



ISSN 0216-3934

Buletin

**Hasil Penelitian
AGROKLIMAT DAN HIDROLOGI**

Vol. 1 No.1, 2004



**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi**

Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi

© 2004, Balitklimat Bogor

ISSN 0216-3934

Volume I Nomor 1, 2004

Penanggung Jawab: Gatot Irianto
Redaksi Teknis: Yanto Sugianto, Istiqlal Amien,
Nono Sutrisno, Eleonora Runtuuwu, dan
Lukman Hakim Sibuea
Redaksi Pelaksana: Ganjar Jayanto, dan
Tri Nandar Wihendar
Penerbit: Balai Penelitian Agroklimat dan
Hidrologi,
Jl. Tentara Pelajar 1A, Bogor 16111,
Indonesia
Telepon +62-0251-312760
Faksimil +62-0251-312760

PRAKATA

Buletin ini memuat makalah yang berasal dari Seminar Mingguan Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi (Balitklimat) yang disajikan pada periode Februari - Agustus 2004. Munculnya berbagai hambatan telah menyebabkan keterlambatan diterbitkannya Buletin ini. Rencana penerbitan yang direncanakan selesai pada bulan Agustus, ternyata mundur hingga bulan Oktober 2004.

Untuk memperlancar penerbitan, maka mulai tahun 2005, Buletin ini akan terbit secara berkala. Pada setiap nomor, artikel yang dimuat tidak perlu terikat secara kronologis oleh penyajian makalah atau acara seminar, tetapi lebih ditentukan oleh ketanggapan penulis dan kelayakan ilmiah tulisan.

Kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak peneliti, tim redaktur, aparat penunjang lainnya yang telah membantu memperlancar proses penerbitan. Semoga media ini bermanfaat bagi khalayak. Kritik dan saran dari pembaca selalu kami nantikan.

Redaksi

DAFTAR ISI

Peta wilayah hujan sebagai arahan untuk penentuan pola tanam (Studi kasus di Propinsi Papua). POPI R., G. IRIANTO, I. AMIEN	1
Pemantauan perubahan penggunaan lahan sawah melalui citra satelit. E. RUNTUNUWU, G. IRIANTO, H. SYAHBUDDIN, Z. ABIDIN, E. SUSANTI	12
Embung : Sumber air alternatif untuk peningkatan produktivitas lahan kering. N. HERYANI, N. SUTRISNO, E. SURMAINI, H. SYAHBUDDIN DAN SAWUJO	26
Dampak el-nino southern oscillation (enso) terhadap variabilitas curah hujan di sebagian wilayah Indonesia. KHARMILA SARI, DAN Y. SUGIANTO	36
Pengelolaan sub DAS Cilalawi berdasarkan prediksi sedimentasi dan produksi air DAS. N. SUTRISNO, S. WIGANDA DAN N. HERYANI	46
Optimasi irigasi untuk menekan kehilangan hasil tanaman tebu. Y. APRIYANA, E. SURMAINI DAN G. IRIANTO ..	59

CARA MERUJUK YANG BENAR

Redjekiningrum P., G. Irianto, dan I. Amien. 2004. Peta wilayah hujan sebagai arahan untuk penentuan pola tanam (Studi kasus di Propinsi Papua), hal 1-10. *Dalam* Y. Sugianto *et al.* (red.). Buletin Hasil Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. No. 1. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi Bogor.

Tulisan yang dimuat adalah yang telah disajikan pada seminar bulanan di Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi Bogor dan belum pernah dipublikasikan pada media cetak mana pun. Tulisan hendaknya mengikuti Pedoman Bagi Penulis (lihat halaman belakang). Redaksi berhak menyunting makalah tanpa mengubah isi dan makna tulisan atau menolak penerbitan suatu makalah.

PENGELOLAAN Sub DAS CILALAWI BERDASARKAN PREDIKSI SEDIMENTASI DAN PRODUKSI AIR DAS

Nono Sutrisno, Sudradjat Wiganda dan Nani Heryani

ABSTRAK

Kesalahan penggunaan lahan di sub DAS Cilalawi menyebabkan peningkatan sedimen sungai dan penurunan produksi air DAS. Sehubungan dengan itu, prediksi sedimentasi dan produksi air DAS merupakan metode yang tepat untuk menentukan pengelolaan DAS Cilalawi. Penelitian ini bertujuan menentukan rekomendasi penggunaan lahan yang proporsional untuk pengelolaan sub DAS Cilalawi berdasarkan kondisi fisik DAS serta analisis pemodelan prediksi sedimen dan produksi air DAS. Metode penelitian yang diterapkan terdiri dari tahapan pengamatan dan analisis yang diawali dengan pengkajian penggunaan lahan runtut waktu berdasarkan citra landsat TM 1992 dan Agustus 2002. Selanjutnya dilakukan pengkajian kondisi sungai, yang menggambarkan tinggi air dan sedimen sungai. Tahap terakhir mengkaji *trend* perubahan penggunaan lahan terhadap erosi permukaan, sedimen, aliran permukaan dan produksi air DAS. Prediksi erosi permukaan, sedimen dan aliran permukaan dilakukan dengan model *Agricultural non Point Source Pollution* (AGNPS) dan produksi air DAS dihitung dengan neraca air DAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Perubahan penggunaan lahan dari tahun 1992 - 2002 menyebabkan terjadinya peningkatan aliran permukaan, puncak *runoff*, erosi permukaan dan sedimen berdasarkan prediksi model AGNPS, serta terjadi penurunan produksi air DAS Cilalawi berdasarkan analisis neraca air DAS. Simulasi model AGNPS dengan meningkatkan luas hutan seluas 5 persen dan 10 persen dari luas DAS, dapat menurunkan aliran permukaan, puncak *runoff*, erosi permukaan dan sedimen serta dapat meningkatkan produksi air DAS Cilalawi. Simulasi neraca air DAS dengan penambahan luas hutan seluas 10 persen dari luas DAS Cilalawi, dapat meningkatkan produksi air DAS dan aliran permukaan di DAS Cilalawi menurun sebanyak 25 persen.

