

ANALISIS DAMPAK PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP DEGRADASI LAHAN DAN PENDAPATAN PETANI DI DAS WANGGU SULAWESI TENGGARA

La Ode Alwi¹ dan Sitti Marwah²

¹Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo Kendari

Kampus Bumi Tridharma Anduonohu Kota Kendari 93232, Indonesia

²Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Universitas Halu Oleo Kendari

Jl. Mayjen S. Parwan Kampus Lama Universitas Halu Oleo Lahundape Kota Kendari 93121, Indonesia

E-mail: alwi_laode@yahoo.com

Diterima: 2 Januari 2015; Perbaikan: 30 Januari 2015; Disetujui untuk Publikasi: 22 Juli 2015

ABSTRACT

Impact Analysis on The Change of Land Utilization toward Land Degradation and Farmers' Income in Wanggu Watershed of South East Sulawesi. Objectives of the study were: (1) to assess the impact of the changes of land use in Wanggu watershed toward erosion, land degradation, ratio discharge (Q_{max} / Q_{min}), and farmer incomes; (2) to analyze land utilization and agro-technological model to improve soil infiltration capacity and water availability as well as to reduce the ratio discharge (Q_{max} / Q_{min}), the rate of erosion and land degradation; and (3) to formulate land-use and agrotechnological planning in sustainable watershed management. The research was conducted in July 2013-December 2013. The assessment on land degradation and watershed hydrological conditions of Wanggu was based on the data of land use changes, soil physical, erosion, run off coefficient, and river discharge. This study used survey methods and experimental plots to collect the data. Data on biophysical land including: climate, topography, soil type and land use derived from the results of the previous studies. The farmer's income was calculated based on total production, total revenue and total cost. The results showed that the changes of land use caused land degradation, which might occur on: (i) upland agriculture, bushes, human settlements with the erosion $> ET_{ol}$ with $36.3 > 21.0$; $21.4 > 14.9$ and $19.5 > 18$ t/ha/yr and its slopes $> 8\%$, (ii) the ratio of river discharge ($Q_{max}/Q_{min} > 30$), land productivity and farmers' income (around IDR11.500.000/ha/th in upland, while in agroforestry about IDR21.500.000/ha/year $<$ the standard of living allowance IDR22.000.000/year/hh). The land use and agrotechnological model from the scenario 5 could prevent land degradation, reduce the ratio of discharge ($Q_{max} / Q_{min} < 30$), enhance soil productivity and increase income of farmers reaching for about IDR22.340.000–IDR25.730.000 \geq IDR27.200.000/ha/year/hh. Those would meet the minimum requirement of living standard in South East Sulawesi.

Keywords: *Land use, Wanggu Wathersed, impact, erosion, farming system*

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah (1) menganalisis dampak perubahan penggunaan lahan di DAS Wanggu Ds terhadap erosi, run off dan fluktuasi debit air, (2) mengkaji model penggunaan lahan dan agroteknologi yang mampu meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah, menurunkan run off, fluktuasi debit air sungai dan laju erosi serta pendapatan petani, dan (3) merumuskan model perencanaan penggunaan lahan dan agrotekonologi yang tepat dalam pengelolaan DAS Wanggu berkelanjutan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2013–Desember 2013. Degradasi lahan dan kondisi hidrologi DAS Wanggu dinilai berdasarkan terhadap perubahan penggunaan lahan, fisik tanah, erosi dan koefisien aliran permukaan serta debit sungai dengan menggunakan metode survei dan percobaan plot. Data biofisik lahan mencakup: data iklim, topografi, jenis tanah dan penggunaan lahan yang diperoleh dari hasil-hasil berbagai penelitian. Pendapatan petani dihitung berdasarkan pada produksi total, pendapatan dan biaya total yang dikeluarkan petani. Hasil studi menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuannya

telah menyebabkan degradasi lahan umumnya pada: (i) pertanian lahan kering, semak-belukar, pemukiman dengan erosi > ETol secara berurutan 36,3 > 21,0; 21,4 >14,9 dan 19,5 >18 t/ha/th pada kemiringan lereng > 8%, (ii) peningkatan Qmax/Qmin 36,8 > 30), (iii) produktivitas lahan dan pendapatan petani adalah rendah (pertanian lahan kering Rp11.500.000/ha/th, dan kebun campuran/agroforestry Rp21.500.000/ha/th < standar kebutuhan hidup layak (KHL) Rp22.000.000/th/KK. Model penggunaan lahan dan agroteknologi Skenario 5 dapat mencegah degradasi lahan, menurunkan Qmax/Qmin 15,2 < 30), erosi < ETol (3,5–14,5 t/ha/th < 10,6–20,0 t/ha/th), meningkatkan produktivitas tanah dan pendapatan petani yang mencapai Rp22.340.000 – Rp25.730.000 ≥ Rp22.000.000/ha/th/KK yang memenuhi standar kebutuhan hidup layak di Sulawesi Tenggara.

Kata kunci: *Penggunaan lahan, DAS Wanggu, dampak, erosi, sistem pertanian*

PENDAHULUAN

Perubahan penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Wanggu pada 21 tahun terakhir telah berdampak terhadap degradasi lahan dan terganggunya kondisi hidrologi DAS Wanggu dan sedimentasi di Teluk Kendari. Perubahan tersebut di bagian hulu (*in site*) konversi lahan hutan menjadi lahan pertanian, pertanian menjadi non pertanian mengakibatkan terjadi pengurangan luas hutan. Dampaknya adalah erosi >ETol (55,3 t/ha/th >32,7 t/ha/th), menurunnya produksi kakao 2 t/ha/th menjadi 0,75 t/ha/th, padi gogo 1,6 t/ha/th menjadi 0,9 t/ha/th, jagung 2 t/ha/th menjadi 1,2 t/ha/th (Marwah, 2000). Akibat dari erosi tersebut telah menyebabkan pendangkalan pada saluran irigasi, badan sungai, rawa dan kerusakan lingkungan di Teluk Kendari. Selain itu, terjadinya peningkatan debit aliran sungai Wanggu (Qmax/Qmin >30) hingga ketinggian banjir 3,5–4 m (Dinas PU Sultra, 2008), sedimentasi di teluk Kendari dari tahun 1995–2000 sebesar 760.040 m³/th dan tahun 2000 kedalaman teluk Kendari mencapai 0–23 m diukur pada saat pasang (Iswandi, 2003).

Tahun 1992 luas hutan di DAS Wanggu 19.554,2 ha, tahun 2000 seluas 17.278,2 ha, dan tahun 2005 seluas 14.593,8 ha (BP DAS Sampara, 2008). Perubahan luas hutan menjadi lahan pertanian tersebut pada umumnya tidak sesuai dengan kemampuan lahannya. Akibatnya terjadi degradasi lahan yang dicirikan oleh: (1) tingginya erosi > ETol, (2) menurunnya kapasitas infiltrasi, (3) meningkatnya aliran permukaan, (4) terjadinya banjir dimusim hujan dan kekeringan dimusim

kemarau, (5) terjadinya sedimentasi, (6) menurunnya produktivitas lahan dan rendahnya pendapatan petani.

