06° 24' 55,7"	106° 24' 28,4"	343	siyang & siyangtan	tanah	36,94	30,16	35,38	4,21	6,031	0,4307	0,1474
Hutan Primer	RS1	06° 36' 11,8"	106° 13' 43,0"	577	woodland	hilir	28,33	10,22	60,43	3,28	2,073	0,4383	3,2286
Kec. Muncang													
Des. Buntur Mekar													
Kec. Cipanas	BM 34	06° 26' 48,8"	106° 19' 04,9"	141	serasah, pumpul	Tanah kar (komak)	25,63	40,17	44,17	4,22	3,341	0,0957	0,1357
	BM 35	06° 26' 48,3"	106° 19' 04,4"	139	shrub, baka tanam	slope 20° (akas)	15,63	44,02	40,31	4,7	3,29	0,6713	0,2375
	BM 36	06° 26' 47,3"	106° 19' 03,8"	137	Bambu	slope 40° (Baka)	30,06	20,78	48,18	4,38	2,481	0,3653	0,2918
	BM 37	06° 26' 46,8"	106° 19' 03,2"	134		Tanaman kar (sok)	30,00	19,72	41,38	4,8	1,522	0,2348	1,55
						2003							
Des. Selira	SJR 38	06° 29' 49,3"	106° 20' 47,8"	158	pumpul, serasah	tanah kar (akalu)	38,13	31,17	31,17	4,2	1,91	0,2773	0,2832
Kec. Cipanas	SJR 39	06° 29' 48,9"	106° 20' 46,9"	154	arak 20 m	ada peromajaan	10,19	42,64	46,16	4,27	2,011	0,2663	0,3848
						slope 20°							
Des.						mont. Puduk solam							
Kec. Ciminyak	CMN 40	06° 22' 08,3"	106° 19' 13,6"	203	Tanaman keras	Sambal kayu	37,41	25,3	39,78	4,02	3,38	0,4376	2,3131
	CMN 41	06° 22' 08,0"	106° 19' 13,3"	213	shrub, serasah	bagian slope 40°	34,89	16,38	38,02	4,48	1,952	0,3371	1,0122
						arak 20 m							
						slope land							
Des.	CMG 42	06° 22' 13,9"	106° 18' 21,5"	389	pumpul & perdu	Tanam keras kebun	46,07	18,29	41,08	4,31	2	0,2904	1,0443
Kec. Leuwidamar	CMG 43	06° 22' 14,2"	106° 18' 20,9"	393	arak 20 m	slope 40 %	25,46	18,88	32,37	4,44	3,522	0,2855	0,7086
						Kebun campuran							
Des.	MCG 44	06° 22' 37,2"	106° 16' 03,1"	241	pumpul, serasah	arak 20 m	25,21	33,4	33,38	4,46	1,83	0,286	0,4884
Kec. Muncang	MCG 45	06° 22' 36,7"	106° 16' 03,3"	234	PH, ubi maklori	slope 40°	25,91	30,13	43,32	4,34	1,943	0,2337	0,3511
	MCG 46			256			34,3	34,08	39,43	4,33	2,11	0,2853	2,0372

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa kandungan % (persen) organik karbon bervariasi juga dari kisaran 2 s/d 8,6 %, dengan kandungan tertinggi terdapat pada tataguna lahan

tanaman akasia. Profil aktivitas Pb-210 excess dan Cs-137 pada lokasi yang diduga dapat dijadikan sebagai lokasi pembanding dapat dilihat pada Gambar 4a dan 4b. Dari hasil pengukuran profil Pb-210 excess dan Cs-137 pada lokasi yang dipertimbangkan dapat dijadikan lokasi pembanding tersebut yaitu pada tataguna lahan hutan sekunder yang terletak di puncak bukit (*hilltop*), ternyata tidak dapat dijadikan sebagai lokasi pembanding. Hal ini berdasarkan pada profil yang sangat jauh dari profil ideal tanah *undisturbed*, disamping itu diperkuat juga dari kandungan % organik karbonnya yang lebih kecil dari yang lainnya.

KESIMPULAN

1. Aktivitas Pb-210 excess dan Cs-137 tanah permukaan bervariasi dari 0,13 Bq/kg sampai 0,54 Bq/kg untuk Cs-137 dan dari 1,95 Bq/kg sampai mendekati 45 Bq/kg untuk Pb-210 excess.
2. Tidak ada korelasi antara Pb-210 dengan Cs-137 ($r^2=0,393$), tidak ada korelasi antara Pb-210 dengan elevasi ($r^2= 0,0043$) maupun tidak ada korelasi antara Cs-137 dengan elevasi ($r^2= 0,193$).
3. Profil Pb-210 excess dan Cs-137 tidak mencerminkan lokasi *undisturbed* dan kandungan % (persen) organik karbon yang rendah tidak dapat dijadikan sebagai lokasi pembanding. Oleh karena itu diperlukan lokasi pembanding di tempat lain dalam kawasan DAS Ciujung.

DAFTAR PUSTAKA

1. "Rencana Tindak DAS Ciujung", laporan Utama 1 BP DAS Ciliwung-Citarum, 2010.
2. RAFIQ, M. *et al* , "Assessment of soil losses from managed and unmanaged sites in a subcatchment of Rawal Dam, Pakistan using fallout radionuclides", In: Impact of soil conservation measures on erosion control and soil quality. IAEA-TECDOC-1665. pp. 73-85, (2011)
3. BAROKAH A, dkk, "Pengembangan dan Aplikasi Isotop Alam untuk Penentuan laju erosi pada skala catchment", laporan teknis, PATIR-BATAN, 2010.

4. BAROKAH A. Dkk, “ Pengembangan perunut dan Isotop alam dalam studi Model Sedimen budget daerah tangkapan air”, Laporan teknis, PAIR-BATAN, 2014.