

Dampak Perambahan Hutan terhadap Aliran Permukaan dan Erosi di DAS Nopu Hulu, Sulawesi Tengah

Yayat Hidayat¹, Naik Sinukaban¹, Hidayat Pawitan², dan Suria Darma Tarigan¹

Makalah diterima 7 Desember 2006 / Disetujui 17 Maret 2007

ABSTRACT

Impact of Rainforest Conversion on Surface Runoff and Soil Erosion in Nopu Upper Catchment of Central Sulawesi (Y. Hidayat, N. Sinukaban, H. Pawitan, and S. D. Tarigan): Rainforest conversion into agricultural lands in Nopu Upper Catchments such as cocoa plantations, maizes, cassava, peanuts, and scrub and bush were significantly increase soil erosions and surface runoffs, which in turn will decrease crops productivity and hydrologic functions of watershed. Soil erosion from maize and peanut rotation plots are higher 2.061,8% than soil erosions from natural forest plots. Soil erosions are higher also in intercropping young age cocoa, maize and cassava plots and maize plots respectively 2.023,8% and 2.012,3%. Where as surface runoffs were increase up to 650,9% in medium age cocoa plots, 380,4% in intercropping young age cacao and cassava plots, and 347,1% in scrub and bush plots. The result of ANSWERS model simulation using daily C factors were indicate that rainforest conversion into agricultural lands in Nopu Upper Catchments causing soil and water loss respectively 3.190,5 ton year⁻¹ and 115.441 m³ year⁻¹. Application of agroforestry systems in agricultural lands which in line with reforestation in stream line area of Nopu river and steepy agricultural lands (slope > 40%) are effectively reduce soil erosions up to 77,6% compare to soil erosion from existing land uses.

Keywords: Cocoa plantation, rainforest conversion, soil erosion, surface runoff

PENDAHULUAN

Sesuai dengan Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 593/kpts-II/1993, Taman Nasional Lore Lindu (TNLL) yang meliputi areal seluas 229.000 hektar merupakan kawasan konservasi sumberdaya alam di Propinsi Sulawesi Tengah, berperan penting sebagai *buffer zone* khususnya bagi kota Palu, Donggala dan Poso. Perambahan hutan yang sangat intensif oleh masyarakat sekitar hutan sejak tahun 1999 hingga sekarang khususnya di wilayah Dongi-Dongi (Yayasan Tanah Merdeka, 2002) dikhawatirkan telah menyebabkan penurunan fungsi hidrologi dan peningkatan laju erosi secara signifikan.

Untuk mempelajari karakteristik perubahan penggunaan lahan akibat perambahan hutan dan mempelajari dampak perambahan hutan terhadap perubahan fungsi hidrologi dan laju erosi, maka penelitian dilakukan di DAS Nopu Hulu, Desa Bulili, Kecamatan Palolo, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. Lokasi penelitian meliputi areal seluas ± 232,8 hektar, terletak pada wilayah perbukitan dimana kegiatan perambahan hutan oleh

masyarakat setempat masih terus dilakukan.

Pembukaan hutan yang dilakukan pada lahan berlereng curam dan kegiatan usahatani yang dilakukan tanpa dibarengi penerapan tindakan konservasi tanah dan air yang memadai akan menyebabkan terjadinya peningkatan aliran permukaan dan erosi, yang pada gilirannya akan menurunkan produktivitas usahatani (kualitas dan kuantitas) dan degradasi sumberdaya lahan dan lingkungan (*on site* dan *off site*). Tingginya aliran permukaan pada musim penghujan menyebabkan sebagian besar air hilang keluar dari DAS Nopu Hulu dan mengakibatkan penurunan ketersediaan air di musim kemarau seperti ditunjukkan oleh mengeringnya aliran air dalam Sungai Nopu pada bulan Juli - Agustus.

Tujuan penelitian adalah mengkaji dampak perubahan penggunaan lahan (termasuk perambahan hutan) di DAS Nopu Hulu (kawasan Taman Nasional Lore Lindu) terhadap fungsi hidrologi dan laju erosi, dan mensimulasikan perubahan penggunaan lahan tersebut dengan menggunakan model ANSWERS.