Berdasarkan beberapa hasil studi menunjukkan bahwa konversi hutan menurunkan kualitas tanah, tetapi dapat meningkat kembali dengan pembeeraan, penerapan konservasi tanah tepat, atau dengan *system agroforestry* kakao (Marwah, 2008; dan Anas *et al.*, 2005). Hasil penelitian Lihawa (2009) menunjukkan bahwa lahan terlantar (*wasteland*) berpengaruh terhadap kondisi lingkungan DAS Alo-Poha seperti: debit aliran, drainase dan berpengaruh signifikan terhadap erosi lembar (*sheet erosion*) 122,24 t/ha/th.

DAS Wanggu Ds seluas 45.377,3 ha mempunyai fungsi dan peranan strategis karena mengalir membelah Kota Kendari, ibu kota Provinsi Sulawesi Tenggara di bagian hilir, merupakan pusat pemerintahan, pendidikan dan perekonomian, kawasan industri, sumber: air bersih warga transmigrasi Cialam Jaya dan sebagian penduduk Kota Kendari, air irigasi sawah seluas 3.500 ha di Kecamatan Konda, Poasia dan Ranomeeto. Di bagian hulu merupakan wilayah di Kabupaten Konse dan Konawe, dan bagian tengah terdapat lapangan terbang Wolter Monginsidi dan penambangan pasir. Untuk mempertahankan fungsi dan peranannya yang penting tersebut perlu didukung perencanaan penggunaan lahan dan agroteknologi yang tepat untuk menjaga kelestarian lahan, sumberdaya air di DAS Wanggu dan mencegah sedimentasi. Sampai saat ini belum ada perencanaan penggunaan lahan dan agroteknologi yang tepat di DAS Wanggu terkait

pelestarian lahan, sumberdaya air jangka panjang dan pencegahan sedimentasi. Hal ini akan menimbulkan degradasi lahan, erosi dan *run off* tinggi, kapasitas infiltrasi rendah, banjir dan kekeringan di musim hujan dan kemarau dan kelangkaan air, dan tingginya sedimentasi (Sinukaban, 2007).

Tujuan Penelitian: (1) menganalisis dampak perubahan penggunaan lahan di DAS Wanggu Ds terhadap erosi, *run off* dan fluktuasi debit air, (2) mengkaji model penggunaan lahan dan agroteknologi yang mampu meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah, menurunkan *run off*, fluktuasi debit air sungai dan laju erosi serta pendapatan petani, dan (3) merumuskan model perencanaan penggunaan lahan dan agroteknologi yang tepat dalam pengelolaan DAS Wanggu berkelanjutan.

METODE

Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di DAS Wanggu DS dengan total 45.377,3 ha meliputi dua Kabupaten Konawe Selatan dan Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara yang terletak pada lintang 30 59' 23"- 40 10' 14" LS dan 1220 22' 26"- 1220 33' 14" BT dan berlangsung pada Juli 2013-Desember 2013.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini berupa: peta rupa bumi Indonesia, Sulawesi Tenggara tahun 1992 dari Bakosurtanal, peta tanah Sulawesi Tenggara tahun 1985 (PPT, Bogor), Interpretasi citra landsat Sulawesi Tenggara tahun 2010 (Bakosurtanal), interpretasi citra Teluk Kendari tahun 2013 (data primer), data: curah hujan, debit air diperoleh dari Balai Wilayah sungai 4 Sultra, kualitas air diperoleh dari Dinas PU dan Balai Lingkungan Hidup Sultra, penduduk (BPS Sultra). Bahan-bahan tersebut berupa: penggunaan lahan, topografi, jenis tanah, citra

landsat, kertas dan kantong plastik. Peralatan yang digunakan: *Clinometer*, bor tanah, pisau profil tanah, ring sampel, rol meter, *stop watch*, infiltrometer slinder ganda, premeameter, GPS, AWLR (*Automatic Water Level Recorder*), ARR (*Automatic Rainfall Recorder*) dan botol sampel air.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode survei, plot pengamatan, pengamatan lapang, analisis laboratorium, wawancara dengan responden petani.

Penentuan Plot Pengamatan

Penentuan lokasi pengamatan dilakukan berdasarkan peta unit lahan dan DAS perwakilan yakni DAS Wanggu dan unit lahan perwakilan (*purposive sampling*) untuk penempatan sampel pengamatan intensif terhadap erosi dan *run off*. Plot pengamatan tersebut berukuran 6m x 4m ditetapkan berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Jenis penggunaan lahan sebagai perlakuan, disimbol: T1 (kebun campuran), T2 (semak-belukar/ilalang), T3 (pertanian lahan kering/tegalan), T4 (pemukiman) dan T5 (hutan) sebagai kontrol. Pengaturan plot pengamatan di lapangan disesuaikan dengan jenis penggunaan lahan yang ada di DAS Wanggu yang terdiri dari: kebun campuran sebagai perlakuan T1, semak belukar/ilalang perlakuan T2, pertanian lahan kering/tegalan perlakuan T3, pemukiman perlakuan T4, dan hutan sebagai perlakuan T5. Dari masing-masing perlakuan tersebut ditetapkan tiga kelas kemiringan lereng sebagai kelompok yaitu 8% (K1), 15% (K2) dan 25% (K3) sehingga diperoleh 15 kombinasi perlakuan. Untuk mengetahui adanya pengaruh jenis penggunaan lahan digunakan uji F $\alpha 0,05/0,01$ dan jika F hit > F tabel $\alpha 0,05/0,01$ dilanjutkan uji antar perlakuan menggunakan uji BNT $\alpha 0,05/0,01$.

Petak pengamatan erosi dan *run off* tersebut terbuat dari seng plastik. Pada bagian bawah lereng pada setiap petak dipasang bak penampung yang berfungsi menampung tanah tererosi dan *run off*. Pengukuran tanah yang

tererosi dan *run off* dilakukan setiap pagi hari. Tanah tererosi yang tertampung di bak diambil sampelnya sebanyak 1 liter setelah dihomogenkan untuk kebutuhan analisis di laboratorium dan menggunakan metode gravimetri. Volume *run off* dihitung dengan menakar air yang tertampung di dalam bak penampungan.

Pengumpulan Data

Untuk mengkaji dan mengevaluasi kondisi lahan akibat dampak dinamika penggunaan lahan di DAS Wanggu terhadap degradasi lahan dan kondisi hidrologi DAS Wanggu DS digunakan data perubahan penggunaan lahan tahun 1992, 1995, 2000, 2005, 2010 dan 2012) meliputi perubahan luas hutan, semak belukar ilalang, kebun campuran, tagalan dan pemukiman (data sekunder). Degradasi lahan dikaji dengan membandingkan nilai prediksi erosi (1992-2012), erosi aktual (2013) dengan erosi yang ditoleransikan (ETol) (erosi > ETol). Kondisi hidrologi yang dianalisis meliputi: infiltrasi, limpasan permukaan, koefisien limpasan, Q_{max} , Q_{min} dan Q_{max}/Q_{min} (KRS). Pendapatan petani di hulu DAS Wanggu dinilai berdasarkan (Pendapatan = total penerimaan – total biaya pengeluaran) dari seluruh usahatani.

