

PERHITUNGAN LAJU EROSI METODE USLE UNTUK PENGUKURAN NILAI EKONOMI EKOLOGI DI SUB DAS LANGGE, GORONTALO

Rahmat Hanif Anasiru

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Gorontalo
Jl. Kopi No 270, Tilongkabila, Bone Bolango, Gorontalo, Indonesia
E-mail: rhanasiru@gmail.com

Diterima: 28 Agustus 2015; Perbaikan: 18 September 2015; Disetujui untuk Publikasi: 5 November 2015

ABSTRACT

Calculation of Erosion Rate using USLE Method to Measure the Economic Value of Ecology in Sub DAS Langge, Gorontalo. Soil erosion provides ecological and economic consequences, such as erosion at the surface that causes topsoil losses, then leads to decreasing land productivity and increased load of sediment. Erosion and sedimentation in the watershed Bolango is a classic problem, and still a serious threat to the preservation of agricultural land. Meanwhile, the study in 2010 showed that approximately 86% of the watershed Bolango (46,420 ha) have a very heavy Erosion Hazard Rate (over 180 t/ha/year). This erosion hazard level is beyond the erosion limit which is 14 t/ha/year. Based on the condition of land resources in the study area, this research was grouped on the shape and slope region, namely: a) a choppy with a slope of 3-8%, its distribution on land units SL-3; b) undulating with a slope of 8-15%, its distribution on land units SL-5; c) a small hilly with a slope of 15-25%, its distribution on land units SL-6; and d) mountainous with a slope of > 40%, its distribution on land units SL-11. The results showed that erosion rate can be classified into three, namely; 1) The danger of soft erosion with an average erosion produced 6.62 t/ha/year occurred in the area of 2,334 ha (SL-1, SL-3, SL-7 and SL-9); 2) The danger of medium erosion with an average erosion rate of 15.56 t/ha/year occurred in the area of 2,521 ha (SL-2, SL-4, SL-5, and SL-12); 3) The danger of very severe erosion with an average erosion rate of 404.40 t/ha/year occurred in the area of 1,467 ha (SL-6, SL-10 and SL-11). The Total Economic Value of Ecology due to lossing of the organic elements (C, N, P and K) which is synchronized with organic fertilizer, Urea, SP-36 and KCl on land units SL-3, SL-5, SL-6 and SL-11 are, respectively, Rp11,841,431/ha/season; Rp901,172/ha/season; Rp211,259/ha/season and Rp1,278,043/ha/season. Total Economic Value of dryland erosion is Rp14,231,904/ha/season.

Keywords: *Erosion, sedimentation, economic ecology.*

ABSTRAK

Erosi lahan mengakibatkan konsekuensi ekologi dan ekonomi yang sangat penting, seperti erosi permukaan (*surface erosion*) menyebabkan menipisnya lapisan *top-soil* yang berdampak pada merosotnya produktivitas lahan dan meningkatnya muatan sedimen (*sediment loads*). Erosi dan sedimentasi yang terjadi di DAS Bolango merupakan masalah klasik, dan hingga saat ini masih menjadi ancaman serius bagi kelestarian lahan pertanian. Hasil kajian pada tahun 2010 menunjukkan bahwa sekitar 86% wilayah DAS Bolango (46.420 ha) memiliki Tingkat Bahaya Erosi (TBE) sangat berat (di atas 180 t/ha/tahun). Tingkat bahaya erosi ini melampaui batas erosi yaitu 14 t/ha/tahun. Berdasarkan kondisi sumberdaya lahan di lokasi penelitian, maka pembahasan laju erosi sedimentasi dan kehilangan unsur hara dikelompokkan pada bentuk wilayah dan lereng yaitu: a) berombak dengan kemiringan 3-8% distribusinya berada pada satuan lahan SL-3; b) bergelombang dengan kemiringan 8-15% distribusinya berada pada satuan lahan SL-5; c) berbukit kecil dengan kemiringan 15-25% distribusinya berada pada satuan lahan SL-6; dan d) bergunung dengan kemiringan > 40% berada pada satuan lahan SL-11. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat bahaya erosi

pada lokasi penelitian dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu; 1) Bahaya erosi ringan dengan rata-rata erosi yang dihasilkan 6,62 t/ha/tahun pada luasan 2.334 ha tersebar pada lahan SL-1,SL-3, SL-7, dan SL-9; 2) Bahaya erosi sedang dengan rata-rata erosi 15,56 t/ha/tahun pada luasan 2.521 ha (SL-2, SL-4, SL-5, dan SL-12); 3) Bahaya erosi sangat berat dengan rata-rata erosi 404,40 t/ha/tahun pada luasan 1,467 ha (SL-6, SL-10 dan SL-11). Adapun Nilai Ekonomi Ekologi Total erosi akibat kehilangan unsur C organik, N, P dan K yang disetarakan dengan pupuk organik, Urea, SP-36 dan KCl pada satuan lahan perwakilan SL-3, SL-5, SL-6 dan SL-11 berturut-turut adalah Rp11.841.431/ha/musim; Rp901.172/ha/musim; Rp211.259/ha/musim dan Rp1.278.043/ha/musim. Nilai Ekonomi Total erosi lahan kering adalah Rp14.231.904/ ha/musim.

Kata kunci: *Erosi, tanah dan nutrisi tanah, ekonomi ekologi*

PENDAHULUAN

Kebutuhan lahan terus meningkat sejalan dengan waku, terkait dengan pertumbuhan penduduk. Tekanan kebutuhan penduduk terhadap lahan menyebabkan pemanfaatan lahan melampaui daya dukung dan kemampuannya sehingga terjadi kelelahan tanah (*soil fatigue*) dan kerusakan lahan (Husain *et al.*, 2006). Hal ini menjadi salah satu sebab terjadinya perubahan hutan menjadi areal pertanian. Aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya terutama pangan, dapat mencirikan pola dan corak penggunaan lahan pada suatu wilayah. Menurut Idjuddin dan Marwanto (2008) salah satu penyebab ketimpangan pengelolaan lahan kering adalah pertumbuhan jumlah penduduk sehingga mendorong petani untuk mengusahakan lahan kering berlereng di DAS yang rentan erosi. Ibrahim (2008) setelah melakukan penelitian di DAS Bolango, Gorontalo, menyatakan bahwa berdasarkan perhitungan prediksi laju erosi pada kondisi eksisting dengan menggunakan input curah hujan maksimum harian selama lima tahun, diperoleh erosi tanah sebesar 4.636.448 t/tahun pada luasan 39.783 ha, sehingga rata-rata erosi tanah adalah 116,54 t/ha/tahun.

Perubahan tutupan lahan akan mempengaruhi pola tatanan spasial ekologi yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya evolusi dalam fungsi ekosistem (Wang *et al.*, 2006). Beberapa variabel karakteristik ekologi diantaranya produktivitas biologi (tanaman biomassa), unsur hara (bahan organik tanah dan kandungan nitrogen), dan kapasitas konservasi air (Turner *et al.*, 2003; Hietel *et al.*, 2004). Dampak

dari penggunaan lahan dan perubahan tutupan lahan pada sumberdaya lingkungan DAS ditandai dengan adanya sedimentasi yang diakibatkan oleh erosi tanah (Potter 1991; Vörösmarty *et al.*, 2000).

Erosi tanah memberikan konsekuensi ekologi dan ekonomi yang sangat penting, diantaranya erosi permukaan (*surface erosion*) menyebabkan menipisnya lapisan *top-soil* yang berdampak pada merosotnya produktivitas lahan dan meningkatnya muatan sedimen (*sediment loads*). Dalam kondisi alami, laju erosi tanah adalah sebanding dengan laju pelapukan dan pembentukan tanah. Namun jika kondisi lingkungan terganggu maka terjadi percepatan erosi (*accelerated erosion*) yang sangat merusak dan memerlukan usaha dan biaya yang besar untuk mengendalikannya.