¹ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Faperta IPB; ² Departemen Meteorologi dan Geofisika, FMIPA IPB; Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680; E-mail: yahida_65@yahoo.com

J. Tanah Trop., Vol. 13, No. 1, 2008: 59-65

ISSN 0852-257X

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian lapang dilakukan di DAS Nopu Hulu yang meliputi areal seluas 232,8 hektar, yang secara administrasi termasuk kedalam wilayah Desa Bulili, Kecamatan Palolo, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. Analisis sifat fisik tanah dilakukan di laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB. Penelitian berlangsung mulai bulan Juli 2004-Mei 2005.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah plat seng, kayu, semen, bak penampung aliran permukaan dan sedimen, tong (80 l), selang, dan bahan-bahan lain yang digunakan untuk pembuatan plot erosi, kertas saring, peta topografi skala 1 : 50.000, peta tanah, serta bahan-bahan lain yang digunakan pengukuran aliran permukaan dan erosi dan analisa laboratorium.

Peralatan yang digunakan meliputi penakar hujan otomatis tipe *tipping bucket (automatic rainfall recorder: ARR)* dan alat pengukur tinggi muka aliran secara otomatis (*automatic water level recorder: AWLR*) yang dilengkapi dengan sistem data logger, *current meter*, *guelph permeameter*, peralatan untuk pengukuran erosi dan pengambilan sampel sedimen, peralatan untuk analisis laboratorium, model ANSWERS, ArcView 3.2, dan Surfer 8.0.

Metode

Pengukuran Aliran Permukaan dan Erosi pada Plot Erosi

Plot erosi berukuran 4 m x 5 m dibangun pada penggunaan lahan hutan alam, hutan sekunder, dan lahan terbuka disekitar areal hutan. Pada tanaman kakao dewasa (15-20 tahun), kakao sedang (5-8 tahun), tanaman jagung monokultur, dan lahan terbuka sekitar lahan kakao, plot erosi dibangun dengan ukuran 2 m x 8 m. Plot erosi berukuran lebih sempit (2 m x 4 m) dibangun pada tanaman kakao muda (< 3 tahun), tumpang sari kakao muda dan pisang, kakao muda dan ketela pohon, kakao muda+ketela pohon dan jagung, semak belukar, lahan alang-alang, dan lahan terbuka disekitar lahan pertanaman jagung.

Aliran permukaan dan erosi pada plot erosi

diukur setiap hari hujan dengan mengukur volume aliran permukaan dan berat sedimen yang tertampung dalam kotak penampung aliran permukaan dan sedimen.

Pengukuran Aliran Permukaan dan Erosi pada Outlet DAS

Tinggi aliran permukaan yang keluar dari outlet DAS diukur secara kontinyu menggunakan AWLR yang dilengkapi dengan sistem data logger. Data tinggi aliran di *download* dalam interval 2-3 bulan menggunakan *SebaTerm*. Pengukuran debit aliran dilakukan melalui pengukuran kecepatan aliran pada berbagai tinggi muka air dengan menggunakan *current meter*, yang kemudian dibuat kurva lengkung debit aliran. Debit aliran secara kontinyu diperoleh dengan mengkonversi tinggi muka aliran yang tercatat pada AWLR dengan menggunakan kurva lengkung debit aliran.

Jumlah erosi bersih yang keluar dari outlet DAS ditentukan melalui pengambilan sampel sedimen pada berbagai tinggi muka aliran pada saat dan setelah kejadian hujan dengan interval waktu 15 menit. Kurva lengkung debit sedimen ditentukan dengan mengkorelasikan jumlah sedimen yang terangkut pada berbagai debit aliran dengan debit alirannya. Kurva lengkung debit sedimen selanjutnya digunakan untuk mengkonversikan debit aliran yang terukur kedalam debit sedimen secara kontinyu.