Data yang telah dikumpulkan terdiri dari: (1) data karakteristik tanah Ultisol: tekstur, struktur, porositas tanah, bahan organik tanah, berat isi, berat spesifik tanah, (2) data hidrologis: permeabilitas dan infiltrasi tanah, evapotranspirasi, kelembaban tanah awal, kapasitas lapang, debit, Q_{max}/Q_{min} , dan curah hujan selama 6 bulan (Juli

2013 – Desember 2013, data primer), (3) biofisik lahan: topografi (bentuk dan kemiringan lereng), jenis tanah umumnya Ultisol, iklim dan penggunaan lahan 20 tahun terakhir, dan data debit aliran sungai Wanggu.

Alternatif model perubahan penggunaan lahan di DAS Wanggu DS disusun berdasarkan skenario sebagai berikut: Skenario-1 kondisi DAS Wanggu sekarang (*existing*), Skenario-2: S-1 + merubah 100% semak belukar-ilalang (SB-I) menjadi hutan 39,9% (luas hutan minimum 30% luas DAS, (UU No 26/2007 tentang Penataan Ruang, pasal 17, ayat 5), Skenario-3: S-1+merubah 50% SB-I mejadi tegalan 18,7% dan 50% SB-I menjadi pemukiman 22,8%, Skenario-4: Skenario-3+pola tanaman pada tegalan, dan Skenario-5: Skenario-4 + *Agrosilvopastoral prennual crops with pasture pad* kebun campuran (Tabel 1).

Pada masing-masing alternatif pengembangan model (skenario) akan diduga besarnya erosi dengan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) ($A=RKLSCP$) dan besarnya volume aliran permukaan setiap kejadian curah hujan (7,6 mm/hh) yang menyebabkan terjadinya *run off* untuk selama 1 tahun. Metode yang digunakan adalah metode SCS (*Soil Conservation Service*) (Arsyad, 2006). Untuk menentukan skenario terbaik dengan menggunakan kriteria erosi <ETol dan fluktuasi debit aliran (Q_{max}/Q_{min}) <30. Selanjutnya dari ke 5 (lima) skenario akan dilakukan perhitungan besarnya pendapatan petani sampai mencapai kebutuhan fisik minimum (Sajogyo, 1977) dan kebutuhan hidup layak (KHL).

Tabel 1. Model skenario penggunaan lahan di DAS Wanggu tahun 2013

PL	S1	S2	S3	S4	S5
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
KC (T1)	16.557,2	16.557,2	16.557,2	16.557,2	16.557,2+Ag
SB/I (T2)	8.125,6	0	0	0	0
Tegalan (T3)	4.386,0	4.386,0	8.448,8	8.448,8+Pt	8.448,8+Pt
Pemukiman (T4)	6.318,9	6.318,9	10.381,7	6.318,9	6.318,9
Hutan (T5)	9.989,6	18.115,2	9.989,6	14.052,4	14.052,4
	Σ	45.377,3	45.377,3	45.377,3	45.377,3

Keterangan: KC = kebun campuran, SB/I = semak belukar/Ilalang, Pt = pola tanam (Jg+Kd+Cb), Ag = *Agrosilvopastoral-prennual crops with pasture*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Penggunaan Lahan di DAS Wanggu

Perubahan penggunaan lahan merupakan salah satu faktor penting dari suatu DAS dalam merespon masukan air hujan ke dalam DAS. Faktor penting lainnya adalah kondisi tanah (jenis tanah, sifat-sifat fisik, topografi, dan sifat-sifat tanah lainnya), agroteknologi dan pengelolaan lahan. Perubahan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuannya akan berpengaruh terhadap kondisi hidrologis DAS, menurunnya

terjadi peningkatan luas kebun campuran, tegalan/sawah dan pemukiman masing-masing berturut-turut: 22,5% (10.199,7 ha), 8,4% (3.817,0 ha), dan 8,2% (3.718,7 ha). Besarnya rata-rata perubahan per tahun tiap jenis penggunaan lahan adalah sebagai berikut: kebun campuran bertambah 1,1% (510 ha), semak belukar/ilalang berkurang -0,9% (408,5 ha), tegalan/sawah bertambah 0,4% (190,9 ha), pemukiman bertambah 0,4% (185,9 ha) dan hutan berkurang 1,1% (478,2 ha). Hal ini disebabkan oleh terjadinya peningkatan kebutuhan pangan, pemukiman dan kebutuhan infrastruktur perkotaan/pedesaan di wilayah DAS Wanggu.

Tabel 2. Perubahan penggunaan lahan di DAS Wanggu Ds periode 1992-2013

Periode	T1		T2		T3		T4		T5Δ	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1992	6.357,5	14,0	16.296,4	35,9	569,0	1,3	2.600,2	5,7	19.554,2	43,2
1995	10.366,6	22,8	11.489,8	25,3	1.210,2	2,7	3.681,8	8,1	18.628,8	41,1
2000	11.908,4	26,2	6.518,0	14,4	4.308,4	9,5	5.364,3	11,8	17.278,2	38,1
2005	14.832,8	32,7	4.415,4	9,7	5.774,1	12,7	5.761,2	12,7	14.593,8	32,2
2010	15.585,8	34,3	9.342,0	20,6	4.022,4	8,9	5.959,3	13,1	10.467,8	23,1
2013	16.557,2	36,5	8.122,5	17,9	4.386,0	9,7	6.318,9	13,9	9.989,6	22,0
Σ Δ	10.199,7	22,5	-8.170,8	-18,0	3.817,0	8,4	3.718,7	8,2	-9.564,6	-21,2
R Δ	510,0	1,1	-408,5	-0,9	190,9	0,4	185,9	0,4	-478,2	1,1

Keterangan: Σ = jumlah, Δ = perubahan penggunaan lahan, R = rata-rata perubahan penggunaan lahan, T1 = kebun campuran, T2 = semak belukar/ilalang, T3 = tegalan/sawah, T4 = pemukiman, T5 = hutan

kesuburan tanah dan menyebabkan degradasi lahan. Sinukaban (2008), serta Marwah dan Alwi (2014) menyatakan bahwa degradasi lahan dan rusaknya fungsi hidrologi DAS disebabkan banyak faktor antara lain: (1) penggunaan dan peruntukan lahan yang menyimpang dari rencana tata ruang wilayah/daerah, (2) penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuannya menyebabkan degradasi lahan, (3) tidak diterapkan teknik konservasi tanah dan air pada lahan budidaya berlereng curam, (4) belum adanya regulasi yang mengatur secara tegas, dan (5) belum adanya komitmen pemerintah dalam penataan penggunaan lahan.