Kata kunci: sedimen, erosi permukaan, produksi air DAS, sub DAS Cilalawi

ABSTRACT

Miss management of land use of Cilalawi sub watershed has caused an increase in soil sediment and reduce of water production. In relating to that, the prediction of sediment and water production is form an appropriate method to determine the appropriate management of Cilalawi sub watershed. This research is aims to provide a recommendation of land use to manage Cilalawi sub watershed based on the physical condition of watershed, and also the analysis of prediction method for sediment and water production. Research method applied in this experiments are consist of stratified observation and analysis which is initiated by the studying of land use time series based on Landsat TM of august 1992 and 2002. In the next step, the condition of watershed is studied, which include water level and sediment. In the last step, the trend of land use change and its influence on surface erosion, sediment, run off and production of water is also studied. The prediction of surface erosion, sediment, and run off is done using *Agricultural non Point Source Pollution* (AGNPS) and water production of Cilalawi watershed is calculated using water balance. The result shows that the land use change from 1992 to 2002 has caused the increase of surface flow, peak run off, surface erosion, and sediment. From AGNPS simulation it is shows that by increasing forest area up to 5% and 10% of watershed area, it can reduce surface flows, peak run off, surface erosion, and sediment, it can increase also water production of Cilalawi watershed. While by using water balance simulation, by extending forest area as much as 10% of Cilalawi sub watershed area, it can increase water production and reduce of surface flows as much as 25%.

Key words : sediment, surface erosion, water production, Cilalawi sub watershed.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perubahan penggunaan lahan yang dilakukan akan menentukan kondisi suatu daerah aliran sungai (DAS) terutama pada bagian hulu. Kawasan hulu sungai akan menentukan kondisi sungai bagian hilir, dimana kerusakan penggunaan lahan di hulu akan berakibat fatal di hilir sungai. Keberhasilan pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) yang merupakan pemasok air untuk pertanian dan domestik menjadi sangat penting dan strategis bila menyangkut keperluan orang banyak. Oleh karena itu diperlukan analisis yang bersifat spesifik berdasarkan kondisi biofisik DAS untuk mencapai keberhasilan yang direncanakan. Pendekatan-pendekatan yang dilakukan merupakan kombinasi teoritis dan praktis sesuai dengan tingkat keberhasilan yang ingin dicapai.

Pengaruh negatif yang terjadi karena kerusakan penggunaan lahan adalah peningkatan laju sedimentasi DAS yang melebihi batas ambang (*tolerable soil loss*) serta penurunan produksi air yang akan digunakan untuk pertanian dan domestik. Laju sedimentasi DAS ditentukan oleh adanya vegetasi penutup tanah yang rapat atau adanya tindakan konservasi tanah yang tepat. Pada kondisi yang terganggu maka laju sedimentasi DAS akan meningkat. Perubahan penggunaan lahan karena adanya alih fungsi lahan dari lahan pertanian menjadi non pertanian yang cenderung kedap air (*impermeable*) ataupun lahan hutan menjadi lahan pertanian, akan menyebabkan adanya penurunan ketersediaan air DAS. Mekanisme transfer hujan - aliran permukaan akan menunjukkan perubahan, dalam hal ini *runoff* akan meningkat dan kapasitas tampung DAS menurun.

Analisis biofisik DAS, kondisi iklim, dan curah hujan diperlukan dalam penentuan potensi ketersediaan air DAS. Proses

perubahan curah hujan menjadi aliran permukaan dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu: (1) fungsi produksi daerah aliran sungai (DAS) yaitu perubahan dari hujan total menjadi hujan efektif dan (b) fungsi transfer DAS yaitu perubahan hujan efektif menjadi aliran permukaan langsung (Robinson dan Sivapalan, 1996). Fungsi produksi berperan dalam penampungan sebagian volume hujan total oleh DAS melalui teras, intersepsi, untuk didistribusikan sebagai evaporasi, infiltrasi, dan aliran bawah permukaan serta aliran dasar (Chow dan Llamas, dalam Irianto, 1999).

Berkaitan dengan kerusakan penggunaan lahan yang semakin tidak terkendali dan hubungannya dengan tingginya aliran permukaan, sedimentasi DAS dan menurunnya produksi air DAS, maka kajian hubungan penggunaan lahan dengan erosi, sedimentasi dan produksi air DAS perlu dilakukan agar upaya peningkatan kuantitas, kontinuitas dan kualitas air dapat dipertahankan. Untuk itu, model prediksi merupakan pilihan yang tepat, karena selain dapat merekonstruksi hubungan penggunaan lahan, sifat fisik DAS dengan aliran permukaan, sedimentasi dan produksi air, juga dapat dipergunakan untuk menyusun rekomendasi pengelolaan DAS. Salah satunya dapat dilakukan dengan menggunakan model terdistribusi *Agricultural non Point Source Pollution* (AGNPS). AGNPS adalah salah satu model terdistribusi yang dapat memprediksi dengan baik, puncak aliran permukaan (banjir), hasil sedimen dan aliran permukaan (Guluda, 1996; dan Lo, 1995).

Kerusakan lahan di DAS karena tingginya erosi permukaan, sedimentasi dan *runoff* dapat diprediksi secara spasial dengan model AGNPS, sehingga lokasi-lokasi yang harus direhabilitasi dapat ditentukan secara tepat. Dalam arti penghijauan yang diterapkan harus berdasarkan hasil prediksi

erosi dan *runoff*, yang telah ditentukan, sehingga penghijauan yang dilakukan menjadi efektif mengurangi erosi permukaan dan *runoff*. Dimana erosi permukaan merupakan sumber sedimen sungai dan *runoff* merupakan aliran air permukaan yang mengangkut erosi.