Parameter Masukan Model ANSWERS

Curah hujan diukur dengan menggunakan *ARR* yang diletakan pada areal lahan terbuka, lahan perladangan, hutan sekunder dan hutan primer. Karakteristik tanah yang meliputi : porositas total, kadar air kapasitas lapang, kadar air tanah awal sebelum kejadian hujan (AMC), kapasitas infiltrasi konstan, selisih kapasitas infiltrasi maksimum dan kapasitas infiltrasi konstan, eksponen infiltrasi, kedalaman zona kontrol infiltrasi, dan erodibilitas tanah; karakteristik vegetasi (volume intersepsi potensial, persen penutupan lahan, koefisien kekasaran permukaan, tinggi kekasaran maksimum, koefisien manning untuk aliran permukaan, faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konsevasi tanah); dan karakteristik hidrologi (jaringan dan dimensi saluran, kemiringan saluran dan koefisien manning) diperoleh melalui pengukuran dan pengamatan lapang, analisis laboratorium serta analisis data sekunder.

Analisis Data

Model ANSWERS digunakan untuk mensimulasikan dampak perubahan penggunaan lahan (perambahan hutan) terhadap aliran permukaan dan laju erosi tanah yang diakibatkannya. Model dijalankan menggunakan ukuran sel 50 m dengan masukan data hujan Juni 2004–Mei 2005 dan menggunakan nilai faktor C harian yang nilainya ditentukan dalam penelitian ini.

Dampak perambahan hutan terhadap aliran permukaan dan erosi diidentifikasi menggunakan model ANSWERS dengan mensimulasikan kondisi penggunaan lahan saat ini (setelah terjadi perambahan hutan) dan kondisi penggunaan lahan sebelum terjadinya perambahan hutan (seluruh areal DAS masih tertutup hutan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aliran Permukaan dan Erosi pada Skala Plot

Aliran Permukaan

Konversi hutan menjadi lahan pertanian telah mengakibatkan terjadinya peningkatan aliran permukaan. Pada kemiringan lereng yang identik (39–42%), volume aliran permukaan pada lahan kakao berumur sedang meningkat sebesar 650,9% dibandingkan dengan aliran permukaan yang terjadi pada lahan hutan. Volume aliran permukaan pada lahan hutan sebesar 304.130,0 l

ha⁻¹ meningkat menjadi 1.396.918,8 l ha⁻¹ pada lahan kakao berumur sedang (Tabel 1). Peningkatan volume aliran permukaan juga terjadi pada lahan kakao muda yang dikombinasikan dengan ketela pohon (380,4%), semak belukar (347,1%), kakao dewasa (323,4%), alang-alang (307,6%), kakao muda+pisang (294,8%), dan pada lahan jagung (293,5%).

Relatif terbukanya permukaan lahan, berkurangnya jumlah air yang dapat diintersepsi tajuk vegetasi, dan menurunnya jumlah air yang diinfiltrasikan kedalam tanah akibat konversi hutan menjadi lahan pertanian merupakan penyebab utama terjadinya peningkatan volume aliran permukaan. Kemampuan tanah meloloskan air (permeabilitas tanah) pada lahan hutan yang semula tergolong kedalam katagori sedang-sangat cepat (7,50–40,26 cm jam⁻¹) menurun menjadi 1,02–2,05 cm/jam (lambat-sedang) pada lahan kakao sedang, 0,015–3,00 cm jam⁻¹ (sangat lambat-sedang) pada

lahan kakao dewasa, 0,75–17,96 (lambat-cepat) pada lahan kakao muda, 4,44–9,00 cm jam⁻¹ (lambat/sedang-sedang) pada lahan jagung dan kacang tanah, 0,61–17,75 (lambat-sedang/cepat) pada lahan lahan semak belukar, dan menjadi 0,59–0,80 cm jam⁻¹ (lambat) pada lahan terbuka yang diolah bersih dan tidak ditanami tanaman secara terus menerus.