Perubahan penggunaan lahan di DAS Wanggu periode 1992-2013 (Tabel 2 dan Lampiran 1-3) memperlihatkan bahwa terjadi penurunan luas hutan 21,2% (-9.564,6 ha) dan semak belukar 18,0% (-8.170,8 ha), sebaliknya

DAS Wanggu merupakan DAS prioritas di Provinsi Sulawesi Tenggara karena letaknya yang strategis yakni, (1) bagian hulu terdapat areal hutan, ex transmigrasi Jawa, Jawa Barat dan Bali serta transmigrasi spontan (transmigrasi yang dilakukan sendiri oleh masyarakat) asal Bugis Makassar mengusahakan kebun campuran, tegalan, sawah irigasi, (2) bagian tengah terdapat lapangan terbang Wolter Monginsidi, persawahan, tegalan, kebun campuran dan pemukiman, dan (3) bagian hilir terdapat kota Kendari yang 10 tahun terakhir mengalami peningkatan pembangunan infrastruktur yang signifikan seperti pelebaran jalan negara, provinsi dan kabupaten/kota, pembangunan jalan baru, perluasan lapangan terbang, pemukiman, pertokoan, kawasan pendidikan, kawasan industri, dll.

Karakteristik Lahan dan Indikator Hidrologi

Karakteristik lahan

Hasil uji BNT $\alpha_{0,01}$ karakteristik lahan pada berbagai penggunaan lahan di DAS Wanggu tahun 2013 menunjukkan perbedaan sangat signifikan terhadap parameter berat isi (Bv), porositas (Pr), bahan organik tanah (BO), penutupan lahan (PER), potensial intersepsi (PIT), dan kekasaran permukaan (RC). Tabel 3 menunjukkan bahwa penggunaan lahan hutan (T5) memberikan Bv lebih rendah dan berbeda nyata dengan penggunaan lahan lainnya kecuali T2. Selanjutnya T5 menghasilkan Pr, BO, PER dan RC lebih tinggi dan berbeda nyata dengan penggunaan lahan lainnya, kebun campuran (T1) tidak berbeda nyata dengan semak-belukar (T2) dan tegalan/sawah (T3), tetapi berbeda nyata dengan pemukiman (T4). Hal ini menunjukkan bahwa lahan hutan sangat besar pengaruhnya terhadap berbagai parameter karakteristik fisik lahan dan karakteristik lahan sangat berpengaruh terhadap karakteristik hidrologi seperti menurunkan besarnya aliran permukaan (RO), koefisien aliran permukaan (CRO) dan Q_{max}/Q_{min} dari suatu DAS.

Menurut Sinukaban (2007), Asdak (2007), Alwi *et al.* (2011) dan Black (1996) bahwa sifat fisik tanah seperti berat volume, porositas, bahan organik tanah, kedalaman profil tanah, penutupan

lahan, intersepsi potensial, kekasaran permukaan berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi, permeabilitas tanah, koefisien limpasan dan limpasan permukaan (*run off*) serta memperkecil erosi. Selanjutnya Marwah (2008) menyatakan bahwa pada hutan dan *agroforestry* mempunyai bahan organik dan porositas tanah lebih tinggi di banding penggunaan tanah lainnya sehingga menurunkan aliran permukaan dan erosi.

Indikator hidrologi

Hasil uji BNT $\alpha_{0,01}$ terhadap indikator hidrologi pada berbagai penggunaan lahan di DAS Wanggu tahun 2012 menunjukkan perbedaan sangat signifikan terhadap parameter kapasitas lapang, kapasitas infiltrasi, permeabilitas tanah, kadar air tanah awal, aliran permukaan dan koefisien aliran permukaan. Tabel 4 menunjukkan bahwa hutan (T5) memberikan: nilai kapasitas lapang (FP), laju infiltrasi (Inf), permeabilitas (PP) lebih tinggi disusul kebun campuran (T1), tegalan/sawah (T3) berbeda nyata dengan semak belukar (T2), dan pemukiman (T4), tetapi tidak berbeda nyata dengan tegalan (T3), selanjutnya T5 dan T1 menurunkan aliran permukaan (RO), koefisien aliran permukaan (CRO) berbeda nyata dengan semak belukar (T2), tegalan (T3) dan pemukiman (T4).

Tabel 3. Karakteristik lahan jenis Ultisol tahun 2013 pada DAS Wanggu

Penggunaan lahan	BV (g/cm ³)	Pr (%)	BO (%)	PER (%)	PIT (mm/th)	RC
Kebun campuran (T1)	1,42 bc	43,7 b	3,84 b	60,87 b	102,77 b	0,45 b
Semak belukar (T2)	1,50 ab	38,7 ab	3,77 b	59,97 b	106,33 b	0,44 b
Tegalan/sawah (T3)	1,49 ab	42,0 bc	3,66 b	59,53 b	72,07 c	0,44 b
Pemukiman (T4)	1,64 a	34,6 a	1,15 c	37,00 c	22,00 d	0,33 c
Hutan (T5)	1,25 c	49,3 c	4,57 a	84,63 a	244,50 a	0,59 a
BNT $\alpha_{.01}$	0,178	6,122	0,461	6,247	5,785	0,066
KK (%)	3,17	7,10	12,74	7,37	7,15	11,76

Keterangan: BV = berat bolume tanah, BO = bahan organik tanah, PER = penutupan lahan, PIT = potensial intersepsi, Pr = porositas, RC = kekasaran permukaan

Tabel 4. Indikator hidrologi tahun 2013 pada DAS Wanggu

PL.	FP	Inf	PP	RO	CRO
	(% KA)	(cm/jam)	(cm/jam)	(mm/th)	
T1	41,83 b	6,00 b	4,50 b	364,6 d	0,19 ab
T2	46,83 b	3,97 b	3,37 c	432,6 c	0,22 b
T3	53,17 ab	5,37 ab	3,10 cd	617,4 b	0,32 c
T4	35,53 b	4,17 b	2,33 d	814,0 a	0,42 d
T5	73,60 a	6,67 a	5,43 a	267,6 e	0,14 a
BNT _{0,05}			2,53		
BNT _{0,01}	0,40	0,83		46,71	0,072
KK (%)	8,50	13,82	12,37	11,1	10,54

Keterangan: FP = kapasitas lapang, Inf = laju infiltrasi, PP = permeabilitas profil, RO = aliran permukaan, CRO = koefisien aliran permukaan

Tabel 5. Erosi, ETol dan perbandingannya pengukuran Juli 2013 – Desember 2013 pada DAS Wanggu

Jenis Peng. Lahan	Erosi	Etol	Perbandingan	
	(ton/ha/th)	(ton/ha/th)	Erosi	Etol
K..Campuran (T1)	9,9 b	17,1		<
S.B/Ilalang (T2)	14,9 bc	15,6		<
Tegalan/sawah (T3)	37,5 e	16,7	>	
Pemukiman (T4)	19,8 cd	11,6	>	
Hutan (T5)	3,3 a	16,4		<
Koefisien keragaman (%)	14,1			

Keterangan: Angka-angka dalam kolom yang sama dan diikuti huruf sama tidak signifikan pada uji BNT 0,01