Tujuan Penelitian

Menentukan rekomendasi penggunaan lahan yang proporsional untuk pengelolaan sub DAS Cilalawi berdasarkan kondisi fisik DAS serta analisis pemodelan prediksi sedimen dan produksi air DAS.

Keluaran

Rekomendasi proporsi penggunaan lahan yang tepat untuk sub DAS Cilalawi yang dapat digunakan sebagai masukan bagi perencanaan pengelolaan DAS, agar erosi permukaan dan sedimentasi DAS menurun serta produksi air DAS meningkat.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di sub DAS Cilalawi, secara administrasi pemerintahan termasuk ke dalam Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. Waktu pelaksanaan penelitian tahun anggaran (TA) 2003/2004.

Data Penunjang, Bahan dan Peralatan

Data penunjang yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah peta rupa bumi (peta Topografi), skala 1:25000 (BAKOSURTANAL), Citra Landsat TM, peta tanah, peta jaringan sungai, dan peta pendukung lainnya, data iklim, curah hujan dan debit sungai. Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain terdiri dari Komputer dan perlengkapan digitasi, EM. Current meter ES. 7603, botol pengambil sedimen, peralatan untuk penentuan pF dan distribusi ukuran pori serta *double ring infiltrometer*.

Lingkup dan Rencana Kegiatan

a. Persiapan

Kegiatan ini meliputi inventarisasi, pengumpulan, dan penyusunan data yang tersedia di Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, BAKOSURTANAL, LAPAN, BMG, dan instansi terkait lainnya berupa data citra satelit, peta penggunaan lahan, peta rupa bumi dan data iklim.

b. Penelitian lapang

Penelitian lapang bertujuan untuk mengamati sedimen di beberapa catchment (daerah tangkapan) yang representatif, dan mengamati macam/jenis tanah. Kegiatan pengukuran diarahkan untuk mengambil data primer dan terbaru, misalnya pengukuran laju infiltrasi tanah dan penggunaan lahan.

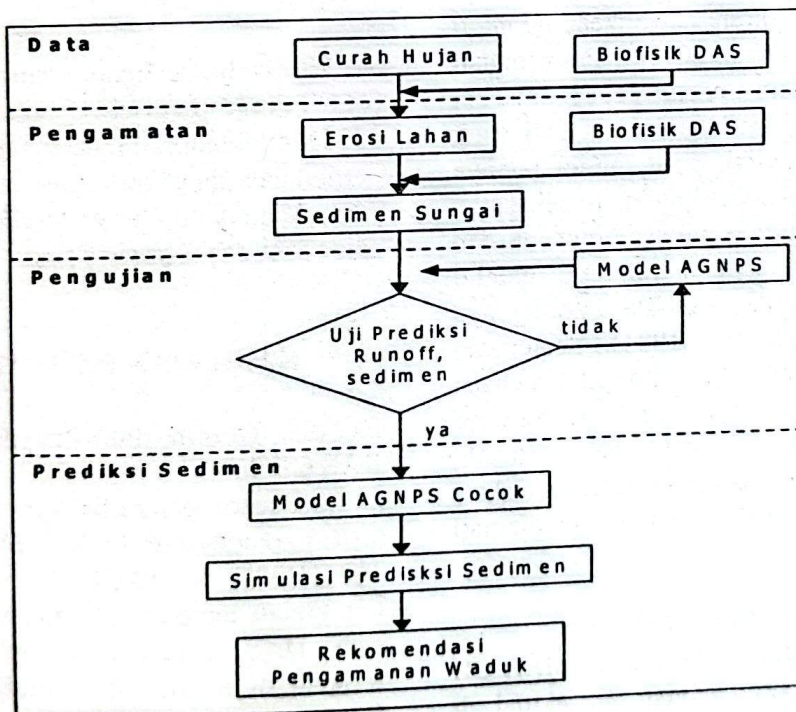
Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan membandingkan perubahan penggunaan lahan melalui interpretasi citra landsat. Tahap pertama, kegiatan diawali dengan pengkajian penggunaan lahan runtut waktu berdasarkan citra landsat TM 1992 dan Agustus 2002. Pada tahap kedua dilakukan pengkajian kondisi sungai, yang menggambarkan tinggi air dan sedimen sungai. Pada tahap ini, dilakukan pengukuran langsung sedimen sungai dengan cara pengambilan contoh sedimen pada beberapa daerah tangkapan dengan kondisi penggunaan lahan jelek dan baik. Tahap ketiga merupakan kajian dampak dari *trend* perubahan penggunaan lahan terhadap erosi permukaan, sedimen dan aliran permukaan. Secara ringkas diagram alir penelitian hubungan penggunaan lahan terhadap erosi dan sedimentasi DAS disajikan pada Gambar 1.

Pengukuran Debit dan Sedimen Sungai

Pengukuran kecepatan arus sungai dilakukan dengan pengukur arus (E.M. Current Meter ES.7603). Pengukuran kecepatan arus dilakukan pada suatu penampang sungai, dilakukan dengan mid section method (Seyhan, 1977). Lengkung kalibrasi (rating curve) debit sungai ditentukan dengan menempatkan debit hasil pengukuran sebagai dependen variabel dan tinggi muka air hasil pengukuran sebagai independent variabel. Pemilihan persamaan regresi dilakukan berdasarkan nilai R^2 yang tertinggi atau cukup tinggi, hasil uji F yang nyata dan kewajaran dari kejadian yang terlihat dilapangan (Gaspersz, 1996).