Erosi Tanah

Sejalan dengan meningkatnya aliran permukaan, konversi hutan menjadi lahan pertanian juga sangat nyata mempengaruhi peningkatan erosi tanah (Tabel 2). Pada kemiringan lereng yang identik (39–42%), erosi tanah pada lahan pertanaman tumpang gilir jagung dan kacang tanah sebesar 1.642,6 kg ha⁻¹ meningkat 2.061,8% dibandingkan dengan erosi yang terjadi pada lahan hutan alam (284,2 kg ha⁻¹). Erosi tanah juga meningkat pada lahan tumpang sari kakao muda+jagung+ketela pohon, lahan jagung monokultur, lahan tumpang sari kakao muda+ketela pohon, dan pada lahan kakao muda masing-masing sebesar 2.023,8%, 2.012,1%, 1.944,9%, dan 1.916,5%. Peningkatan erosi yang sangat nyata setelah pembukaan hutan terutama disebabkan karena hilangnya penutupan lahan, baik oleh tajuk maupun serasah tanaman sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan daya rusak butiran hujan (*splash erosion*). Kegiatan pembersihan lahan dan pengolahan tanah sederhana pada waktu penanaman tanaman pertanian serta kegiatan pembersihan gulma dan pembumbunan tanaman merupakan penyebab utama tingginya erosi tanah pada lahan pertanaman jagung yang ditumpangsarikan dengan kacang tanah, pertanaman jagung monokultur, dan pertanaman kakao muda yang ditumpangsarikan dengan tanaman jagung dan ketela pohon. Peningkatan erosi tersebut sejalan dengan pernyataan Roose (1986) yang menunjukkan penebangan vegetasi alami telah menyebabkan terjadinya peningkatan erosi tanah sampai lebih dari 10 kali lipat.

Aliran Permukaan dan Erosi pada Skala DAS

Volume aliran permukaan dan jumlah tanah yang dierosikan meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah curah hujan yang jatuh dan volume aliran permukaan yang dihasilkan (Tabel 3). Erosi tanah tertinggi sebesar 250.446 kg (1.075 kg ha⁻¹) diperoleh pada kejadian hujan sebesar

Tabel 1. Total volume aliran permukaan pada berbagai penggunaan lahan pada plot erosi dengan kemiringan lereng 39-42% (CH: 1978,6 mm).

Penggunaan Lahan	Runoff ¹⁾ l ha ⁻¹	Runoff ²⁾ l ha ⁻¹	Peningkatan rata-rata terhadap Hutan Alam (%)
Hutan Alam	304.130,0	0-39.250*	-
Kakao Dewasa	720.757,2	500-61.625*	323,4
Kakao Sedung	1.396.918,8	437.5-84.844*	650,9
Kakao Muda	797.050,0	1250-120.750*	286,6
Kakao Muda+Jagung+Ketela Pohon	777.750,0	813-120.625*	283,0
Kakao Muda+Pisang	795.662,5	1188-60.625*	294,8
Jagung	759.131,3	375-125.625*	293,5
Jagung-Kacang Tanah	625.218,8	375-61.313*	241,5
Kakao Muda+Ketela Pohon	924.337,5	1000-120.625*	380,4
Semak Belukar	806.375,0	0-114.000*	347,1
Alang-Alang	799.090,0	0-116.500*	307,6

Keterangan: Runoff ¹⁾: akumulasi aliran permukaan Juli 2004-Mei 2005; Runoff ²⁾: aliran permukaan pada setiap hari hujan; *: berbeda sangat nyata pada $\alpha_{0,01}$.

Tabel 2. Erosi tanah pada berbagai penggunaan lahan pada plot erosi dengan kemiringan lereng 39-42% (CH: 1978,6 mm).

Penggunaan Lahan	Erosi Tanah ¹⁾ kg ha ⁻¹	Erosi Tanah ²⁾ Kg ha ⁻¹	Peningkatan rata-rata terhadap Hutan Alam (%)
Hutan Alam	284,2	0-46.352*	-
Kakao Dewasa	1.448,3	0,259-134.670*	1.717,4
Kakao Sedung	1.368,5	0,559-116.264*	1.621,3
Kakao Muda	1.553,5	0,857-140.807*	1.916,5
Kakao Muda+Jagung+Ketela Pohon	1.535,3	0-104.872*	2.023,8
Kakao Muda+Pisang	1.292,3	0,359-116.176*	1.650,6
Jagung	1.499,3	0,523-110.749*	2.012,1
Jagung-Kacang Tanah	1.642,6	0,157-127672*	2.061,8
Kakao Muda+Ketela Pohon	1.528,8	1,007-118.630*	1.944,9
Semak Belukar	1.125,2	0-99.516*	1.140,0
Alang-Alang	1.043,4	0-90.607*	877,7

Keterangan: Erosi Tanah ¹⁾: akumulasi erosi tanah Juli 2004-Mei 2005; Erosi Tanah ²⁾: erosi tanah pada setiap hari hujan; *: berbeda sangat nyata pada $\alpha_{0,01}$.