Erosi dan sedimentasi yang terjadi di DAS Bolango merupakan masalah klasik, dan hingga saat ini masih menjadi ancaman serius bagi kelestarian lahan pertanian. Hasil kajian pada tahun 2010 menunjukkan bahwa sekitar 86% wilayah DAS Bolango (46.420 ha) memiliki Tingkat Bahaya Erosi (TBE) sangat berat (di atas 180 t/ha/tahun). Tingkat bahaya erosi ini melampaui batas erosi yaitu, 14 t/ha/tahun (BP DAS Bone Bolango, 2010). Hal ini sejalan dengan pendapat Liu *et al.* (2000) bahwa sebagian besar erosi berasal dari lahan pertanian bagian tengah dan hulu DAS yang kemiringan lahannya lebih dari 25%. Jenis erosi yang terjadi pada umumnya erosi permukaan yang merata, namun di beberapa lokasi yang curam terdapat erosi parit dan erosi jurang (Suripin, 2004).

Pengembangan pertanian di lahan kering DAS Bolango diharapkan memberi kontribusi nyata dalam mewujudkan pertanian tangguh mengingat potensinya luas yakni sekitar 10.080 ha atau 18,86% dari total luas DAS Bolango. Penggunaan lahan kering kawasan hulu sub DAS Langge saat ini belum memenuhi kaidah konservasi dan memperhatikan hubungan timbal balik antar sumberdaya alam terutama vegetasi, tanah dan air dengan sumberdaya manusia di DAS yang beraktivitas untuk mendapatkan manfaat ekonomi dan jasa lingkungan bagi kepentingan pembangunan dan kelestarian ekosistem DAS. Tingkat pengoptimalan penggunaan lahan untuk berbagai kepentingan secara rasional serta praktek lainnya yang ramah lingkungan dapat dinilai dengan indikator kunci (*ultimate indicator*) kuantitas, kualitas dan kontinuitas aliran sungai pada titik pengeluaran (*outlet*) DAS.

Berdasarkan uraian identifikasi masalah di atas, maka terdapat beberapa hal yang harus ditentukan atau ditetapkan yakni bagaimana menetapkan nilai ekonomi lahan kering melalui teknik penilaian berdasarkan jasa lingkungan berupa nilai guna langsung dan tidak langsung lahan kering di Sub DAS Langge. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan penilaian ekonomi ekologi terhadap erosi yang terjadi pada lahan kering di sub DAS Langge.

METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Langge yang memiliki luas 6.451 ha dan merupakan bagian kawasan DAS Bolango, yang secara administratif berada di Kecamatan Tapa, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. Secara geografis Sub Das Langge terletak di antara garis lintang 0°34'40"-0°39'05" Lintang Utara dan garis bujur 123°03'59"-123°13'16" Bujur Timur.

Pemilihan lokasi dilakukan secara *purposive* dengan pertimbangan :

1. Lokasi penelitian mempunyai fungsi penting selain sebagai kawasan budidaya juga sebagai penyangga dan resapan air agar tidak terjadi banjir, erosi dan longsor di musim hujan.
2. Kondisi ekologis di lokasi penelitian telah mengalami degradasi bahkan sudah mencapai titik kritis dan telah mengalami degradasi akibat kesalahan penggunaan lahan yang berlebihan (Ibrahim,2008)
3. Arealnya yang cukup luas sekitar 6.451 ha, karakteristik dan penggunaan lahannya beragam.
4. Merupakan representatif dari lahan kering di DAS Bolango yang umumnya digunakan sebagai lahan usahatani oleh masyarakat setempat.

Prediksi Laju Erosi

Perkiraan jumlah tanah hilang maksimum (erosi) ditentukan menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Smith dan Wischmeier (1978) yang dikenal dengan *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Rumus USLE tersebut adalah:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Keterangan:

- A = Jumlah tanah hilang maksimum (t/ha/tahun)
 R = Faktor erosivitas hujan
 K = Faktor erodibilitas tanah
 LS= Faktor indeks panjang dan kemiringan lereng
 C = Faktor indeks pengelolaan tanaman
 P = Faktor indeks konservasi tanah

Faktor Erosivitas Hujan (R)

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian meliputi rata-rata tahunan periode tahun 2001 sampai tahun 2011. Untuk menguji konsistensi pola curah hujan dalam periode 10 tahun digunakan metode garis isohyets. Metode ini didahului dengan gambaran kontur yang mempunyai curah hujan yang sama (*isohyet*) (Soemarto, 1999). Kemudian dilanjutkan dengan mengukur luas bagian di antara *isohyet-isohyet*

yang berdekatan, dan nilai rata-ratanya dihitung sebagai nilai tertimbang kontur, sebagai berikut :

$$d = \frac{\frac{d_0 + d_1}{2} A_1 + \frac{d_1 + d_2}{2} A_2 + \dots + \frac{d_{n-1} + d_n}{2} A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Keterangan:

- A = luas areal total
d = tinggi hujan rata-rata areal
d₀,...d_n = curah hujan pada *isohyet* 0,1,2, ...,n
A₁,...A_n=luas bagian areal yang dibatasi oleh isohyet-isohyet yang bersangkutan

Selanjutnya data ini digunakan dalam perhitungan Faktor erosivitas hujan. Pada penelitian ini sesuai dengan data yang tersedia, maka perhitungan faktor erosivitas hujan ditentukan dengan menggunakan formula yang dikemukakan oleh Levain (1975), diacu dalam Bols (1978) yaitu:

$$EI_{30} = 2,21 R^{1,36}$$

Keterangan:

- EI_{30} = indeks erosivitas hujan bulanan
R = curah hujan bulanan (cm).
Data curah hujan bulanan diambil dari beberapa stasiun terdekat dengan lokasi penelitian yaitu Stasiun Dulamayo, Stasiun Boidu dan Stasiun Longalo.

Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Faktor erodibilitas tanah ditetapkan pada setiap satuan lahan homogen yang memuat hasil analisis data fisik dan kimia tanah, yaitu permeabilitas, struktur, tekstur, dan kandungan bahan organik. Nilai faktor erodibilitas tanah tersebut dapat diperoleh melalui penggunaan nomograf (Wischmeier, 1971) atau melakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Wischmeier dan Smith (1978):

$$K \times 100 = 2,723 M^{1,34} 10^{-4} (12 - a) + 3,25 (b - 2) + 2,5(c - 3)$$

Keterangan:

- K = faktor erodibilitas tanah,

M = [(persentase pasir sangat halus dan debu) x (100-persentase liat)] (Tabel 1)

a = kandungan bahan organik (%C x 1,724)

b = harkat struktur tanah (Tabel 2)

c = harkat permeabilitas tanah (Tabel 3).

Tabel 1. Penilaian ukuran butir (M).

Kelas Tekstur (USDA)	Nilai M	Kelas Tekstur (USDA)	Nilai M
Liat Berat	210	Pasir	3.035
Liat Sedang	750	Lempung berpasir	3.245
Liat berpasir	1.213	Lempung liat berdebu	3.770
Liat ringan	1.685	Lempung	4.390
Lempung liat berpasir	2.160	Lempung berdebu	6.330
Liat berdebu	2.830	Debu	8.245
Lempung berliat			

Sumber: Hammer (1979) dalam Hardjowigeno (2010)

Tabel 2. Harkat sturktur tanah

No	Kelas sturktur tanah (ukuran diameter)	Harkat
1.	Granular sangat halus	1
2.	Granular halus	2
3.	Granular sedang sampai kasar	3
4.	Gumpal, lempeng, pejal	4

Sumber: Arsyad, (2010)

Tabel 3. Harkat permeabilitas tanah.

No	Permeabilitas Tanah	Harkat
1.	Sangat lambat (<0,5 cm/ jam)	6
2.	Lambat (0,5-2,0 cm/jam)	5
3.	Lambat sampai sedang (2,0-6,3 cm/jam)	4
4.	Sedang (6,3-12,7 cm/jam)	3
5.	Sedang sampai cepat (12,7-25,4 cm/jam)	2
6.	Cepat (> 25,4 cm/jam)	1

Sumber: Arsyad, (2010)

Faktor Lereng (LS)

Faktor lereng diperoleh dari perkalian faktor panjang lereng dan faktor kemiringan lereng. Faktor panjang lereng diperoleh dengan menggunakan persamaan yang diperkenalkan oleh Eyles (1968) yaitu:

$$L = (Lo/22)^{0.5}$$

Keterangan:

L = faktor panjang lereng

Lo = panjang lereng (m),

Sedangkan untuk menghitung faktor kemiringan lereng digunakan persamaan yang dikemukakan oleh Eppink (1979) yaitu:

$$S = (s/9)^{1.4}$$

Keterangan:

S = faktor kemiringan lereng

s = adalah kemiringan lereng dalam persen.