Pengamatan hasil sedimen dilakukan dengan pengambilan contoh sedimen dari sungai pada waktu hujan. Pada awal terjadinya hujan, setiap kenaikan muka air sungai beberapa cm sampai mencapai puncak banjir. Pada waktu muka air sungai mulai menurun dilakukan lagi pengambilan contoh sedimen. Dilanjutkan pengambilan contoh sedimen setiap terjadi penurunan muka air beberapa cm sampai mencapai ketinggian muka air seperti semula. Penghitungan berat sedimen dari contoh air sungai (contoh sedimen) yang diambil dari *outlet* dilakukan secara gravimetri dan ekstrapolasinya dilakukan dengan cara menghitung luas kurva berat sedimen.



Gambar 1. Diagram alir penelitian prediksi sedimentasi DAS

Prediksi Sedimen Sungai Cilalawi dengan model AGNPS

Pembuatan arah aliran (*aspect*) dimulai dengan pembuatan *Digital Elevation Model* (DEM). Dilanjutkan dengan program *PC RASTER-Map/Grid* untuk dibuat arah alirannya dan terakhir melakukan pemeriksaan lapangan (*ground check*). Penentuan macam penggunaan lahan di sub DAS Cilalawi dilakukan dengan cara menganalisis Citra Landsat dan pemeriksaan lapangan. Sebelum Landsat di gunakan, dilakukan *geodetic reference*. Dilanjutkan dengan melakukan sub set lokasi sehingga didapat lokasi sub DAS Cilalawi dari lembar Landsat Jawa Barat.

Hasil pengamatan infiltrasi digunakan untuk menetapkan *hydrologic soil group* sebagai dasar untuk menentukan nilai bilangan kurva aliran permukaan (*Runoff Curve Number* atau CN). Pengamatan infiltrasi dilakukan pada setiap macam penggunaan lahan pada macam tanah yang dominan. Nilai input model lainnya seperti bilangan kurva, koefisien kekasaran *Manning*, konstanta kondisi permukaan dan faktor kebutuhan oksigen kimiawi, diambil dari buku pedoman AGNPS (Young dan Onstad, 1994; Schwab, 1981). Sedangkan tingkat pemupukan dan faktor ketersediaan pupuk diperoleh dari hasil wawancara dengan petani. Erodibilitas tanah, kemiringan lereng, panjang lereng, tesktur tanah dan indikator saluran, diamati dilapangan.

Pemodelan Fungsi Produksi Air

Analisis ketersediaan air (neraca air DAS)

Besarnya ketersediaan air aktual di dalam DAS dapat dihitung dengan memperhitungkan curah hujan wilayah di dalam DAS, intersepsi, evapotranspirasi dan aliran permukaan, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta W = P - \text{INTCP} - \text{ETP} - \text{RO}$$

Keterangan:

ΔW : ketersediaan air DAS (mm)

P : curah hujan wilayah (mm)

INTCP: intersepsi (mm)

ETP : evapotranspirasi potensial (mm)

RO : aliran permukaan (mm)

1). Perhitungan Intersepsi

Kapasitas intersepsi maksimum diduga dengan menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Von Hoyningen-Huene (1981) dalam de Roo (1999)

2). Perhitungan Evapotranspirasi

Metode penghitungan evapotranspirasi acuan FAO Penman-Monteith digunakan sebagai metode standard untuk menghitung ETo dari data cuaca (Allen, R.G., et al, 1998).

3). Pemisahan Aliran permukaan

Teknik pemisahan hidrograf (Llamas, 1993) dilakukan untuk memisahkan aliran permukaan langsung (*direct runoff*), aliran permukaan yang tertunda (*delayed runoff*), dan aliran dasar (*base flow*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum dan Penggunaan Lahan DAS Cilalawi

Secara geografis sub DAS Cilalawi terletak diantara 6°30'30'' - 6°39'00'' LS dan 107°21'30'' - 107°27'30'' BT, dengan ketinggian tempat 220,43 m - 650 m dpl. Sub DAS Cilalawi secara administratif terletak di 3 wilayah kecamatan yaitu di Kecamatan Plered, Kecamatan Sukatani dan Kecamatan Darangdan dengan luas 6017,58 ha.

Berdasarkan hasil interpretasi citra tahun 2002, penggunaan lahan di sub DAS Cilalawi yang dominan adalah kebun campuran, pemukiman, kebun karet dan

kebun teh. Luas masing-masing penggunaan lahan disajikan pada Tabel 1.

Hasil Prediksi Erosi, Aliran Permukaan dan Sedimen dengan model AGNPS

Hasil prediksi aliran permukaan, sedimen dan erosi pada lahan dengan model AGNPS berdasarkan penggunaan lahan tahun 2002 dan 1992 menunjukkan perbedaan. (Tabel 2 dan 3). Prediksi dilakukan pada kondisi curah hujan 14,48 cm dengan nilai erosivitas hujan (EI30) sebesar 171. Aliran permukaan yang terjadi pada tahun 2002 sama dengan yang terjadi pada tahun 1992 yaitu sebesar 2,80 cm. Sedangkan sedimen dan erosi pada permukaan tanah yang terjadi pada tahun 2002 lebih tinggi dari pada yang terjadi pada tahun 1992. Perbedaan erosi pada permukaan dan sedimen yang terjadi disebabkan adanya perubahan penggunaan lahan, yaitu penurunan luas hutan dan kebun teh masing-masing sebesar 23,14 % dan 22,38 %, serta peningkatan semak belukar dan pemukiman berturut-turut sebesar 44,67 % dan 10,09%. Berkurangnya luas hutan menyebabkan permukaan tanah yang terbuka semakin luas sehingga *splash erosion* meningkat. Akibatnya erosi pada permukaan tanah meningkat dan akhirnya sedimen yang terangkut sampai *outlet* sungai meningkat.