Tabel 3. Aliran permukaan dan erosi tanah pada beberapa kejadian hujan pada skala DAS.

No.	Curah Hujan (mm)	Volume DRO		Erosi Tanah	
		m ³	mm	Total (kg)	Rata-rata (kg ha ⁻¹)
1.	6,8	58,8	0,03	516	2,2
2.	8,9	205,2	0,09	2.065	8,9
3.	9,5	1.363,7	0,59	12.815	55,0
4.	16,6	1.580,1	0,68	5.115	22,0
5.	22,2	1.488,7	0,64	13.304	57,1
6.	25,2	1.772,3	0,76	15.883	68,2
7.	26,1	1.578,2	0,68	1.373	5,9
8.	29,0	4.383,3	1,88	54.018	232,0
9.	37,4	17.039,8	7,32	79.203	340,2
10.	38,5	4.512,7	1,94	15.522	66,7
11.	41,5	5.243,8	2,25	53.334	229,1
12.	44,7	4.336,1	1,86	34.681	149,0
13.	68,8	24.116,8	10,36	80.347	345,1
14.	71,1	31.889,1	13,70	197.980	850,4
15.	93,8	49.904,3	21,44	250.446	1.075,8

93,8 mm. Total volume aliran permukaan pada berbagai penggunaan lahan pada plot erosi dengan kemiringan lereng 39-42% (CH : 1978,6 mm).93,8 mm. Jumlah tanah yang dierosikan relatif rendah dibandingkan dengan erosi tanah yang terjadi di daerah tropika lainnya karena curah hujan yang jatuh di wilayah tersebut mempunyai intensitas yang relatif rendah dan turun dalam waktu yang sangat panjang ($\pm 16,5$ jam).

Dampak Perambahan Hutan terhadap Aliran Permukaan dan Erosi

Model ANSWERS digunakan untuk mensimulasikan dampak perambahan hutan terhadap aliran permukaan dan erosi. Kalibrasi model ini di DAS Nopu Hulu memberikan hasil prediksi yang cukup baik seperti ditunjukkan oleh koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,85 untuk aliran permukaan dan 0,89 untuk erosi tanah.

Hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa konversi hutan menjadi areal pertanian di DAS Nopu Hulu telah menyebabkan kehilangan air sebanyak 115.441 m³ tahun⁻¹ dan menyebabkan

kehilangan tanah (erosi tanah) sebesar 3.190,5 ton tahun⁻¹. Aliran permukaan dan erosi pada pensimulasian kondisi hutan masing-masing sebesar 370.168 m³ dan 265.071 kg tahun⁻¹ meningkat sangat drastis menjadi sebesar 485.610 m³ dan 3.455.519 kg tahun⁻¹ dan setelah adanya perambahan hutan. Kehilangan air dan erosi tanah meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah curah hujan (Tabel 4) dan besarnya akan semakin meningkat sejalan dengan bertambah luasnya kegiatan perambahan hutan.

Simulasi model ANSWERS dengan menggunakan faktor C harian menunjukkan penghutanan kembali lahan disekitar jalur aliran Sungai Nopu yang berlereng sangat curam (lereng > 65%) dengan jarak 25 m kiri kanan sungai mampu menurunkan erosi rata-rata 58,2% dibandingkan dengan rata-rata erosi aktual (Tabel 5). Penurunan erosi menjadi semakin besar $\pm 62,0\%$ apabila penghutanan jalur aliran sungai diikuti dengan penghutanan kembali lahan pertanian belereng curam (lereng > 40%). Penerapan sistem *agroforestry* pada lahan pertanian rakyat (kebun

Tabel 4. Kehilangan air dan erosi tanah akibat perambahan hutan di DAS Nopu Hulu hasil simulasi model ANSWERS pada beberapa kejadian hujan.