Hasil RO terendah 267,6 mm/th dan CRO 0,14 adalah hutan (T5) disusul kebun campuran (T1) dengan RO 364,6 mm/th dan CRO 0,19. Sebaliknya RO dan CRO tertinggi dihasilkan oleh (T4) setinggi 814,0 mm/th dan 0,41 disusul T3 dengan RO setinggi 617,4 mm/th dan CRO 0,13, T2 dengan RO 432,6 mm/th dan CRO sebesar 0,22. Hal ini telah dikemukakan oleh Chang (2002), Asdak (2007) dan Black (1996) bahwa hutan memiliki peranan penting terhadap sifat fisik tanah seperti berat volume, porositas dan bahan organik tanah, kedalaman profil tanah, penutupan lahan, intersepsi potensial, kekasaran permukaan berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi, permeabilitas tanah, aliran permukaan (*run off*) dan koefisien aliran permukaan (*run off coeficient*). Selanjutnya fungsi hutan dan *agroforestry* sangat penting dalam menjaga kestabilan ekosistem DAS (fungsi ekologis), terutama sebagai area resapan (*recharge area*) yang berfungsi menjaga kestabilan

siklus hidrologi, fungsi ekonomi dan sosial pada masyarakat di sekitar hutan dan *agroforestry*.

Tabel 5 menunjukkan bahwa erosi T5 berbeda dengan T1, dan T1 tidak berbeda dengan T2 tetapi berbeda nyata dengan T3 dan T4. Erosi tertinggi dicapai pada T3 di susul T4. Besarnya erosi pada T3 dan T4 di sebabkan oleh besarnya RO sehingga menyebabkan erosi lebih besar dari ETol sedangkan pada T5, T1 dan T3 lebih kecil (erosi <ETol). Erosi <ETol pada T3 dan T4 tersebut akan menyebabkan degradasi lahan di lokasi penelitian khususnya pada penggunaan lahan tegalan (T3) dan di pemukiman (T4). Penggunaan lahan yang tidak menggunakan agroteknologi (konservasi tanah dan air) akan mempercepat terjadinya degradasi lahan dan saling memarjinalkan antara lahan dan petani (Sinukaban, 2007).

Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Kondisi Hidrologi

Perubahan penggunaan lahan berdampak terhadap erosi dan kondisi hidrologi di DAS Wanggu periode 1992-2013 yang meliputi: aliran permukaan, koefisien aliran permukaan, debit maksimum, debit minimum dan Q_{max}/Q_{min} (Tabel 6). Tabel 6 menunjukkan bahwa erosi (A), aliran permukaan (RO), koefisien aliran permukaan (CRO), debit maksimum (Q_{max}), debit minimum (Q_{min}) dan Q_{max}/Q_{min} bersifat simultan meningkat dari waktu ke waktu dengan rata-rata erosi 24,2 t/ha/th, RO (673,4 mm/th), CRO (0,3), Q_{max} (25,4 m³/dt), Q_{min} (0,9 m³/dt) dan Q_{max}/Q_{min} 30,5. Hal ini disebabkan perubahan penggunaan lahan yang tidak proporsional, khususnya penurunan luas lahan hutan 478,2 ha/th (-1,1%) atau 9.564,6 ha (-21,2%), meningkatnya luas pemukiman 190,9 ha/th (0,4%) atau 3.817,0 (8,4%) dan tegalan 185,9 ha/th (0,4%) atau 3.718,7 ha (8,2) luas DAS. Selama kurun waktu 21 tahun telah menyebabkan peningkatan nilai erosi (A) 98,7%, aliran permukaan (RO) 68,3%, koefisien aliran permukaan (CRO) 78,6%, Q_{max} 68,0%, Q_{min} 28,2% dan Q_{max}/Q_{min} 48,3% (Tabel 6, kolom ΔP). Hal ini sesuai hasil penelitian Marwah dan Alwi (2014) memperlihatkan bahwa penurunan luas hutan dari 43,2% (19.554,2 ha) tahun 1992 menjadi 19,1% (8.645,5 ha) tahun 2013 di DAS Wanggu telah menyebabkan peningkatan aliran permukaan (RO) sebesar 499,5 mm/th, koefisien *run off* (CRO) sebesar 25,6% dari total curah hujan, erosi sebesar 23,1 t/ha/th dan meningkatkan ratio Q-max dan Q-min dari 29,1

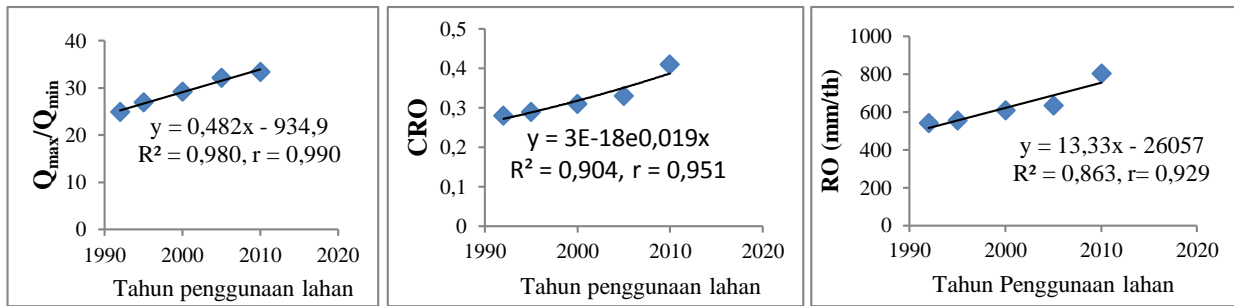
Tahun 1992 menjadi 49,1 tahun 2013 yakni sebesar 68,73% di DAS Wanggu.

Dampak perubahan penggunaan lahan (kebun campuran, semak belukar, tegalan/sawah, pemukiman dan hutan) berkorelasi nyata (*significant*) terhadap peningkatan RO, CRO dan Q_{max}/Q_{min} dari tahun ke tahun. Gambar 2 menunjukkan bahwa dinamika tersebut berkorelasi signifikan meningkatkan RO dengan $r = 0,929$, CRO dengan $r = 0,951$ dan Q_{max}/Q_{min} dengan $r = 0,990$. Hal ini menunjukkan bahwa dinamika penggunaan lahan (kebun campuran, semak belukar, tegalan, pemukiman dan hutan) tidak proporsional terutama luas hutan terhadap luas DAS dan memiliki korelasi signifikan meningkatkan fluktuasi debit yang berpengaruh terhadap kondisi hidrologi DAS di wilayah penelitian. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Asdak (2007), Black (1996) dan Alwi *et al.* (2011) bahwa hutan memiliki peranan penting terhadap kapasitas infiltrasi, permeabilitas tanah, aliran permukaan (*run off*) dan koefisien aliran permukaan (*run off coeficient*) serta berpengaruh terhadap rasio debit maksimum dan minimum aliran. Hasil penelitian Marwah dan Alwi (2014) memperlihatkan bahwa penurunan luas hutan dari 43,2% (19.554,2 ha) tahun 1992 menjadi 19,1% (8.645,5 ha) tahun 2013 di DAS Wanggu telah menyebabkan peningkatan aliran permukaan (RO) sebesar 499,5 mm/th, koefisien *run off* (CRO) sebesar 25,6% dari total curah hujan, erosi 23,1 t/ha/th dan meningkatkan ratio Q-max dan Q-min dari 29,1 Tahun 1992 menjadi 49,1 tahun 2013 di DAS Wanggu.