Secara spasial hasil prediksi erosi pada permukaan tanah untuk setiap sel disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 erosi pada permukaan tanah yang terbesar dapat dilihat posisinya secara spasial. Erosi yang terjadi paling tinggi terdapat disekitar Desa Gunung Hejo, Kecamatan Darangdan yaitu sebesar 393,33 ton/ha. Di daerah ini kondisi tutupan lahan jelek, didominasi oleh tegalan yang banyak terbuka. Selain itu, kemiringan lereng di daerah tersebut sebagian besar agak curam yaitu 19 %. Di daerah sekitar Desa Gunung Hejo lainnya, erosi permukaan berkisar antara 26,27 ton – 224,39 ton. Kondisi demikian terjadi karena tutupan lahan yang jelek, didominasi oleh tegalan dan kebun campuran.

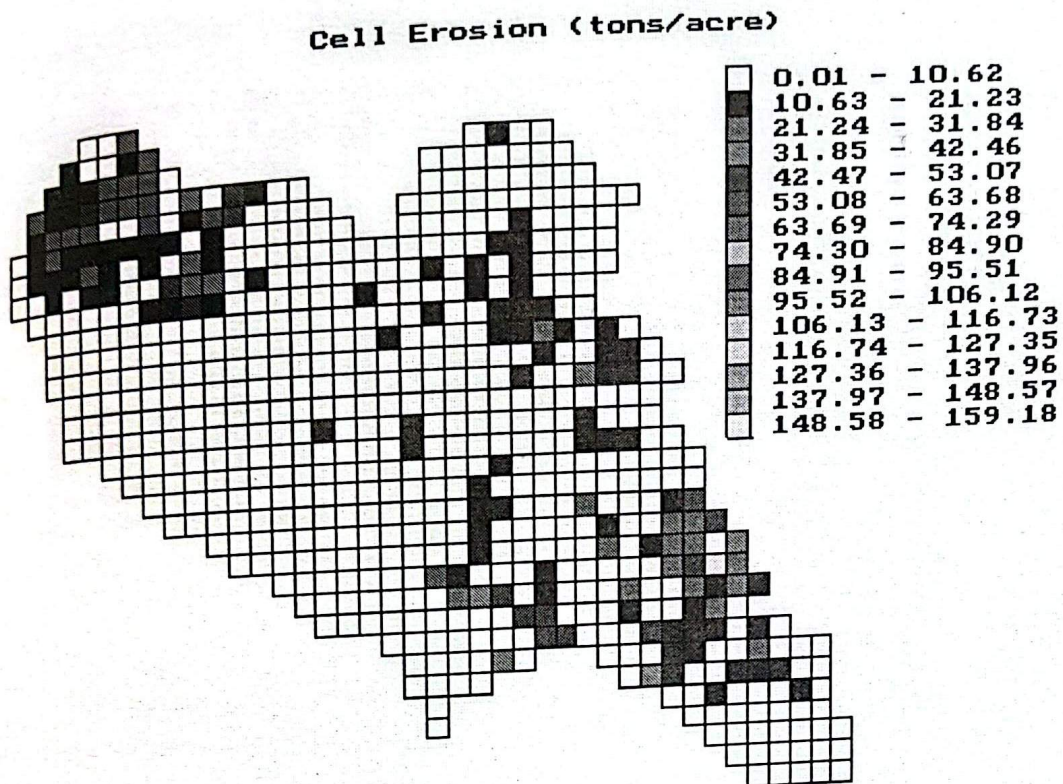
Demikian juga di batas sub DAS sebelah barat yaitu disekitar Desa Linggasari, Kecamatan Plered, bukit-bukitnya dieksploitasi, banyak permukaan tanah yang terbuka sehingga *splash erosion* dan erosi permukaan yang terjadi tinggi, berkisar antara 26,27 ton/ha – 224,39 ton/ha. Selain itu, di Desa Nagrak, Kecamatan Plered, diprediksi terjadi erosi permukaan yang tinggi yaitu berkisar antara 26,27 ton/ha – 224,39 ton/ha) dimana sedimennya akan masuk ke sungai Cilalawi.

Tabel 1. Luas Penggunaan Lahan di DAS Cilalawi 1992 dan 2002

No.	Penggunaan lahan	Luas (ha)		Perbedaan (%)
		Tahun 1992	Tahun 2002	
1	Hutan	77.79	59.79	- 23.14
2	Kebun campuran	2677.13	2395.18	- 10.53
3	Kebun karet	257.99	677.64	61.93
4	Kebun jati	-	374.45	100
5	Kebun coklat	48.09	40.90	- 14.95
6	Kebun teh	842.49	653.91	- 22.38
7	Pemukiman	668.85	743.87	10.09
8	Sawah	461.80	421.04	- 8.83
9	Semak belukar	114.41	206.78	44.67
10	Tegalan	856.52	428.64	- 49.96
11	Lahan terbuka	12.52	15.39	18.65
Jumlah		6017.58	6017.58	

Tabel 2. *Output* model AGNPS dari *outlet* sub DAS Cilalawi berdasarkan penggunaan lahan Tahun 2002 dan tahun 1992.