Faktor Pengelolaan Tanaman (C), Faktor Tindakan Konservasi Tanah (P)

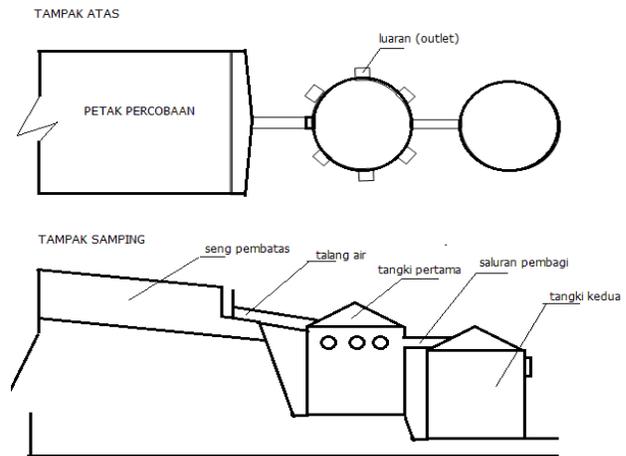
Faktor koefisien vegetasi/tanaman (C) dan pengelolaan lahan (P) mengacu pada hasil karakterisasi satuan lahan dikawasan sub DAS Langge. Gorontalo.

Pengukuran Erosi Aktual

Pengukuran laju erosi dilakukan dengan menggunakan plot erosi yang dipasang pada satuan lahan perwakilan yakni sebanyak empat plot. Ukuran petak mempunyai panjang 22 m (memanjang kearah kemiringan lahan) dan lebar 2 m. Pembatas petak digunakan seng plat yang mempunyai ketinggian 15 cm di atas permukaan tanah, dan bagian bawah pembatas ditanam ke dalam tanah sehingga stabil dan kemungkinan adanya rembesan dari luar petak dapat diminimalkan. Untuk pengukuran erosi pada lahan yang berteras dilakukan pada salah satu petak terpilih yang aliran drainasenya berada pada satu tempat di bagian *outlet*. Di ujung bawah petak dipasang talang untuk mengalirkan air dari petak ke tangki penampung. Untuk mengantisipasi adanya debit aliran permukaan yang cukup besar, pemasangan tangki penampung lebih dari satu. Pada tangki pertama dibuat beberapa lubang keluaran (*outlet*) dan salah satu lubang pengeluaran dihubungkan pada tangki penampungan kedua (Gambar 1). Alat pengukur curah hujan diletakan pada lokasi yang

dapat mencakup keempat lokasi/satuan lahan pengamatan laju erosi yakni di Desa Meranti.

Volume limpasan diukur dengan cara menjumlahkan air yang tertampung pada tangki pertama dan volume air di tangki kedua dikalikan dengan jumlah lubang/luaran yang dibuat pada tangki pertama.



Gambar 1. Sketsa pemasangan plot pengamatan erosi di lapangan

Pengambilan sampel dilakukan setelah kejadian hujan. Tangki penampungan yang berisikan air dan sedimen diaduk kemudian diambil sampel sebanyak 250 ml, kemudian didiamkan selama beberapa lama untuk mendapatkan sedimennya. Sedimen tersebut di analisis sifat fisik berupa berat, teksur; dan sifat kimia yaitu kandungan unsur C, N, P dan K di Laboratorium. Untuk menganalisis pengaruh faktor fisik lahan di antaranya curah hujan, kelerengan pada satuan lahan perwakilan terhadap tingkat erosi digunakan metode analisis statistik. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan gambar.

Pengumpulan data sedimen bertujuan untuk menghitung nilai ekonomi erosi lahan melalui dampak degradasi lahan berupa penurunan kesuburan tanah (Wang *et al.*, 2006) Berat sedimen diukur dari banyaknya sedimen yang mengendap di dasar tangki penampung. Sedimen yang ikut hanyut bersama aliran permukaan merupakan parameter untuk penilaian kehilangan kesuburan tanah (Wolfgramm *et al.*, 2007)

Analisis Data

Kelas Tingkat Bahaya Erosi

Perkiraan erosi tahunan rata-rata dan kedalaman tanah dipertimbangkan untuk menentukan Tingkat Bahaya Erosi untuk setiap 'satuan lahan'. Kelas Tingkat Bahaya Erosi diberikan pada tiap 'satuan lahan' dengan 'matriks'

Nilai ekonomi total dari sumberdaya alam adalah jumlah dari Nilai Guna dan Nilai non-Guna. Nilai guna terdiri atas nilai guna langsung dan nilai guna tidak langsung (Pearce dan Turner, 1990; Pearce dan Moran, 1994; Turner *et al.*, 1994). Dalam penelitian perhitungan penilaian ekonomi dibatasi pada nilai guna tidak langsung (*indirect use*) yang terkait dengan penurunan kesuburan

Tabel 4. Matrik penentuan tingkat bahaya erosi

Kedalaman tanah (cm)	Kelas Bahaya Erosi (t/ha/tahun)				
	I (<15)	II (15-60)	III (60-180)	IV (180-480)	V (>480)
Dalam (>90)	SR	R	S	B	SB
Sedang (60-90)	R	S	B	SB	SB
Dangkal (30-60)	S	B	SB	SB	SB
S. dangkal (<30)	B	SB	SB	SB	SB

Sumber: Keputusan Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan No. 41/Kpts/V/1998

Keterangan:

SR =Sangat Ringan (skor 5), R = Ringan (skor 4), S = Sedang (skor 3), B= Berat (skor 2), SB = Sangat Berat (skor 1)

(Tabel 4) berdasarkan informasi kedalaman tanah dan perkiraan erosi tahunan dari USLE.

Peta tingkat bahaya erosi dibuat berdasarkan TBE tersebut. Teknik pelaksanaan pemetaan TBE dengan cara menumpang tindihkan peta tingkat bahaya erosi (USLE) dan peta kedalaman solum tanah ataupun langsung mencantumkan TBE pada setiap satuan lahan yang TBE-nya telah dievaluasi dengan menggunakan Tabel 4.

Penilaian Ekonomi Ekologi

Pendugaan nilai ekonomi dampak erosi yang terjadi pada lahan dilakukan dengan *cost based method*, yakni melalui kalkulasi biaya pengganti (*replacement cost*). Dalam hal ini dilakukan kalkulasi nilai kerugian yang ditimbulkan oleh erosi dalam hal penurunan tingkat kesuburan tanah yang nilai ekonomi yaitu dikalukasi berdasarkan kesetaraan nilai hara yang hilang akibat erosi dengan pupuk organik, Urea, SP-36 dan KCl.

tanah (Fauzi, 2010).

Nilai Guna tidak langsung pada DAS diindikasikan oleh dampak erosi. Perhitungan nilai ekonomi dampak erosi yang terjadi pada lahan dilakukan dengan *cost based method* (Farber *et al.*, 2002), yakni melalui kalkulasi biaya pengganti (*replacement cost*). Dalam hal ini dilakukan kalkulasi nilai kerugian yang ditimbulkan oleh erosi dalam hal penurunan tingkat kesuburan yang nilai ekonomi yaitu dikalukasi berdasarkan kesetaraan nilai pupuk organik, urea, SP-36 dan KCl yang hilang bersama erosi (Babier, 1995).

$$NEr = \sum NC_i \times HC + NN_i \times HN + NP_i \times HP + NK_i \times PK$$

Keterangan:

NEr = Nilai Erosi, NC = nilai kehilangan unsur C pada kejadian hujan yang ke *i*, PC = harga pupuk organik per kg, NN = nilai kehilangan unsur N pada kejadian hujan ke *i*, PN = harga pupuk Urea per kg, NP = nilai kehilangan unsur P pada kejadian hujan ke *i*. PP = harga pupuk SP- 36 per kg, NK = nilai kehilangan unsur K pada kejadian hujan ke *i*, PK = harga pupuk KCL per kg.