Tabel 6. Perubahan penggunaan lahan terhadap kondisi hidrologi di DAS Wanggu-DS

Parameter	Perubahan penggunaan lahan periode						Rataan	ΔP (%)
	1992	1995	2000	2005	2010	2013		
A (ton/ha/th)	15,5	20,3	23,5	26,7	28,2	30,8	24,2	98,7
RO (mm/th)	538,6	554,2	607,3	632,9	801,3	906,4	673,4	68,3
CRO	0,28	0,29	0,31	0,33	0,41	0,5	0,3	78,6
Q_{max} (m ³ /dt)	19,34	20,32	24,38	27,36	28,76	32,5	25,4	68,0
Q_{min} (m ³ /dt)	0,78	0,78	0,84	0,86	0,86	1,0	0,9	28,2
Q_{max}/Q_{min}	24,83	26,91	29,02	32,17	33,37	36,8	30,5	48,3

Keterangan: RO = aliran permukaan, CRO = koefisien aliran permukaan, Q_{max}/Q_{min} = rasio debit maksimum & minimum, ΔP = laju perubahan.



Gambar 2. Korelasi waktu perubahan penggunaan lahan dengan RO, CRO dan Q_{\max}/Q_{\min}

Analisis Alternatif Pengembangan Penggunaan Lahan di DAS Wanggu

Analisis kelayakan ekologi

Tiap alternatif pengembangan penggunaan lahan di DAS Wanggu-DS yang diterapkan akan diuji kelayakannya berdasarkan skenario ekologi. Dinamika penggunaan lahan setiap skenario akan dilakukan pendugaan besarnya erosi dan ETol (erosi yang ditoleransikan), debit maksimum (Q_{\max}), debit minimum (Q_{\min}) dan fluktuasi debit aliran (Q_{\max}/Q_{\min}). Dinamika penggunaan lahan setiap skenario disajikan pada Tabel 7. Skenario (S) penggunaan lahan terhadap erosi dan Etol memperlihatkan bahwa erosi <ETol S4 (hutan 14.052,4 ha = T5, kebun campuran 16.557,2 ha = T1, tegalan 8.448,8 ha+pola tanam = T3 dan pemukiman 6.318,9 ha = T4), S5 =S4 + *Agrosilvopastoral preannual crops pasture*. Selanjutnya hasil pendugaan besarnya Q_{\max}/Q_{\min} memperlihatkan bahwa skenario perubahan penggunaan lahan dengan skenario S2, S3, dan penggunaan pola tanam pada tagalan (S4) dan *Agrosilvopastoral* pada kebun campuran (S5) telah mampu menurunkan $Q_{\max}/Q_{\min} < 30$. Hal ini menunjukkan bahwa skenario perubahan penggunaan lahan dari semak belukar menjadi hutan, tegalan dan kebun campuran serta penerapan agroteknologi telah mampu melestarikan sumberdaya lahan lahan dan air. Sebaliknya penebangan hutan secara serampangan di hulu DAS dapat menyebabkan terganggunya distribusi aliran sungai di bagian hilir (Sinukaban,

2007). Selain itu perubahan penggunaan lahan yang tidak sesuai dan/atau penerapan agroteknologi yang tidak cocok dapat menyebabkan erosi dan meningkatkan aliran permukaan sehingga mempercepat terjadinya degradasi lahan di hulu DAS dan sedimentasi di wilayah hilir DAS (Alwi dan Marwah, 2014).

Meskipun skenario S2, S3 dan S4 telah menghasilkan $Q_{\max}/Q_{\min} < 30$, namun skenario tersebut belum aman mempertahankan erosi dan kesuburan tanah karena penggunaan lahan dan agroteknologi pada skenario tersebut belum memberikan penambahan input pupuk kandang sehingga belum dapat menghasilkan pengelolaan lahan berkelanjutan. Skenario S5 (kebun campuran 16.557,2 ha+*Agrosilvopastoral* (kakao, jeruk, pisang, jati, gamal dan rumput ternak+ternak sapi 3 ekor/KK) = T1, tanpa semak belukar =T2, tegalan 8.448,8 ha + Pola tanam (jagung+kedelai+cabe) = T3, pemukiman 6.318,9 = T4 dan hutan 14.052,4 ha = T5) merupakan alternatif pengembangan yang terbaik dengan hasil erosi 9,8 t/ha/th <Etol 12,1 t/ha/th dan $Q_{\max}/Q_{\min} 15,2 < 30$.

Tabel 7. Model sekenario penggunaan lahan (S) di DAS Wanggu tahun 2013

PL	S1		S2		S3		S4		S5	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
T1	16.557,2	36,5	16.557,2	36,5	16.557,2	36,5	16.557,2	36,5	16.557,2	36,5
T2	8.125,6	17,9	0	0	0	0	0	0	0	0
T3	4.386,0	9,7	4.386,0	9,7	8.448,8	18,6	8.448,8	18,6	8.448,8	18,6
T4	6.318,9	13,9	6.318,9	13,9	10.381,7	22,8	6.318,9	13,9	6.318,9	13,9
T5	9.989,6	22,0	18.115,2	39,9	9.989,6	22,0	14.052,4	31,0	14.052,4	31,0
Σ	45.377,3	100,	45.377,3	100,	45.377,3	99,9	45.377,3	100,	45.377,3	100,
Erosi Vs Etol										
Erosi*	16,2	>	13,3	>	15,6	>	10,1	<	9,8	<
Etol*	12,1		12,1		12,2		12,1		12,1	
RO**	499,2		453,2		461,6		410,9		407,1	
CRO	0,26		0,24		0,23		0,21		0,21	
Qmax	32,5		28,5		29,1		27,8		25,9	
Qmin	1,0		1,4		1,2		1,5		1,7	
Qmax :										
Qmin	36,8		20,4		24,2		18,5		15,2	

Keterangan: * = t/ha/th, ** = mm/th, T1=kebun campuran, T2=semak belukar ilalang, T3=Semak belukar/ilalang, T4=Pemukiman, T5= Hutan, P = pola tanam (Jg+Kd+Cb), Ag = *Agrosilvopastural premual crops* (kakao, jeruk, kayu jati, pisang, rumput ternak)

Evaluasi kesesuaian agroteknologi

Hasil evaluasi kesesuaian penerapan agroteknologi petani di wilayah penelitian didasarkan pada kelas kemampuan lahan (KL), penggunaan lahan (PL), erosi dibandingkan dengan Etol dan pendapatan usahatani yang diperoleh petani (Tabel 8) menunjukkan bahwa kebun campuran dengan kelas I, II, dan VI, dan tegalan/sawah dengan kelas III, unit lahan kolom 2 memberikan erosi <ETol (kolom 5) dengan pendapatan (kolom 6) > KHL (Rp22.000.000/ha/KK/th), penggunaan lahan sesuai dan pendapatan layak (kolom 7). Hal ini disebabkan karena penggunaan lahan kebun campuran tersebut didominasi oleh tanaman kakao, disusul tanaman rambutan dan pisang, jagung dan jeruk manis dengan pola tanam yang teratur oleh warga ex transmigrasi dari ladongi asal Jawa dan masyarakat Sulawesi Selatan yang telah berpengalaman mengusahan tanaman kakao. Sedangkan penggunaan lahan kebun campuran pada unit lahan lainnya diusahakan oleh masyarakat lokal dengan pola tanam yang tidak

teratur dan belum menggunakan teknologi pemupukan dan teknologi konservasi tanah dan air. Pada kelas III, kebun campuran, unit lahan kolom 2 memberikan erosi <ETol, tetapi pendapatan < HL (Rp22.000.000/KK/ha/th) kolom 6, penggunaan lahan sesuai tetapi pendapatan tidak layak (kolom 7).