CH (mm)	Volume aliran permukaan langsung (m ³)			Erosi tanah (kg)		
	Hutan	Aktual	WL	Hutan	Aktual	SL
9,4	1.247,8	1.652,9	-405,1	327	13.872	-13.545
11,9	1.657,5	2.006,7	-349,2	130	2.194	-2.064
13,4	870,7	1.103,5	-232,8	20	5.261	-5.241
14,3	1.431,7	1.478,3	-46,6	75	1.590	-1.515
17,3	1.611,0	2.411,8	-800,8	2,3	2.929	-2.926,7
22,2	3.880,8	4.658,3	-777,6	3.123	21.070	-1.794,7
25,2	3.157	3.499	-342,2	8	15.010	-1.500,2
29,0	5.096,0	6.402,0	-1.306,0	1.026	39.891	-38.865
33,4	7.489,2	8.951,2	-1.462,0	2.154	13.525	-11.371
38,5	6.667,4	7.812,8	-1.145,4	1.061	19.404	-18.343
39,5	2.044,0	6.111,0	-4.067,0	5.342	39.495	-34.153
40,8	6.253,0	7.121,4	-868,3	2.016	31.041	-29.025
41,5	10.054,6	11.267,5	-1.212,9	5.874	44.086	-38.212
44,7	8.622,9	10.308,4	-1.685,5	2.807	76.697	-73.890
47,5	11.975,2	14.131,0	-2.155,7	15.122	82.940	-67.818
56,7	3.659,6	12.713,2	-9.053,6	7.821	103.265	-95.444
68,8	3.203,3	15.441,6	-12.238,3	151	67.949	-67.798
71,1	6.129,6	16.573,0	-1.0443,4	23.480	213.799	-190.319
87,6	5.347,4	19.860,2	-1.4512,8	19.897	140.204	-120.307
93,8	28.371,3	32.948,7	-4.577,3	55.715	314.683	-258.968
Total selama 1 tahun (Juni 2004-Mei 2005)		-115.441				-3.190.448

Keterangan: Aktual = kondisi aktual setelah perambahan hutan; WL = kehilangan air; SL = erosi tanah; - = menunjukkan kehilangan.

Tabel 5. Simulasi penggunaan lahan DAS Nopu Hulu terhadap erosi tanah pada beberapa kejadian hujan dengan menggunakan model ANSWERS.

CH mm	Erosi Tanah										
	Aktual	Simulasi 1		Simulasi 2		Simulasi 3		Simulasi 4		Simulasi 5	
	kg	kg	%*1	kg	%*2	kg	%*3	kg	%*4	kg	%*1
11,9	2.194	628	71,4	424	80,7	495	77,4	197	91,0	130	94,1
13,4	5.261	3.002	42,9	2.996	43,1	2.495	52,6	1.438	72,7	20	99,6
14,3	1.590	418	73,7	284	82,1	362	77,2	137	91,4	75	95,3
17,3	2.929	1.834	37,4	1.833	37,4	902	69,2	701	76,1	98	96,7
22,2	21.070	14.417	31,6	13.135	37,7	17.816	15,4	11.466	45,6	3.123	85,2
25,2	15.010	5.631	62,5	3.555	76,3	7.460	50,3	1.734	88,4	8	99,9
29,0	39.891	28.045	29,7	25.301	36,6	28.627	28,2	17.593	55,9	2.807	93,0
33,4	13.525	8.940	33,9	7.368	45,5	53.55	60,4	4.224	68,8	15	99,9
38,5	19.404	12.106	37,6	10.777	44,5	80.95	58,3	5.152	73,4	2.016	89,6
40,8	31.041	19.770	36,3	17.627	43,2	15.225	51,0	9.238	70,2	4.132	86,7
41,5	44.086	31.917	27,6	27.172	38,4	6.463	85,3	7.232	83,6	248	99,4
44,7	76.697	55.287	27,9	48.461	36,8	53.567	30,2	34.038	55,6	151	99,8
47,5	82.940	67.085	19,1	63.615	23,3	22.803	72,5	21.824	73,7	200	99,8
56,7	103.265	72.523	29,8	63.265	38,7	63.265	38,7	32.667	68,4	16.432	84,1
68,8	67.949	36.358	46,5	25.103	63,1	31.526	53,6	12.453	81,7	5.614	91,7
71,1	213.799	82.947	61,2	75.917	64,5	59.051	72,4	48.268	77,4	14.587	93,2
87,6	140.204	101.493	27,6	88.596	36,8	88.180	37,1	59.677	57,4	39.742	71,7
93,8	314.683	261.600	16,9	244.836	22,2	164.763	47,6	114.578	63,6	82.657	73,7

Keterangan: Simulasi 1: Penghutan kembali lahan sepanjang jalur aliran Sungai Nopu dalam jarak 25 m (kiri-kanan sungai).