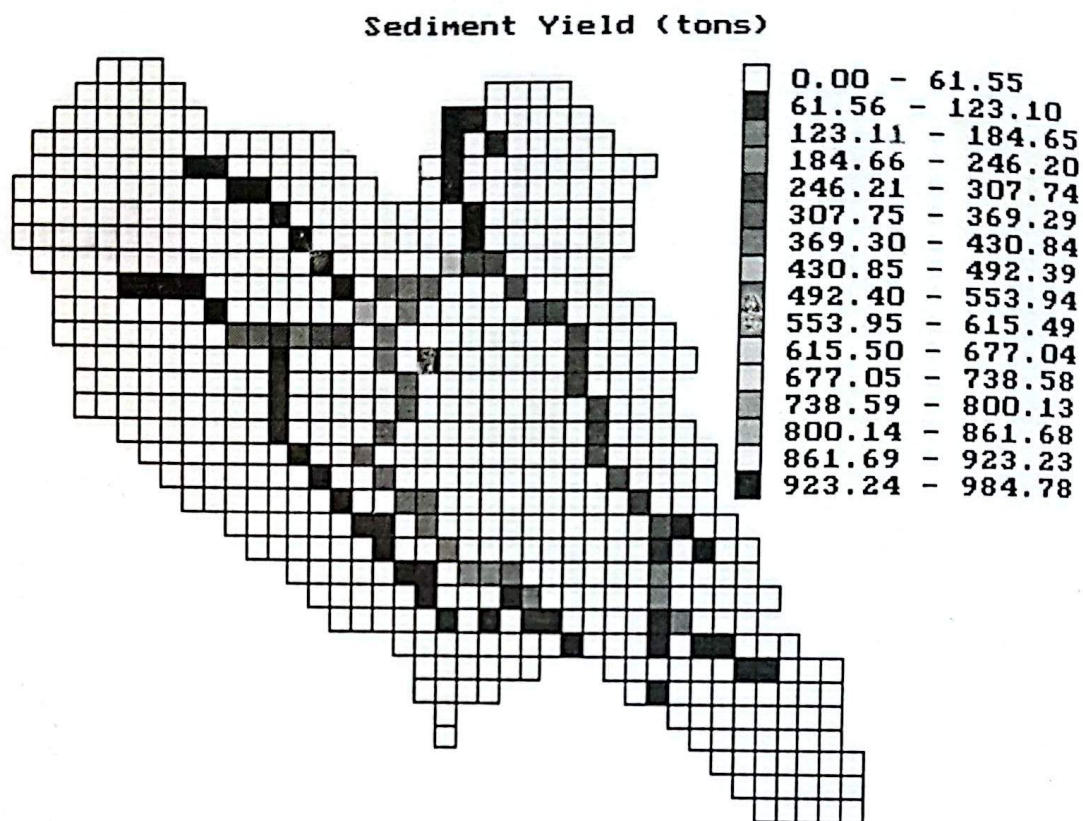
Daerah Aliran Sungai	Daerah Aliran Sungai	
	Cilalawi 2002	Cilalawi 1992
Sedimen	14504.3	12508.1 ton
Erosi permukaan	21.37	18.26 Ton/ha
Sediment Delivery Ratio (SDR)	12	11 %
Jumlah hujan	14.48	14.48 cm
Erosivitas hujan (EI30)	171	171
Outlet Daerah Aliran Sungai		
Sel <i>outlet</i> DAS	20	20 000
Aliran permukaan (<i>runoff</i>)	2.794	2.54 cm
Puncak <i>runoff</i>	67.95	64.38 m ³ /det
Total Nitrogen dalam sedimen	3.50	3.11 kg/ha
Total <i>soluble</i> Nitrogen dalam <i>runoff</i>	0.22	0.21 kg/ha
Konsentrasi <i>soluble</i> Nitrogen dalam <i>runoff</i>	0.83	0.83 ppm
Total Fosfor dalam sedimen	1.75	1.56 kg/ha
Total <i>soluble</i> Phosphorus dalam <i>runoff</i>	0.01	0.01 kg/ha
Konsentrasi <i>soluble</i> Fosfor dalam <i>runoff</i>	0.05	0.05 ppm



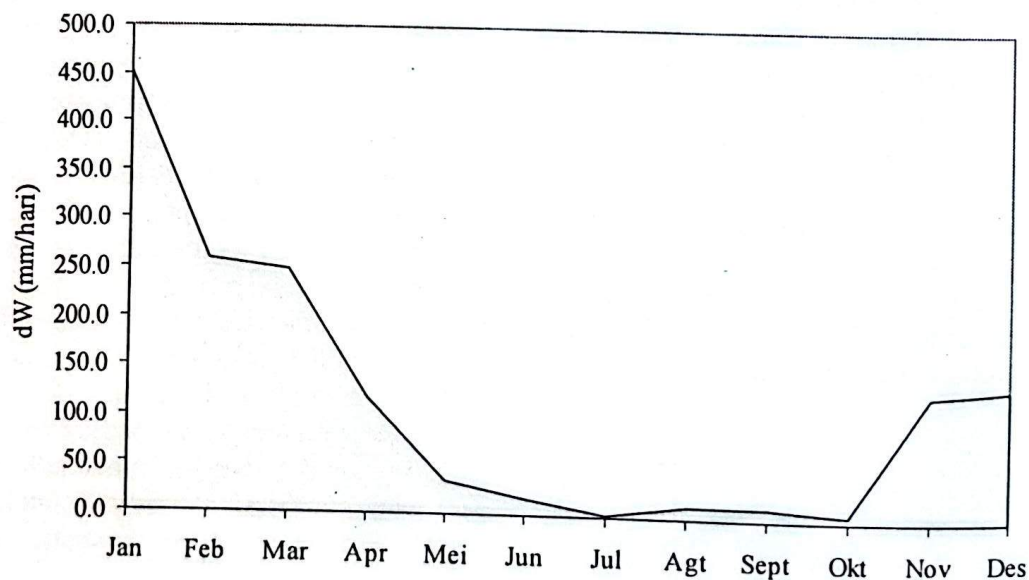
Gambar 2. Prediksi hasil erosi permukaan dengan model AGNPS di sub DAS Cilalawi

Hasil prediksi *sedimen yield* sub DAS Cilalawi secara spasial disajikan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa *sediment yield* yang tinggi berada pada posisi sepanjang sungai utama dan anak sungai yang besar. Pada sungai utama (Cilalawi), hasil prediksi sedimen paling tinggi terjadi di *outlet* sub DAS yaitu sebesar 14504,3 ton. Di sekitar *outlet* menunjukkan sedimen sungai yang tinggi yaitu antara 553,95 ton sampai 861,68 ton, letaknya di Desa Cilalawi, Kecamatan Sukatani.