Selanjutnya lahan kebun campuran kelas VI, VIII, unit lahan kolom 2 memberikan erosi < ETol, pendapatan < KHL, penggunaan lahan sesuai tetapi pendapatan tidak layak (kolom 7). Pada kelas VI, VIII, unit lahan (36_{a-d}, 70_a) kolom 2 memberikan erosi >ETol kolom 5 dengan pendapatan > KHL kolom 6, tetapi sebaliknya pada unit lahan 46_{a-b}. Penggunaan lahan tegalan pada kelas III, VI tidak sesuai kelas kemampuan lahan dan agroteknologi dengan erosi >ETol dan pendapatan < KHL (Rp22.000.000 KK/ha/th).

Tabel 8. Evaluasi kemampuan lahan dan kesesuaian agroteknologi tahun 2013 di DAS Wanggu

Kelas KL.	Unit lahan	PL	(t/ha/th)		Erosi vs Etol	Pendapatan Rp (KK/ha/th) x10 ⁶	Kesesuaian dan K. Agroteknologi
			Erosi	Etol			
I, II	56 _a , 76 _{a-c} , 78 _{a-b}	Kc	3,7-7,1	17,1-18,6	<	23,83 – 26,47	Sesuai/ layak
III	12 _{a-e} , 17 _{a-f} , 61 _{a-d} ,	Kc	3,7-5,5	17,6-18,1	<	9,75 – 21,23	Sesuai/tdk layak
	32 _{a-b} , 33 _{a-f}		9,6-14,5	17,7-18,5	<	22,34 – 22,84	Sesuai/layak
VI	19 _{a-c} , 50 _{a-b} , 71 _{a-b}	Kc	7,8-14,5	17,9-20,0	<	13,07 – 21,80	Sesuai/tdk layak
	36 _{a-d} , 70 _a		12,5-28,4	10,6-18,1	>	22,75 – 22,06	Tdk sesuai/layak
VIII	46 _{a-b}	Kc	12,5-29,1	10,6-18,1	>	16,69	Tdk S/tdk layak
	28 _{a-b} , 34 _{a-p} , 47 _{a-b}		9,8-16,4	14,4-18,8	<	8,81 – 9,48	Sesuai/tdk layak
III	26 _{a-d}	T	26,0	196	>	8,90	Tdk S./tdk layak
	58 _{a-b}		7,1	17,3	<	22,02	Sesuai/ layak
III,VI	53 _a , 57 _{a-e}	T	24,3-36,5	18,5-18,8	>	8,74 – 2,25	Tdk S/tdk layak

Keterangan: K = kelayakan, Kc = kebun campuran, KL = kemampuan lahan, PL= penggunaan lahan, S = sesuai, T = tegalan

Tabel 9. Analisis pendapatan hasil skenario 5 penggunaan lahan terpilih di DAS Wanggu

KL.	Unit lahan	PL	(ton/ha/th)		Erosi vs Etol	Pendapatan Rp (KK/ha/th) x10 ⁶	Kesesuaian dan K. Agroteknologi
			Erosi	Etol			
III	12 _{a-e} , 17 _{a-f} , 61 _{a-d}	Kc1	3,5-5,5	17,6-18,1	<	24,15 – 25,31	Sesuai/Layak
VI	19 _{a-e} , 46 _{a-b} , 70 _a	Kc2	7,8-12,2	10,6-17,9	<	24,06 – 25,73	Sesuai/Layak
	36 _{a-d} , 50 _{a-b} , 71 _{a-b}		Kc3	3,7-12,9	18,1-20,0	<	22,75 – 24,29
III	57 _{a-b}	T	14,3	18,5	<	24,76	Sesuai/Layak
VI	53 _a	Kc*	14,5	18,8	<	22,34	Sesuai/Layak

Sumber : Data Primer hasil interpretasi peta citra tahun 2009

Keterangan: Kc = kebun campuran, Kc = kebun campuran 1,2 & 1, KL= kelas kemampuan lahan, PL= penggunaan lahan, Kc* = tegalan diubah menjadi kebun campuran, T = tegalan/sawah

Analisis pendapatan usahatani hasil skenario penggunaan lahan terpilih

Hasil analisis pendapatan skenario 5 penggunaan lahan terpilih pada kebun campuran (Kc1, Kc2, Kc3), tegalan (T) dan perubahan dari tegalan kebun campuran (Kc*) menunjukkan bahwa erosi <ETol dengan pendapatan >KHL sebesar Rp22.000.000 KK/ha/th (Tabel 9). Perubahan penggunaan lahan terpilih dengan penerapan agroteknologi berupa perbaikan pola tanam dan Agrosivopastoral telah mengindikasikan penggunaan lahan sesuai kemampuannya dan layak agroteknologi dengan erosi <ETol dan pendapatan >KHL. Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Sinukaban (2007), Marwah (2009), dan Mayrowani dan Ashari (2011) bahwa penggunaan lahan yang sesuai kemampuan lahan, agrotekonologi dan sosial ekonomi masyarakat petani dapat memberikan dampak positif melalui peningkatan produktivitas lahan pertanian,

pendapatan dan kelestarian sumberdaya lahan akibatnya tercipta pertanian berkelanjutan melalui perbaikan varietas, agronomi, pakan dan ternak sapi.

KESIMPULAN

Penurunan luas hutan 21,2% dan semak belukar 18,0%, peningkatan luas kebun campuran 22,5%, tegalan/sawah 8,4% dan pemukiman 8,2% dari luas DAS telah memberikan dampak berupa degradasi lahan dengan indikator hidrologi: peningkatan erosi 0,8 t/ha/th (5,2%), aliran permukaan (RO) 18,4 mm/th (3,4%), koefisien aliran permukaan (CRO) 0,02 mm/th (7,1%) dan Q_{max}/Q_{min} 0,6/th (2,5%).

Perubahan penggunaan hutan ke non hutan (kebun campuran, tegalan, semak belukar dan pemukiman) telah menyebabkan degradasi lahan

secara signifikan dengan indikator: peningkatan berat volume tanah 0,29 g/cm³(BV), penurunan porositas 9,6% (Pr), bahan organik 1,5% (BO), penutupan lahan 30,3% (PER), potensial intersepsi 168,7 mm/th (PIT) dan penurunan kekasaran permukaan 0,2 (RC) serta peningkatan erosi 17,2 t/ha/th.