Untuk keperluan penilaian ekonomi kehilangan unsur karena erosi maka rata-rata kehilangan unsur hara (C, N, P, dan K) yang ikut bersama material sedimen dikonversi nilainya kedalam bentuk pupuk Organik, Urea, SP-36 dan KCl. Adapun kesetaraan jumlah unsur yang hilang dengan jumlah pupuk dihitung berdasarkan persentasi kandungan hara pada jenis pupuk. Nilai kandungan unsur hara N, P dan K pada pupuk Urea, TSP dan KCl masing-masing adalah 46,6%; 48% dan 60% (Hardjowigeno, 2010), sedangkan kadar C pada pupuk Petroganik adalah 12,30%. Harga eceran pupuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga pasar yang berlaku di lokasi penelitian, yakni harga pupuk Organik Rp. 550/kg, Urea Rp1.800/kg, SP-36 Rp2.500/kg dan KCl Rp11.000/kg. Sebagai ilustrasi, nilai ekonomi erosi berupa kehilangan unsur N yakni ditentukan berdasarkan hasil analisis kadar N pada sedimen dikalikan dengan kadar unsur N pada pupuk Urea kemudian dikonversi kedalam bentuk moneter mengacu pada harga per kg pupuk untuk mendapatkan nilai rupiahnya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Iklim

Iklim merupakan gambaran rata-rata curah hujan, suhu udara, kelembaban, angin, intensitas

penyinaran dan faktor penentu iklim lainnya (Arsyad, 2010). Karena itu, untuk mendisripsikan kondisi iklim suatu wilayah secara akurat maka idealnya data faktor iklim tersebut seharusnya tersedia secara lengkap (Asdak, 2007). Namun stasiun iklim yang kemampuan menyediakan data secara lengkap masih sangat terbatas sehingga data faktor iklim lainnya seperti suhu udara rata-rata yang diperlukan penentuan kelas kesesuaian lahan diperoleh dari formula yang mempertimbangkan aspek elevasi. Secara umum, setiap kenaikan elevasi 100 m akan menyebabkan penurunan suhu sebesar 0,55°C (Arsyad, 2010).

Pengambilan data curah hujan meliputi stasiun hujan yang berpengaruh terhadap wilayah DAS Bolango, khususnya sub DAS Langge. Data tersebut diambil dari stasiun penakar hujan yaitu Stasiun Boidu yang terletak di Kecamatan Tapa, Kabupaten Bone Bolango. Data hujan yang digunakan dalam analisis tersebut meliputi data curah hujan bulanan dengan periode pengamatan tahun 2001 sampai dengan tahun 2010 pada stasiun Boidu yang representatif mencakup wilayah Sub DAS Langge (Tabel 5).

Bervariasinya jumlah curah hujan rata-rata pada tiap stasiun pengamatan mengindikasikan adanya perbedaan tipe iklim bentukan dari unsur iklim yang diamati dalam penelitian ini yaitu curah hujan wilayah. Hal ini sesuai dengan pendapat Trewartha and Horn (1995) bahwa iklim merupakan komposit keadaan cuaca dari hari ke

Tabel 5. Curah hujan bulanan (mm) periode 2001-2010 di Stasiun Boidu. Kecamatan Tapa, Gorontalo

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jur	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
2001	288	221	48	164	152	191	42	27	121	50	187	91
2002	165	26	197	105	187	121	-	-	3	54	103	86,5
2003	161	99	119	203	157	33	121	49	34	36	216	161
2004	174	109	114	67	141	9	92	-	6	61	128	114
2005	12	138	208	126	97	129	48	22	6	116	102	155
2006	113	143	136	178	140	250	24	-	59	5	145	171
2007	120	176	45	178	78	294	142	112	123	27	157	351
2008	108	97	361	144	48	135	131	102	94,5	323	198,5	116
2009	139,5	64,5	149	246,5	137	33	200	39	3,5	161,6	409,5	196
2010	122,6	45,6	71,6	105	163,6	179	199	173	255	167,6	120	245,3
Total	1.403	1.119	1.448	1.516,	1.301	1.404	998	524	705	1.001	1.766	1.685
Rerata	140,3	111,9	144,8	151,7	130,1	140,4	99,8	52,4	70,5	100,1	176,6	168,5

Sumber: Data Iklim BB DAS Bolango. Gorontalo (2010), diolah 2012.

hari dan elemen-elemen iklim di dalam suatu kawasan tertentu dalam jangka waktu tertentu

Kaitannya dengan distribusi curah hujan tahunan terlihat bahwa dilokasi penelitian memiliki musim kemarau dengan curah hujan bulanan kurang dari 100 mm umumnya terjadi pada bulan Juli, Agustus dan September. Setelah September curah hujan mulai bergerak naik hingga mencapai puncaknya pada bulan November (Tabel 5).

Sesuai dengan klasifikasi iklim Oldeman, nampak bahwa tipe iklim Sub DAS Langge berada pada tipe C2, sedangkan menurut klasifikasi Schmid-Ferguson, tipe iklim berada klafisikasi tipe C. Berdasarkan data curah hujan maka dilokasi penelitian tergolong iklim agak basah yang memiliki peluang masa tanam sembilan bulan. (Schmid-Ferguson, 1951; Oldeman, 1975).

Penggunaan Lahan

Berdasarkan hasil analisis Citra satelit Ikonos *path/row* 112/060, 113/059 dan 113/060 (CIDA, 2010) dan dilengkapi data pengamatan lapangan serta data Peta Rupabumi Indonesia digital skala 1:50.000 lembar 2316-13, penggunaan lahan di daerah penelitian dapat dibedakan menjadi sawah, tegalan, ladang, kebun campuran, belukar, hutan sekunder, perkampungan, dan badan air. Tipe penggunaan lahan selengkapnya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Tutupan lahan sub DAS Langge. DAS Bolango Gorontalo

Simbol	Tutupan lahan	Luas	
		ha	%
Sw	Sawah	7	0,11
Tg/Ld	Tegalan/ ladang	550	8,52
Kc	Kebun campuran	700	10,85
Br	Belukar	921	14,29
Hs	Hutan sekunder	4.144	64,22
X2	Kampung/pemukiman	81	1,26
X3	Badan air	48	0,75
Jumlah		6.451	100,00

Sumber: Survei lapang dan peta AEZ Bone Bolango (Zubair *et al.*, 2006) diolah 2012.

Representasi penggunaan lahan dan perubahan penilania penggunaan diidentifikasi melalui teknologi penginderaan jauh dan sampai saat ini masih tetap menjadi salah satu pilihan utama bagi ilmuwan penginderaan jauh (Martinez dan Molicone, 2012).

Interpretasi penggunaan lahan dimulai dari penilaian tutupan lahan, dalam hal ini penutup fisik diamati langsung di lapangan (Eurostat, 2001). Selama beberapa dekade terakhir konsep penggunaan lahan telah didefinisikan dalam dua cara yang berbeda: (1) *aktivitas* yang dilakukan pada permukaan tanah yang menginduksi transformasi penutup (dimensi manajemen), dan (2) *tujuan* yang mendasari bahwa transformasi tersebut (dimensi fungsional) (Lambin, 2001). Selanjutnya McConnell dan Moran (2001) menyatakan bahwa dinamika penggunaan lahan juga menentukan perubahan tutupan lahan.

Prediksi Tingkat Bahaya Erosi

Erosi merupakan proses pemecahan partikel tanah yang seringkali memberikan dampak dalam skala yang besar. Banyak kasus pengelupasan lapisan permukaan atas tanah (*top soil*) yang disebabkan oleh curah hujan yang intensif yang menghanyutkan lapisan subur tersebut. Kejadian ini menimbulkan konsekuensi yang buruk bagi kepentingan pertanian maupun kehutanan berkaitan dengan lamanya proses pembentukan tanah.

Tingkat bahaya erosi yang ditunjukkan pada Tabel 7 pada lokasi penelitian dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu; 1) kelas ringan dengan rata-rata erosi yang dihasilkan 6,62t/ha/th pada luasan 2.334 ha (SL-1,SL-3, SL-7, dan SL-9); 2) kelas sedang dengan rata-rata erosi 15,56 t/ha/th pada luasan 2.521ha (SL-2, SL-4, SL-5, dan SL-12); 3) kelas sangat berat dengan rata-rata erosi 404,40 t/ha/tahun dengan luasan 1,467 ha (SL-6, SL-10 dan SL-11).

Tabel 7. Prediksi tingkat bahaya erosi di sub DAS Langge, Kabupaten Bone Bolango.