Di daerah hulu sungai Cilalawi, sedimen mulai meningkat setelah erosi lahan mencapai sungai. Sedimen yang terjadi di hulu sungai Cilalawi berkisar antara 151,25 ton/ha sampai 760,42 ton/ha yaitu di sekitar perbukitan Cikarangkawitan (Desa Sawit), Kecamatan Darangdan. Demikian juga diperbukitan Desa Depok, sedimen mulai meningkat setelah terkumpul di sungai yaitu di hulu sungai Cigiukpadapan yang merupakan hulu dari anak sungai Cilalawi. Sedimen berkisar antara 151,25 ton/ha sampai 608,35 ton/ha. Pada batas sub DAS bagian barat, sedimen mulai meningkat pada hulu sungai Cijunggunung yang merupakan salah satu anak sungai Cilalawi yang letaknya di Desa Linggarsari, Kecamatan Plered.



Gambar3. Hasil prediksi sedimen dengan model AGNPS di sub DAS Cilalawi



Gambar 4. Distribusi cadangan air tanah selama setahun di DAS Cilalawi

Potensi Ketersediaan Air Aktual

Hasil analisis pemisahan aliran permukaan terhadap 27 episode hujan selama pengamatan hujan 1 tahun (tahun 2002) diketahui bahwa 47% dari volume air hujan yang jatuh di areal DAS akan menjadi cadangan air tanah. Distribusi cadangan air tanah selama satu tahun disajikan pada Gambar 4. Sebanyak 41 dan 10% hilang sebagai evapotranspirasi dan intersepsi sedangkan sisanya mengalir sebagai aliran permukaan sebanyak 2.3%.

Potensi ketersediaan air (ΔW) di sub DAS Cilalawi mulai mengalami penurunan pada bulan Mei bersamaan dengan datangnya musim kemarau yang ditandai dengan menurunnya suplai curah hujan. Peningkatan cadangan air tanah mulai terjadi lagi pada bulan Nopember pada saat terjadinya musim hujan.

Analisis Sensitivitas Perubahan Penggunaan Lahan

Untuk menentukan proporsi terbaik penggunaan lahan di DAS Cilalawi, harus dilakukan analisis sensitivitas terhadap erosi lahan, sedimen dan aliran permukaan. Berdasarkan analisis sensitivitas dapat diketahui kondisi tutupan lahan atau penggunaan lahan tertentu yang berpengaruh paling dominan. Sehubungan dengan hal tersebut, luas penggunaan lahan yang berupa hutan dicoba ditambah 5 persen dari luas sub DAS. Selanjutnya, dicoba lebih luas lagi penggunaan lahan hutan menjadi 10 persen. Hasil simulasi luas hutan yang dicoba, dibandingkan dengan kondisi luas hutan yang ada pada tahun 2002, secara rinci hasil simulasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil simulasi tutupan lahan hutan terhadap aliran permukaan, erosi permukaan dan sedimen sub DAS Cilalawi.

Prediksi	Tutupan lahan 2002	Luas Hutan ditambah 5 %	Luas Hutan ditambah 10 %
Runoff (cm)	2.79	2.54	2.54
Peak runoff (m ³ /s)	67.95	65.17	61.89
Erosi permukaan yang tertinggi (ton/ha)	393.33	73.46	51.84
Sediment yield (ton)	14504.30	10765.40	8634.00

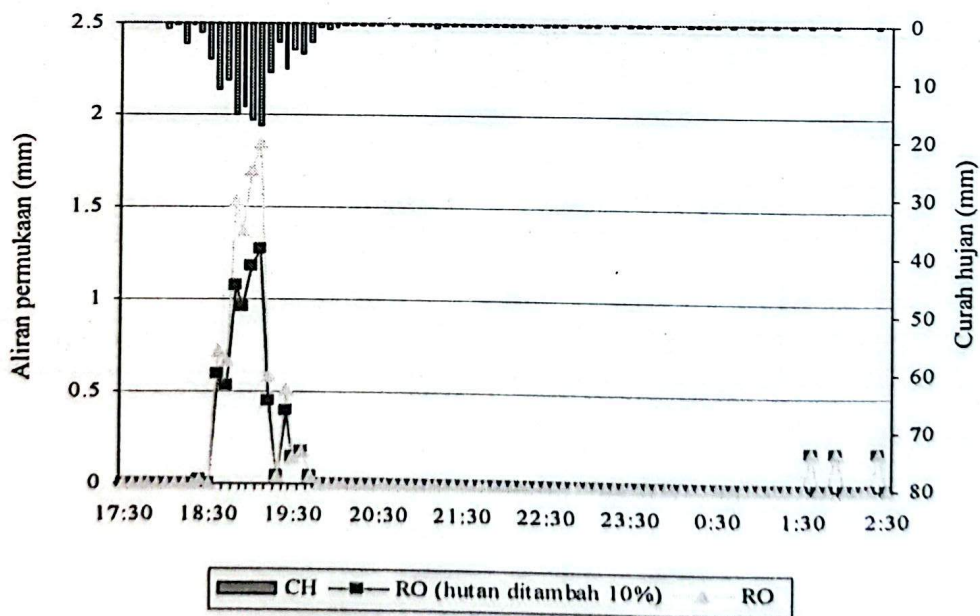
Keterangan:

Curah hujan = 14,48 cm
 EI30 = 171

Berdasarkan hasil simulasi dengan memperluas hutan 5 persen dari luas DAS Cilalawi (penggunaan lahan tahun 2002) menunjukkan terjadi penurunan erosi permukaan. Erosi permukaan tertinggi pada kondisi penggunaan lahan 2002 sebesar 393,33 ton/ha turun menjadi 73,46 ton/ha. Bila luas hutan ditambah 10 persen, erosi permukaan tertinggi semakin berkurang yaitu hanya sebesar 51,84 ton/ha. Kalau dilihat secara spasial, erosi yang tinggi tersebut (antara 47,10 ton/ha – 51,84 ton/ha) hanya terjadi di sebagian kecil wilayah sub DAS Cilalawi yaitu hanya di sekitar Kampung Pasir Peuteuy (Desa Payoman, Kecamatan Plered), di Kampung Cicariu Kulon (Desa Batu Tumpang, Kecamatan Plered), di Kampung Desa Cibodas (Kecamatan Sukatani), di Kampung Cariu (Desa Nagrak, Kecamatan Darangdan), di Kampung Cislada (Desa Gunung Hejo, Kecamatan Darangdan) dan di Desa Sadar Karya (Kecamatan Darangdan). Kondisi demikian

menyebabkan sedimen yang terjadi juga tidak terlalu tinggi.