Hasil kajian model penggunaan lahan di DAS Wanggu periode 1992-2013 yang diterapkan petani umumnya belum sesuai kemampuan lahan dan agroteknologi, akibatnya berdampak pada degradasi lahan berupa penurunan kualitas lahan dan hidrologi DAS Wanggu sehingga menyebabkan pendapatan petani rendah (belum mencukupi kebutuhan hidup layak) sebesar Rp22.000.000/th/KK, kecuali unit lahan 32a, 33a-b, 56a, 58a-b, 76a-c dan 78a-b.

Hasil perumusan model perencanaan penggunaan lahan dan agroteknologi di DAS Wanggu adalah model skenario 5 (31% hutan, 13,9% pemukiman, 36,5% kebun campuran + *Agrosivopastoral-prenual crops* (kakao, jeruk, kayu jati, pisang, rumput+3 ekor ternak) dan 18,6% tegalan/sawah + pola tanam jagung + Kedelai + Cabai) paling tepat dalam pengelolaan DAS berkelanjutan dan menghasilkan aliran permukaan, koefisien aliran, koefisien regim sungai (Q_{max}/Q_{min} 36,8 menjadi $15,2 < 30$) dan erosi $< ETol$ ($3,5 - 14,5$ t/ha/th $< 10,6 - 20,0$ t/ha/th), serta meningkatkan pendapatan petani mencapai kebutuhan hidup layak, yaitu Rp22.340.000 – Rp25.730.000/th/KK, sehingga perlu diimplementasikan pada semua unit lahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Sebagai wujud penghargaan kami kepada pihak-pihak yang telah terlibat baik langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan penelitian ini, kami khaturkan terima kasih kepada: 1) Dekan Fakultas Pertanian, Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Universitas Halu Oleo, 2) Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo, 3) Kepala Laboratorium

Tanah Faperta Universitas Halu Oleo, 4) Saudara Anwar, SP, M.Si yang telah membantu analisis tanah dan hidrologi di Laboratorium Tanah Agroteknologi. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada: Ir Sulistyarningsih Amperiani (Direktur PT. Memberamo Algae Indonesia) dan Ny. Iis, SE yang telah membantu dalam pembiayaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, L., N. Sinukaban, S. Solahuddin, dan H. Pawitan. 2011. Kajian dampak perubahan penggunaan lahan terhadap degradasi lahan dan kondisi hidrologi DAS Wanggu. *Majalah Ilmiah, Agriplus* Vol. 21(3): 214 – 223.
- Alwi, L., N. Sinukaban, S. Solahuddin, dan H. Pawitan. 2011. Kajian dampak dinamika penggunaan lahan terhadap erosi dan kondisi hidrologi DAS Wanggu. *Jurnal Hidrolitan*. Vol. 2(2).
- Alwi, L. dan S. Marwah, 2014. Dampak penggunaan lahan terhadap sumber daya air. *Jurnal Agroteknos*, Vol. 4(2).
- Anas, I., Gulton T and Migge S. 2005. Soil microbial population and activity at different land use type. In: Sticentrot D, W. Lorenz, S.D. Tarigan, A. Malik (eds). *Proceedings International Symposium "The Stability of Tropical Rainforest Margins: Linking Ecological, Economic and Social Constrain of Land Use and Conservation"* 19-23 September 2005. Geor-August-University of Goettingen, Germany: Universitatsverlag Goettingen: 162.
- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*, Fakultas Pertanian IPB. IPB Press, Cetakan ke Tiga. Gedung Lembaga Sumberdaya Informasi Lt. 1 Kampus Darmaga, Bogor.

- Asdak, C. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gadjah Mada University Press.
- Black, P.E. 1996. Watershed Hydrology. State University of New York. College of Environmental Science and Forestry Syracuse, New York.
- [BPDAS] Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Sampara. 2008. Pola Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah DAS Sampara, Kendari.
- Chang, M. 2002. Forest Hydrology, An Introduction to Water and Forest. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.
- Iswandi, M.R. 2003. Analisis dampak pendangkalan Teluk Kendari terhadap aktivitas masyarakat dan strategi penanggulangannya. Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Lihawa, F. 2009. The effect of watershed environmental conditions and land use on sediment yield in Alo-Pohu watershed. Indonesian Journal of Geography. Published by the Faculty of Geography, Gadjah Mada University Yogyakarta Indonesia & the Indonesian Geographers Association. Indo J.Geog, Vol 41(2): 103–203.
- La Baco, 2012. Analisis alternatif penggunaan lahan untuk menjamin ketersediaan sumberdaya air di DAS Konawehea Provinsi Sulawesi Tenggara. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Marwah, S. 2000. Perencanaan sistem usahatani lahan kering dalam rangka mewujudkan pertanian berkelanjutan di DAS Wanggu Kendari, Sulawesi Tenggara. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Marwah, S. 2008. Optimalisasi pengelolaan sistem agroforestry untuk pembangunan pertanian berkelanjutan di DAS Konawehea Sulawesi Tenggara, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Marwah, S. 2009. Analisis ekonomi usahatani sistem agroforestry untuk kebutuhan hidup layak petani di DAS Konawehea Sulawesi Tenggara. Jurnal Ilmiah Pertanian, Gakuryoku, Vol. 15(1): 14-19.
- Marwah, S and L. Alwi. 2014. Analysis of the impact of land use change on tidal Flood in Kendari City. International Journal of Applied Science and Technology. Center for Promoting Ideas, USA December 2014 Vol. 4 (7): 103–114.
- Marwah, S. 2012. Physical feasibility study of agroforestry farm system to support sustainable agriculture in Konawehea Sub Watershed of Southeast Sulawesi. Journal of Tropical Soil, Vol. 17(3): 275–282.
- Mayrowani, H., dan Ashari. 2011. Pengembangan agroforestry untuk mendukung ketahanan pangan dan pemberdayaan petani sekitar hutan. Forum Penelitian Agro Ekonomi, FAE, Vol. 29(2): 83-98.
- Sajogyo. 1977. Garis Miskin dan Kebutuhan Minimum Pangan. Lembaga Penelitian Sosiologi Pedesaan (LPSP). IPB, Bogor.
- Sinukaban, N., 2007. Peranan Konservasi Tanah dan Air dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Dalam: Bunga Rampai Konservasi Tanah dan Air. F. Agus, N. Sinukaban, A. Ngaloken Gintings, H. Santoso, dan Sutadi (ed). 2007. Pengurus Pusat Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia. Jakarta, hal: 35-44.
- Sinukaban, N., 2008. Peranan konservasi tanah dan air dalam mitigasi banjir. Prosiding Seminar Konservasi Tanah dan Air. Forum DAS Provinsi Lampung. Bandar Lampung, Indonesia.
- Undang-Undang No 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, Himpunan Peraturan Perundang-Undangan, Penerbit FM Fokusmedia, Bandung.