Satuan Lahan	Luas (ha)	Lereng (%)	Nilai Faktor CP	Laju Erosi* (t/ha/thn)	Kedalaman Solum (cm)	Tingkat Bahaya Erosi
SL -1	7	1 – 3	0,01	0,09	46	Ringan
SL -2	109	1 – 3	0,40	12,91	55	Sedang
SL -3	281	3 – 8	0,20	10,25	60	Ringan
SL -4	51	3 – 8	0,20	11,12	35	Sedang
SL -5	100	8 – 15	0,03	22,38	60	Sedang
SL -6	117	15 – 25	0,30	334,09	73	Sangat Berat
SL -7	228	25 – 40	0,005	8,20	68	Ringan
SL -8	1.539	> 40	0,005	19,72	62	Sedang
SL -9	1.818	15 – 25	0,005	7,94	65	Ringan
SL -10	1.241	25 – 40	0,10	340,37	74	Sangat Berat
SL -11	109	> 40	0,10	539,03	80	Sangat Berat
SL -12	722	> 40	0,005	15,89	100	Sedang

Sumber: Survei lapangan, peta AEZ Bone Bolango (Zubair *et al.*, 2006) diolah 2012
 Nilai Faktor CP ditetapkan sesuai vegetasi dan pengelolaan lahan.

*) Prediksi erosi menggunakan pendekatan USLE

Potensi terjadinya limpasan permukaan (*runoff*) dan erosi selain dipengaruhi curah hujan dan kemiringan lahan (*slope*) banyak juga dipengaruhi oleh penggunaan lahan dan aktifitas usahatani (Van Rompaey *et al.*, 2001). Erosi merupakan salah satu dampak yang paling signifikan terhadap degradasi lahan (berupa pengurangan lapisan tanah, menurunnya kesuburan tanah, ketidakstabilan lereng) sangat dipengaruhi oleh penggunaan lahan dan manajemen (Rey, 2003; Bini *et al.*, 2006).

Umumnya erosi tanah sebagian besar terjadi akibat perubahan penggunaan lahan, hal ini merupakan masalah lingkungan yang serius mengancam masyarakat khususnya dinegara-negara berkembang. Setiap tahun, sekitar 75 miliar ton tanah hilang akibat erosi yang sebagian besar berasal dari lahan pertanian (Mahmoudi, 2010). Sadeghi *et al.*, (2009) menyatakan bahwa rata-rata tingkat kehilangan tanah di Asia berkisar 138t/ha-tahun.

Penilaian Ekonomi Ekologi

Penilaian ekonomi ekologi (pengenaan nilai moneter) pada sumberdaya lahan umumnya terdiri atas nilai ekonomi total (NET), nilai pemulihan kerusakan dan pencemaran, dan nilai pencegahan pencemaran/kerusakan dari sumberdaya alam/lahan, sangat sulit untuk dikalkulasi. Untuk melakukan valuasi nilai ekonomi total (NET) terhadap ekosistem hutan misalnya, maka semua nilai ekonomi komponen produksi (kayu, non kayu, dan obat-obatan) dan jasa ekosistem (hidrologi, keaneka ragaman hayati, iklim polusi dan layanan jasa untuk daerah hilir). Semua yang bernilai ekonomi tersebut perlu dimasukkan dalam perhitungan, padahal data dan pengetahuan yang dimiliki saat ini masih sangat terbatas. Kaitannya dengan hal tersebut maka penilaian ekonomi ekologi digunakan dalam penelitian ini, baik nilai ekonomi lahan maupun terhadap nilai kerusakan (degradasi) tidak dianalisis secara menyeluruh namun hanya pada penilaian produksi lahan dan degradasi yang diakibatkan oleh sedimentasi melalui parameter

nilai ekonomi unsur C-organik, N, P, dan K yang terangkut bersama sedimentasi.

Bosede (2010) melaporkan bahwa dampak lingkungan dan ekonomi lahan pertanian akibat penurunan kesuburan tanah baik yang diserap oleh tanaman, erosi, pertanaman yang intensif, kandungan bahan organik yang rendah dan pemupukan yang memadai adalah merupakan ancaman nyata dan langsung terhadap keamanan pangan dan mata pencaharian masyarakat.

Berdasarkan kondisi sumberdaya lahan di lokasi penelitian, maka pembahasan laju erosi, sedimentasi dan kehilangan unsur hara dikelompokkan pada bentuk wilayah dan lereng yaitu: a) berombak dengan kemiringan 3-8%, distribusinya berada pada lahan satuan lahan SL-3; b) bergelombang dengan kemiringan 8-15% distribusinya berada pada satuan lahan SL-5; c) berbukit kecil dengan kemiringan 15-25% distribusinya berada pada satuan lahan SL-6 dan d) bergunung dengan kemiringan > 40% berada pada lahan SL-11.

Deskripsi satuan lahan akan menjelaskan hubungan antara data curah hujan dengan sedimen, kehilangan unsur C, N, P, dan K serta penilaian ekonomi pada masing-masing satuan lahan. Penentuan empat satuan lahan sebagai perwakilan didasarkan penggunaan lahan dan aktifitas masyarakat dengan keberadaan usahatani.

Erosi Aktual Pada Satuan Lahan Perwakilan

Pada dasarnya, kehilangan unsur dari tanah atau degradasi kesuburan tanah disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: (1) erosi, (2) kehilangan unsur karena terangkut pada tanaman yang dipanen, (3) terangkut bersama aliran permukaan, (4) pencucian (*leaching*) dan (5) proses denitrifikasi (khusus untuk nitrogen) (Zang *et al.*, 2004). Pada penelitian ini kajian terhadap penyebab degradasi kesuburan tanah difokuskan pada faktor erosi.

Pengamatan erosi aktual dilakukan di masing-masing SL pada plot erosi selama bulan Maret sampai dengan Juli 2012 dengan kejadian hujan selama 44 hari. Tingkat erosi tanah yang

terjadi pada satuan lahan perwakilan yakni SL-3, lahan SL-5, lahan SL-6 dan lahan SL-11 disajikan pada Tabel 8. sedangkan hubungan antara curah hujan dan erosi disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan Tabel 8 rata-rata erosi tanah pada satuan lahan SL-3, SL-5, SL-6 dan SL-11 pada kurun waktu bulan Maret-Juli 2012 berturut-turut adalah 0,14 t/ha; 0,07 t/ha; 6,42 t/ha dan 1,39 t/ha. Nilai erosi tersebut umumnya dipengaruhi oleh curah hujan serta kemiringan lahan dimana koefisien regresinya untuk SL-3 adalah $R^2 = 0,79$; SL-5 adalah $R^2 = 0,12$, SL-6 adalah $R^2 = 0,86$, dan SL-11 adalah $R^2 = 0,80$. Pada lahan SL-5 nampaknya laju erosi tidak terlalu dipengaruhi oleh curah hujan, hal ini disebabkan pengelolaan lahan pada SL ini telah menerapkan konsep konservasi tanah yaitu dengan pembuatan teras bangku, sehingga erosi yang dihasilkan tidak terlalu besar.

Pada penelitian ini, hasil erosi berupa sedimen digunakan sebagai indikator untuk menetapkan nilai moneter/valuasi kehilangan unsur hara akibat pencucian. Unsur hara yang diamati adalah unsur C, N, P dan K pada masing-masing satuan lahan perwakilan.

Berdasarkan Tabel 8 dan Gambar 3 terlihat bahwa laju erosi cenderung meningkat dengan bertambahnya curah hujan, seiring itu pula kehilangan unsur hara C, N, P dan K yang terangkut bersama erosi (sedimen) akan cenderung bertambah. Meningkatnya unsur C, N, P dan K yang hilang cenderung linear, baik pada lahan SL-3, SL-5, SL-6 dan SL-11.