Simulasi 2: Simulasi 1 + penghutan kembali lahan pertanian rakyat berlereng curam (> 40%).

Simulasi 3: Penerapan teknik agroforestry pada lahan pertanian rakyat.

Simulasi 4: Kombinasi simulasi 2 + simulasi 3.

Simulasi 5: Penghutan kembali seluruh areal DAS Nopu Hulu.

*) : Penurunan erosi (dalam %) terhadap kondisi aktual.

kakao dan ladang) mampu menurunkan erosi sebesar 52,4%, sedangkan kombinasi penerapan sistem *agroforestry* pada lahan pertanian rakyat yang diikuti dengan penghutan kembali jalur aliran sungai Nopu dan lahan berlereng curam sangat efektif menurunkan erosi hingga $\pm 77,6\%$. Penghutan kembali seluruh areal DAS Nopu hulu mampu menurunkan erosi hingga 95,2%.

KESIMPULAN

Konversi hutan menjadi lahan pertanian (pertanaman kakao, jagung, kacang tanah, ketela pohon, semak belukar, dan alang-alang) di DAS Nopu Hulu telah menyebabkan terjadinya peningkatan aliran permukaan dan erosi yang nyata

dan menurunkan fungsi hidrologi DAS. Konversi lahan tersebut menyebabkan peningkatan aliran permukaan rata-rata sebesar 650,9% pada lahan kakao berumur sedang, 380,4% pada lahan kakao muda+ketela pohon, dan sebesar 347,1% pada lahan semak belukar. Erosi tanah meningkat sebesar 2.061,8% pada lahan tumpang gilir jagung dan kacang tanah, 2.023,8% pada lahan kakao muda yang ditumpangsarikan dengan jagung dan ketela pohon, dan sebesar 2.012,3% pada lahan jagung yang ditanam secara monokultur.

Simulasi model ANSWERS dengan parameter input faktor C harian menunjukkan bahwa konversi hutan tersebut telah menyebabkan kehilangan air dari DAS Nopu Hulu sebesar 115.441 m³ tahun⁻¹ dan kehilangan tanah akibat erosi sebesar 3.190,5

ton tahun⁻¹. Penerapan teknik agroforestry pada lahan pertanian rakyat yang dikombinasikan dengan penghutan kembali lahan berlereng sangat curam sepanjang jalur aliran Sungai Nopu dan lahan pertanian berlereng curam secara efektif mampu menekan erosi hingga 77,6% dibandingkan dengan erosi aktual saat ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, yang telah membiayai penelitian ini melalui Penelitian Hibah Bersaing XIII. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada STORMA yang telah memberikan fasilitas peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini, dan kepada semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Kehutanan. 1993. Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 593/kpts-II/1993 tentang penetapan kawasan Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah. Jakarta.
- Hidayat, Y. 2001. Aplikasi Model ANSWERS dalam Mempredikasi Erosi dan Aliran Permukaan di DTA Bodong Jaya dan DAS Way Besay Hulu, Lampung Barat. Tesis Magister. Program Pascasarjana, IPB, Bogor.
- Lal, R. 1986. Deforestation and soil erosion. P 299-316. In. Lal, R, P. A. Sanchez, R.W. Cummings, JR (Eds.). *Land Clearing and Development in The Tropics*. A.A. Balkema/Rotterdam/Boston.
- Roose, C.W. 1986. Runoff and erosion before and after clearing depending on the type of crops in Western Africa p. 317-330. In Lal, R, P. A. Sanchez, R.W. Cummings, JR (Eds.). *Land Clearing and Development in The Tropics*. A.A. Balkema/Rotterdam/Boston.
- Yayasan Tanah Merdeka. 2002. Dongi-Dongi. www.ytm.or.id/eng/news_dongi2.htm. 14 Maret, 2006.