Simulasi penambahan luas hutan 5 persen, menyebabkan penurunan sedimen, dari 14504,3 ton menjadi 10765,4 ton, dan setelah luas hutan ditambah 10 persen menurun lagi menjadi hanya 8634.00 ton. Sedangkan penurunan aliran permukaan hanya sedikit yaitu menjadi 2,54 cm atau sekitar 9% dibandingkan dengan aliran permukaan pada penggunaan lahan 2002 sebesar 2,79 cm. Demikian juga *peak runoff*, setelah hutan ditingkatkan 5 persen dan 10 persen tidak terlalu besar penurunannya, dari awalnya sebesar 67.95 m³/ha menjadi 65.17 m³/ha dan 61.89 m³/ha. Namun demikian pada kejadian hujan dengan curah hujan yang besar di atas 100 mm, berdasarkan analisis sensitivitas perubahan penggunaan lahan terhadap neraca air DAS, ternyata peningkatan 10% luas hutan menunjukkan penurunan aliran permukaan sampai 25% (Gambar 4).



Gambar 5. Simulasi peningkatan luas hutan 10% terhadap aliran permukaan di DAS Cilalawi (curah hujan 147 mm, 23 Januari 2002)

KESIMPULAN

1. Berdasarkan prediksi model AGNPS, perubahan penggunaan lahan dari tahun 1992 - 2002 menyebabkan terjadinya peningkatan aliran permukaan dari 2,54 cm menjadi 2,794 cm, *peak runoff rate* dari 64,38 m³/detik menjadi 67,95 m³/detik, erosi permukaan dari 18,26 ton/ha menjadi 21,37 ton/ha dan sedimen dari 12508,1 ton menjadi 14504,3 ton, serta terjadi penurunan produksi air DAS Cilalawi berdasarkan analisis neraca air DAS.
2. Simulasi model AGNPS dengan meningkatkan luas hutan seluas 5 persen dan 10 persen dari luas DAS, dapat menurunkan aliran permukaan, *peak runoff rate*, erosi permukaan dan sedimen serta dapat meningkatkan produksi air DAS Cilalawi. Aliran permukaan menurun sebesar 8,96 persen, erosi permukaan menurun 81,32 persen dan 86,82 persen serta sedimen menurun 25,78 persen dan 40,47 persen.
3. Cadangan air tanah berdasarkan analisis neraca air DAS menunjukkan masih cukup baik, di DAS Cilalawi menunjukkan sebanyak 47 persen volume hujan menjadi cadangan air tanah.
4. Simulasi neraca air DAS dengan penambahan luas hutan seluas 10 persen dari luas DAS Cilalawi, dapat meningkatkan produksi air DAS, aliran permukaan di DAS Cilalawi menurun sebanyak 25 persen.

DAFTAR PUSTAKA

Allen, R.G., Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith. 1998. Crop Evapotranspiration; Guidelines for

computing crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper 56. FAO. Rome.

De Roo, A. P. J., C. G. Wesseling, N. H. D. T. Cremers, R. J. E. Offermans, K. Van Dostindic. 1999 LISEM: A new physically based hydrological and soil erosion model in a 615-environment. Theory and implementation. IAHS Publication No.224 (Proceeding of the Canberra Conference). 439-448p.

Guluda, D.R., 1996. Penggunaan model AGNPS untuk memprediksi aliran permukaan, sedimen, dan hara N, P dan COD di daerah tangkapan Citere, sub DAS Citarik, Pangalengan (tesis). Bogor: Institut Pertanian bogor, Program Pascasarjana.

Gaspersz, V. 1996. Metode Perancangan Percobaan. Penerbit ARMICO.

Irianto, G. S. 1999b. Modifikasi fungsi produksi daerah aliran sungai dengan terasering pada tanah sawah serta pengaruhnya terhadap karakteristik debit puncak dan waktu respon daerah aliran sungai. Jurnal Tanah dan Iklim. 17: 39-47.

Llamas, J., 1993. Hydrologie Generale - Principes et Application. Gaetan Morin Editeur. Boucherville. Quebec. Canada. 527p.

Lo, K.F., A. 1995. Erosion assessment of large watersheds in Taiwan. Journal of Soil and Water Conservation. 50 (2): 180-183.

Robinson J.S. dan M. Sivapalan. 1996. Instantaneous response functions of overland flow and subsurface streamflow for catchment models. Hydrological Processes 10:845-862.

Schwab, G.O, R.K. Frevert, T.W. Edmister, and K.K. Barnes. 1981. Soil and

Water Conservation Engineering.
Third Edition. John Wiley and Sons.
New York.

Seyhan, E. 1977. Dasar Dasar Hidrologi.
Subagyo S, penerjemah. Gadjah Mada
University Press. Fundamental of
Hydrology.

Young, R.A. and Onstad. 1994. Agricultural

Non-Point Source Pollution Model,
Version 4.03 AGNPS User's Guide.
North Central Soil Conservation
Research Laboratory Morris, MN.

Wisler, C.O., and E.F. Brater. 1959.
Hydrology. John Wiley & Sons,
Inc.N.Y. 408p.