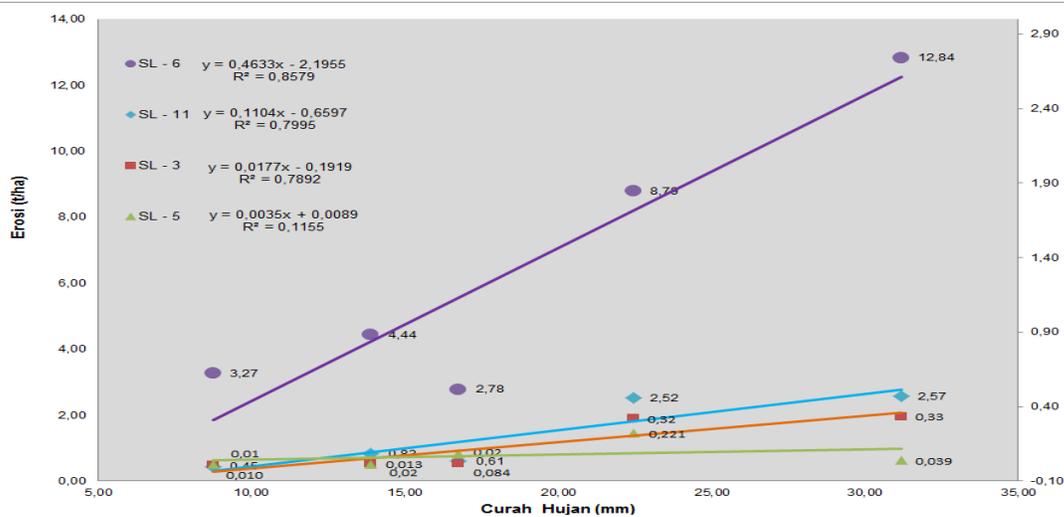
Penilaian Ekonomi Erosi

Penilaian ekonomi erosi untuk pengenaan nilai moneter dihitung berdasarkan pada variabel pokok degradasi lahan yang diakibatkan oleh kehilangan unsur hara yang terangkut bersama erosi. Perhitungan nilai ekonomi adalah total kehilangan unsur hara (C, N, P dan K) yang ikut terangkut bersama material erosi yang dikonversi nilainya dalam bentuk pupuk organik, Urea, SP-36, dan KCl. Tabel 9 menunjukkan nilai ekonomi total per hektar per musim pada lahan SL-3 pada kurun waktu Maret hingga Juli 2012.

Tabel 8. Nilai rata-rata curah hujan, erosi dan kehilangan unsur hara di satuan lahan perwakilan periode bulan Maret sampai Juli 2012.

Satuan Lahan	Bulan	Curah Hujan (mm)	Erosi (t/ha)	Kehilangan Unsur hara (kg/ha)			
				C	N	P	K
SL - 3	Maret	31,17	0,33	4,09	0,43	0,065	0,375
	April	13,89	0,02	0,19	0,02	0,003	0,018
	Mei	8,75	0,01	0,08	0,01	0,001	0,007
	Juni	16,75	0,02	0,19	0,02	0,003	0,018
	Juli	22,44	0,32	3,92	0,41	0,063	0,359
	Rata-rata			0,14	1,694	0,178	0,027
SL - 5	Maret	31,17	0,039	0,245	0,019	0,0008	0,0155
	April	13,89	0,013	0,083	0,007	0,0003	0,0053
	Mei	8,75	0,01	0,062	0,005	0,0002	0,0039
	Juni	16,75	0,084	0,529	0,042	0,0018	0,0334
	Juli	22,44	0,221	1,391	0,11	0,0048	0,0879
	Rata-rata			0,0734	0,462	0,0366	0,00158
SL - 6	Maret	31,17	12,84	71,88	6,42	1,06	2,13
	April	13,89	4,44	24,86	2,22	0,37	0,74
	Mei	8,75	3,27	18,31	1,63	0,27	0,54
	Juni	16,75	2,78	15,55	1,39	0,23	0,46
	Juli	22,44	8,79	49,23	4,4	0,73	1,46
	Rata-rata			6,424	35,966	3,212	0,532
SL -11	Maret	31,17	2,57	29,06	2,31	0,101	0,3
	April	13,89	0,83	9,34	0,74	0,032	0,1
	Mei	8,75	0,45	5,03	0,4	0,017	0,05
	Juni	16,75	0,61	6,84	0,54	0,024	0,07
	Juli	22,44	2,52	28,51	2,27	0,099	0,29
	Rata-rata			1,396	15,756	1,252	0,0546

Sumber : data primer diolah, 2012



Gambar 3. Hubungan antara curah hujan dan erosi pada satuan lahan perwakilan

Hasil pengukuran kehilangan unsur hara pada lahan SL-3 (Tabel 9) adalah sebesar 87,60 kg-C /ha/musim, 9,26 kg-N /ha/musim, 1,40 kg-P /ha/musim dan 8,04 kg-K /ha/musim, dengan total

curah hujan 855,5 mm/musim dan sedimen 7,12 t/ha/musim dengan kejadian hujan selama 44 hari. Nilai ekonomi kehilangan unsur hara yang terangkut bersama erosi bervariasi antara Rp9.717

/ha/musim hingga Rp1.018.400/ha/musim. Secara keseluruhan, nilai ekonomi total kehilangan unsur hara pada kurun waktu bulan Maret hingga Juli 2012 adalah Rp584,980 /ha/musim.

Perhitungan nilai ekonomi lahan didekati melalui hilangnya tanah yang terbawa air limpasan dalam bentuk sedimen yang secara langsung membawa unsur hara yang terdapat dalam tanah. Tabel 5.10 menunjukkan Nilai Ekonomi Total per

Tabel 9. Nilai ekonomi total erosi pada lahan SL-3 periode Maret-Juli 2012 di Sub DAS Langge.

	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Total
Curah Hujan (mm)	374,0	125,0	87,5	67,0	202,0	855,5
Sedimen (t/ha)	3,99	0,14	0,06	0,06	2,87	7,12
Kehilangan Unsur (kg/ha)						
C	49,05	1,75	0,79	0,77	35,24	87,60
N	5,18	0,19	0,08	0,08	3,73	9,26
P	0,78	0,03	0,01	0,01	0,56	1,40
K	4,50	0,16	0,07	0,07	3,23	8,04
Nilai Ekonomi (Rp/ha)						
Pupuk Organik	219.328	7.809	3.531	3.438	157.585	391.692
Urea	20.286	722	327	318	14.575	36.228
SP-36	5.441	194	88	85	3.909	9.717
KCL	82.505	2.938	1.328	1.293	59.279	147.343
Nilai Ekonomi Total(Rp/ha)	327.560	11.663	5.274	5.135	235.349	584.980

Sumber: Data primer diolah, 2012.

Selanjutnya untuk lahan SL-5, luas lahannya adalah 100 ha atau 1,56 % dari luas lokasi penelitian. Komoditas tanaman yang diusahakan di lahan ini adalah jagung, kacang panjang dan terung, dengan pola tanam jagung-jagung-sayuran. Petani menerapkan teknologi konservasi lahan dengan teknis mekanis, yakni pembuatan teras bangku.

Penilaian ekonomi untuk pengenaan nilai moneter dihitung berdasarkan pada variabel pokok degradasi lahan yang diakibatkan oleh kehilangan unsur hara yang terangkut bersama erosi. Perhitungan nilai ekonomi adalah totalkehilangan unsur hara (C, N, P dan K) yang ikut terangkut bersama material erosi yang dikonversi nilainya dalam bentuk pupuk organik, Urea, SP-36, dan KCl.

hektar per musim pada lahan SL-5 periode bulan Maret – Juli 2012.

Hasil pengukuran kehilangan unsur hara pada lahan SL-5, adalah sebesar 18,95 kg-C /ha/musim, 1,50 kg-N /ha/musim, 0,07 kg-P /ha/musim dan 1,20 kg-K /ha/musim dengan total curah hujan 855,5 mm/musim dan sedimen 3,01 t/ha/musim dengan kejadian hujan selama 44 hari,. Nilai ekonomi akibat kehilangan unsur hara yang terangkut bersama erosi, bervariasi antara Rp.456 /ha/musim hingga Rp84.722/ha/musim. Secara keseluruhan, nilai ekonomi total kehilangan unsur hara selama bulan Maret hingga Juli adalah Rp113.023 /ha/musim (Tabel 10).

Pada lahan SL-6 dimana penggunaan lahan adalah tegalan/ladang, kebun campuran dan belukar. Luas lahan SL-6 adalah 117 ha atau 1,82% dari luas lokasi penelitian. Komoditas

hujan selama 44 hari. Nilai ekonomi akibat kehilangan unsur hara yang terangkut bersama erosi, bervariasi antara Rp182,563 /ha/musim hingga Rp7.935.298 /ha/musim. Secara keseluruhan

Tabel 10. Nilai ekonomi total erosi pada lahan SL-5 periode Maret – Juli 2012 di Sub DAS Langge.

	Bulan					Total
	Maret	April	Mei	Juni	Juli	
Curah Hujan (mm)	374,0	125,0	87,5	67,0	202,0	855,5
Sedimen (t/ha)	0,47	0,12	0,10	0,34	1,99	3,01
Kehilangan Unsur (kg/ha)						
C	2,942	0,751	0,619	2,116	12,518	18,95
N	0,234	0,060	0,049	0,168	0,994	1,50
P	0,010	0,003	0,002	0,007	0,043	0,07
K	0,186	0,047	0,039	0,134	0,791	1,20
Nilai Ekonomi (Rp/ha)						
Pupuk Organik	13.156	3.359	2.769	9.463	55.975	84.722
Urea	914	233	192	657	3.888	5.884
SP-36	71	18	15	51	301	456
KCL	3.410	871	718	2.453	14.509	21.961
Nilai Ekonomi Total (Rp/ha)	17.551	4.482	3.694	12.624	74.674	113.023

Sumber : Data primer diolah, 2012

tanaman yang diusahakan pada lahan ini adalah jagung dan kacang tanah. Pola tanam jagung-jagung, jagung – kacang tanah. Petani tidak menerapkan teknologi konservasi lahan.

Penilaian Ekonomi untuk pengenaan nilai moneter dihitung berdasarkan pada variabel pokok degradasi lahan yang diakibatkan oleh kehilangan unsur hara yang terangkut bersama erosi. Perhitungan nilai ekonomi adalah total kehilangan unsur hara (C, N, P dan K) yang ikut terangkut bersama material erosi yang dikonversi nilainya dalam bentuk pupuk organik, Urea, SP-36, dan KCl.

Hasil pengukuran kehilangan unsur hara pada lahan SL-6 pada kemiringan lereng 15 - 25% adalah sebesar 1.774,6 kg-C /ha/musim, 158,4 kg-N /ha/musim, 26,3 kg-P /ha/musim dan 52,6 kg-K /ha/musim. Total curah hujan 855,5 mm/musim dan sedimen 316,9 t/ha/musim dengan kejadian

han, nilai ekonomi total kehilangan unsur hara pada kurun waktu bulan Maret hingga Juli 2012 adalah Rp9.702.050/ha/musim (Tabel 11).

Satuan lahan 5 (SL-5) terletak pada landform pegunungan intrusi volkan, bentuk wilayah bergunung (lereng > 40%) dengan panjang lereng 137 m. Penyebarannya di sekitar Desa Meranti. Tekstur lapisan atas lempung dengan kandungan pasir sangat halus 10,0% dan lapisan bawah liat berpasir, struktur gumpal agak bersudut, kandungan bahan organik sebesar 1,95%. Penggunaan lahan adalah tegalan/ladang, kebun campuran dan belukar.

Luas lahan SL-11 adalah 109 ha atau 1,70% dari luas lokasi penelitian. Komoditas yang diusahakan adalah jagung dengan pola tanam jagung-jagung. Petani dilahan ini tidak menerapkan teknologi konservasi lahan.

Tabel 11. Nilai ekonomi total erosi pada lahan SL-6 periode Maret – Juli 2012 di Sub DAS Langge.

	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Total
Curah Hujan (mm)	374,0	125,0	87,5	67,0	202,0	855,5
Sedimen (t/ha)	154,0	39,9	32,7	11,1	79,1	316,9
Kehilangan Unsur (kg/ha)						
C	862,53	223,70	183,11	62,20	443,08	1.774,6
N	77,01	19,97	16,35	5,55	39,56	158,4
P	12,78	3,31	2,71	0,92	6,56	26,3
K	25,56	6,63	5,43	1,84	13,13	52,6
Nilai Ekonomi (Rp/ha)						
Pupuk Organik	3.856.837	1.000.285	818.797	278.122	1.981.257	7.935.298
Urea	301.349	78.156	63.976	21.731	154.803	620.015
SP-36	88.732	23.013	18.838	6.399	45.582	182.563
KCL	468.623	121.539	99.488	33.793	240.732	964.175
Nilai Ekonomi Total (Rp/ha)	4.715.542	1.222.993	1.001.097	340.045	2.422.373	9.702.050

Sumber: Data primer diolah, 2012 (Lampiran Tabel 15).

Tabel 12. Nilai ekonomi total erosi pada lahan SL-11 periode Maret – Juli 2012 di Sub DAS Langge.

	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Total
Curah Hujan (mm)	374,0	125,0	87,5	67,0	202,0	855,5
Sedimen (t/ha)	30,9	7,4	4,5	2,4	22,7	67,9
Kehilangan Unsur (kg/ha)						
C	348,69	84,04	50,32	27,37	256,59	767,0
N	27,77	6,69	4,01	2,18	20,44	61,1
P	1,21	0,29	0,17	0,10	0,89	2,7
K	3,58	0,86	0,52	0,28	2,64	7,9
Nilai Ekonomi (Rp/ha)						
Pupuk Organik	1.559.190	375.802	225.019	122.368	1.147.341	3.429.719
Urea	108.673	26.193	15.683	8.529	79.967	239.045
SP-36	8.421	2.030	1.215	661	6.196	18.523
KCL	65.720	15.840	9.485	5.158	48.361	144.564
Nilai Ekonomi Total (Rp/ha)	1.742.003	419.864	251.403	136.715	1.281.865	3.831.851

Sumber : Data primer diolah, 2012.

Penilaian Ekonomi untuk pengenaan nilai moneter dihitung berdasarkan pada variabel pokok degradasi lahan yang diakibatkan oleh kehilangan unsur hara yang terangkut bersama erosi. Perhitungan nilai ekonomi adalah totalkehilangan unsur hara (C, N, P dan K) yang ikut terangkut bersama material erosi yang dikonversi nilainya dalam bentuk pupuk organik, Urea, SP-36, dan KCl.

Hasil pengukuran kehilangan unsur hara pada satuan lahan 11, kemiringan > 40% adalah sebesar 767,0 kg-C /ha/musim, 61,1 kg-N /ha/musim, 2,7 kg-P /ha/musim dan 7,9 kg-K /ha/musim, dengan total curah hujan 855,5 mm/musim dan sedimen 316,9 t/ha/musim dengan kejadian hujan selama 44 hari. Nilai ekonomi akibat kehilangan unsur hara yang terangkut bersama erosi, bervariasi antara Rp18.523

/ha/musim hingga Rp3.429.719/ha/musim. Secara keseluruhan, nilai ekonomi total kehilangan unsur hara selama kurun waktu bulan Maret hingga Juli 2012 adalah Rp3.831.851/ha/musim (Tabel 12).

Secara alamiah, kesuburan tanah terkait dengan kandungan unsur-unsur esensial makro dan mikro dalam komposisi yang tepat sesuai dengan kebutuhan tanaman (Hardjowigeno, 2010) Akan tetapi secara umum, tanah-tanah pertanian (terutama di daerah tropis) telah mengalami defisiensi, terutama unsur nitrogen (N), Posfor (P) dan kalium (K) yang merupakan unsur yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar (makro) (Ailincal, 2010). Degradasi lahan berdampak pada besarnya input (biaya ekonomi) yang akan dikeluarkan pada proses produksi suatu lahan. Berdasarkan pertimbangan tersebut, pada penelitian ini penilaian ekonomis degradasi lahan difokuskan pada unsur-unsur makro tersebut.

Penilaian ekonomi adalah upaya untuk memberikan nilai kuantitatif dari barang dan jasa yang dihasilkan oleh sumber daya alam dan lingkungan yang tersedia terlepas apakah itu mempunyai nilai (harga) atau tidak (Hidayat, 2008). Menurut Hufschmidt *et al.* (1987) penilaian terhadap lingkungan dan ekonomi sumberdaya harus dilakukan dengan pendekatan yang berbeda dalam hal teknik penilaian manfaat Teknik ini menilai manfaat barang penggunaan lingkungan adalah ketika biaya penggunaan tidak dilakukan. Sifat utama dari teknik ini adalah penggunaan harga pasar bila memungkinkan.

KESIMPULAN

Tingkat bahaya erosi pada lokasi penelitian dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu; 1) Bahaya erosi ringan dengan rata-rata erosi yang dihasilkan 6,62 t/ha/th pada luasan 2.334 ha tersebar pada lahan SL-1,SL-3, SL-7, dan SL-9; 2) Bahaya erosi sedang dengan rata-rata erosi 15,56 t/ha/tahun pada luasan 2.521 ha (SL-2, SL-4 , SL-5, dan SL-12); 3) Bahaya erosi sangat berat dengan

rata-rata erosi 404,40 t/ha/tahun pada luasan 1,467 ha (SL-6, SL-10 dan SL-11).

Nilai Ekonomi Ekologi Total erosi akibat kehilangan unsur C organik, N, P dan K yang disetarakan dengan pupuk organik, Urea, SP-36 dan KCl pada satuan lahan perwakilan SL-3, SL-5, SL-6 dan SL-11 berturut-turut adalah Rp11.841.431 /ha/musim; Rp901.172 /ha/musim; Rp211.259 /ha/musim dan Rp1.278.043 /ha/musim. Nilai Ekonomi Total erosi lahan kering adalah Rp14.231.904 /ha/musim.

DAFTAR PUSTAKA

- Ailincal, C, Jitareanu, G, Bucur, D, Raus, L, Filipov, F, and Ailincal, D. 2010. Soil fertility evolution influenced by cropping systems and soil erosion in the Moldavian Plateau. *J. Cercetari Agronomice in Moldova*. 43(3): 23- 33.
- Barbier, E.B. 1995. The economics of forestry and Conservation: Economic Values and Policies. *Commonwealth Forestry Review*. (74): 28-39
- Bini, C., S. Gemignani and L. Zilocchi. 2006. Effect of different land use on soil erosion in the pre-alpine fringe (North-East Italy): Ion budget and sediment yield. *J. Sci. Total Environ.*, 369: 433-446. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2006.06.001.
- Bosede, A, J. 2010. Economic assessment of fertilizer use and integrated practices for environmental sustainability and agricultural productivity in Sudan savannah zone, Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*. 5(5): 338-343.
- Eurostat. 2001. *Manual of Concepts on Land Cover and Land Use Information Systems*; Office for Publications of the European Communities: Luxembourg,; p. 93. Available online: <http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/statmanuals/files/KS-34->

- 00-407--I-EN.pdf. (diakses tanggal 10 Maret 2013)
- Farber, Stephen C., Costanza, Robert, Wilson, Matthew A., 2002. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *J. Ecological Economics*. 41(3): 375-392.
- Hardjowigeno, S. 2010. Ilmu Tanah. Edisi Baru. Cetakan ketujuh. Penerbit Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hidayat. 2008. Modul Kuliah Ekonomi Lingkungan. Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hietel E, Waldhardt R, Otte A. 2004. Analyzing land-cover changes in relation to environmental variables in Hesse, Germany. *J. Landscape Ecology* 19(5): 473-489.
- Hufschmidt, M. M et al. 1987. Lingkungan, Sistem Alami, dan Pembangunan Pedoman Penilaian Ekonomis. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Husain, J., J.N. Luntungan, Y. Kamagi, dan Nurdin. 2004. Model usahatani Jagung berbasis konservasi di Provinsi Gorontalo. Laporan Hasil Penelitian. Badan Penelitian Pengembangan dan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah. Provinsi Gorontalo.
- Ibrahim, M.C. 2008 Analisis Erosi Pada DAS Bendungan Lomaya. Provinsi Gorontalo. Institut Teknologi Bandung.
- Idjuddin, A.A. dan S. Marwanto. 2008. Reformasi pengelolaan lahan kering untuk mendukung swasembada pangan. *J. Sumberdaya* 2(2): 115-125.
- Lambin, E.F.; Turner, B.L., II; Geist, H.J.; Agbola, S.B.; Angelsen, A.; Bruce, J.W.; Coomes, O.T.; Dirzo, R.; Fischer, G.; Folke, C., 2001. The causes of land-use and land-cover change: Moving beyond the myths. *J. Glob. Environ. Change*. 11: 261-269.
- Liu, B.Y., M. A. Nearing, P. J. Shi, and Z. W. Jia. 2000. Slope Length Effects on Soil Loss for Steep Slopes. *J. Soil Sci. Soc. Am.* 64:1759-1763.
- Mahmoudi, B., Bahtiari, F., Hamidifar, M. and Danekar A. 2010. Effect of Landuse Change and Erosion on Physical and Chemical Properties of Water (Karkhe Watershed). *Int. J. Environment Research*, 4(2): 217-228
- Martínez, S. and Mollicone, D. 2012. From Land Cover to Land Use: A Methodology to Assess Land Use from Remote Sensing Data. *J. Remote Sensing*. 4: 1024-1045.
- McConnell, W.; Moran, E.F. 2001. Meeting in the Middle: The Challenge of Meso-Level Integration; LUCC Focus 1 Office, Anthropological Center for Training and Research on Global Environmental Change, Indiana University: Ispra, Italy,; p. 62. Available online: http://www.globallandproject.org/Documents/LUCC_No_5.pdf. (diakses tanggal 10 Maret 2013)
- Oldeman, L.R., 1975 and Syarifuddin, D. 1971. An Agroclimatic Map of Sulawesi. SRIA (LP3). Bogor.
- Olivares, B., K. Verbist, D. Lobo, R. Vargas and O. Silva. 2011. Evaluation of the usle model to estimate water erosion in an alfisol. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 11(2): 71-84.
- Pearce, D.W dan Kerry Turner. 1991. Economic of Natural Resources and The Environment. Harvester Wheatsheaf. p. 163-180
- Pearce D. W, and Moran D. 1994. The Economic Value of Biodiversity. *J. The World Conservation Union EARTHSCAN Publications Ltd, London.*
- Rey, F. 2003. Influence of vegetation distribution on sediment yield in forested gullies. *J. Catena*, 50: 549-562. DOI: 10.1016/S0341-8162(02)00121-2
- Sadeghi, S.H.R., Jalili, Kh. and Nikkami, D. 2009. Land use optimization in watershed scale. *J. Land Use Policy*. 26: 186-193.

- Schmidt, F.H. and Ferguson, J.H. 1951. Rainfall Types Based on Wet and Dry Period for Indonesian With Wester New Guinea. Kementrian Perhubungan Djawatan Meteorologi and Geofisika. Versi 2. No. 42. Jakarta.
- Trewartha, Glenn T dan Lyke H. Horn. 1995. Pengantar Iklim. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Turner MG, Pearson SM, Bolstad P and Wear DN. 2003. Effects of land-cover change on spatial pattern of forest communities in the Southern Appalachian Mountains (USA). *J.Landscape Ecology* 18(5): 449-464.
- Turner, K. Pearce, D. and Bateman, I. 1994. Environmental Economics: An Elementary Introduction. Center for Social and Economic Research on the Global Environment. University of East Anglia and University College London. London.
- Van Rompaey, A.J.J., G. Govers, E. Van Hecke and K. Jacobs, 2001. The impacts of land use policy on the soil erosion risk: A case study in central Belgium. *J. Agric. Ecosyst. Environ.* 83: 83-94. DOI: 10.1016/S0167-8809(00)00173-0.
- Vörösmarty C.J, Green P, Salisbury J, Lammers R. 2000. Global water resources: Vulnerability from climate change and population growth. *J. Science.* 289: 284-288.
- Wang, G.X. Wang, Y.B, Qian, J and Wu, Q.B. 2006. Land cover change and its impacts on soil C and N in two watersheds in the center of the Qinghai-Tibetan Plateau. *J. Mountain Research and Development* 26 (2): 153-162.
- Wischmeier, W.H. and D.P. Smith 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses A Guide to Conservation Plannig .USDA Agric. Handbok (53).
- Wolfgramm, B., Seiler, B., Kneubühler, M., & Liniger, H. 2007. Spatial assessment of erosion and its impact on soil fertility in the Tajik foothills. *EARSeL eProceedings.* 6(4): 12-25.
- Zhang Bin, Yan-Sheng Yang and H.Zepp. 2004. Effect of Vegetation Restoration on Soil and Water Erosion and Nutrient Losses of A Severly Eroded Clayey Plinthudult in Southeastrn China. *J. Catena.* 57(1): 77-90.
- Zubair, A., R.H. Matondang, Ahmad Rahman, Anny Mulyani dan Rofik Sugrawijaya. 2006. Pewilayahan Komoditas Pertanian Unggulan Berdasarkan Zona Agroekologi (ZAE) skala 1:50.000 di Kabupaten Bone Bolango. Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Gorontalo.

