

ANALISIS SPASIAL DALAM KLASIFIKASI LAHAN KRITIS DI KAWASAN SUB-DAS LANGGE GORONTALO

Spatial Analysis in the Classification of Critical Land in The Sub-Basin of Langge Gorontalo

Rahmat Hanif Anasiru

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Gorontalo, Jln, Kopi No 270, Kabila. Gorontalo, Indonesia
Telp. (0435) 827627, Fax. (0435) 827627
E-mail: rhanasiru@gmail.com

(Makalah diterima, 3 Agustus 2016 – Disetujui, 08 Desember 2016)

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu ekosistem yang kompleks, dimana kualitas lahannya sangat ditentukan oleh aktivitas penggunaan lahan. Hal ini menggambarkan pentingnya prosedur analisis khususnya dimana konteks pola spasial tata guna lahan di masa depan dapat dirancang berbasis pada resiko degradasi pada areal yang luas. Data dan informasi penting untuk dijadikan acuan dalam merancang skema perencanaan yang berhubungan dengan tata guna lahan. Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem yang memiliki kemampuan menganalisis masalah spasial maupun non spasial beserta kombinasinya (queries) dalam rangka memberikan solusi atas permasalahan keruangan. Dalam rangka dukungan terhadap pertanian berkelanjutan berupa pelestarian sumber daya air, sumber daya lahan, dan sumber daya tanaman dengan cara yang dapat diterima dan cocok secara ekonomi, sosial, dan lingkungan diperlukan suatu analisis yang berkaitan dengan keruangan (spasial). Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi dan mengklasifikasi lahan kritis menggunakan teknik analisis spasial serta memberikan alternatif pengelolaan usahatani konservasi pada lahan kritis di kawasan sub DAS Langge. Tahapan penelitian berupa *survey* biofisik lahan sebagai basis data untuk melakukan analisis spasial melalui *overlay* peta pada identifikasi lahan-lahan kritis. Berdasarkan hasil identifikasi lahan, terdapat 12 unit satuan lahan di daerah penelitian. Berdasarkan analisis spasial klasifikasi lahan kritis dibagi menjadi lahan tidak kritis seluas 1,818 ha (28,7.%) Potensial Kritis 2.647 ha (41,9%), Agak kritis 1.631 ha (25,8%), Kritis 226 ha (3,57%). Sebagian besar lahan di sub DAS Langge adalah perbukitan seluas 1.180,6 ha (63,8%) dengan kemiringan 12 – 25%; 25 – 40% dan diatas 40%. Alternatif pengelolaan usahatani pada daerah ini adalah usahatani konservasi dengan melakukan teknik konservasi mekanis (terasering) atau *vegetative* dengan teknik budidaya lorong, pagar hidup, *strip* rumput dan silvipastura (agroforestry).

Kata kunci: daerah aliran sungai, analisis spasial, usahatani konservasi

ABSTRACT

Watershed (DAS) is a complex ecosystem, where land quality is largely determined by land use activities. This illustrates the importance of analytical procedure, especially where the context in which the spatial pattern of land use in the future can be designed based on the risk of degradation in large areas. Data and information are necessary to be used as reference in designing a planning scheme related to land use. Geographic Information Systems (GIS) is a system that has the ability to analyze problems and their spatial and non-spatial combinations (queries) in order to provide solutions to spatial problems. Sustainable farming is an integral part of sustainable development, a farming system which preserves water resources, land resources, and plant resources in acceptable and suitable ways economically, socially, and environmentally. The research aimed to identify and classify critical land by spatial analysis. Based on identification of land, there were 12 individual units in the study area. Based on the spatial analysis, critical land classification was divided into not critical area of 1,818 ha (28.7.%), Potentially Critical 2,596 ha (41.06%), Moderately critical 1,631 ha (25.08%), Critical 226 ha (3.57 %). Most of the land in sub-basin Langge was a hilly area of 1180.6 ha (63.8%) with a slope of 12-25%; 25-40% and above 40%. Alternative farm management in this area was a conservation farm by mechanical conservation techniques (terraces) or vegetative with cultivation techniques hallway, living fences, grass strips and agroforestry.

Key words: Watershed, spatial analysis, conservation farming

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan ekosistem yang kompleks, kualitas lahan sangat ditentukan oleh aktivitas penggunaannya. Hal ini menggambarkan pentingnya analisis tata guna lahan untuk menghindari risiko degradasi pada areal yang luas. Data dan informasi DAS diperlukan sebagai acuan dalam perencanaan pengelolaan lahan. Informasi spasial mengenai kekritisitas lahan, yakni tingkat kehilangan tanah dan kesesuaian penggunaan lahan, memberikan wawasan bagi pengelola DAS dalam membuat strategi konservasi lahan, termasuk pemahaman mengenai risiko yang diakibatkan oleh penggunaan lahan di kawasan DAS.

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem yang memiliki kemampuan menganalisis masalah spasial maupun nonspasial beserta kombinasinya (*queries*) dalam rangka memberikan solusi atas permasalahan keruangan (Prahasta, 2009). Sistem ini dirancang untuk mendukung berbagai analisis terhadap informasi geografis, seperti teknik untuk mengeksplorasi data dari perspektif keruangan, sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan wawasan. Teknik ini berada dalam sebuah payung umum yang disebut analisis spasial. Dalam SIG, teknik atau perhitungan matematis yang terkait dengan data atau layer (tematik) keruangan dilakukan dalam fungsi analisis spasial. Hasil analisis data spasial bergantung pada objek lokasi (Bateman, 2012).

Manfaat analisis adalah (1) membuat, memilih, memetakan, dan menganalisis data raster berbasis sel; (2) melakukan analisis data vektor/raster yang terintegrasi; (3) mendapatkan informasi baru dari data yang sudah ada; (4) memilih informasi dari beberapa layer data; dan (5) mengintegrasikan sumber data raster dengan data vektor (Sandi, 2012).

Dalam pelaksanaannya, analisis spasial dapat dilakukan dengan jenis-jenis analisis tertentu. Semua jenis analisis memiliki fungsi dan penggunaan yang berbeda. Jenis analisis spasial di antaranya adalah *query* basisdata, pengukuran, fungsi kedekatan, *overlay*, model permukaan digital, klasifikasi, dan pengubahan unsur-unsur spasial (Bateman, 2012).

Analisis spasial merupakan salah satu bagian dari kajian sistem informasi geografi (SIG) dengan memprertimbangkan berbagai aspek yang bertujuan untuk menentukan zonafikasi lahan yang sesuai dengan karakteristik yang ada. Misalnya, wilayah DAS yang dapat digunakan untuk usahatani maupun mengidentifikasi lahan-lahan kritis agar dapat digunakan dengan konsep konservasi (Herawati, 2011). Dengan demikian, kemampuan SIG dapat memetakan areal kawasan kritis secara menyeluruh,

dimana kriteria-kriteria ini nantinya digabungkan sehingga memunculkan irisan daerah yang kritis, agak kritis, potensial kritis, dan tidak kritis. Di perdesaan, manajemen tata guna lahan lebih banyak mengarah ke sektor pertanian. SIG dapat memetakan curah hujan, iklim, kondisi tanah, ketinggian, dan keadaan alam, dapat membantu penentuan lokasi tanaman, pupuk yang dipakai, dan proses pengolahan lahan (Greasby, 2011).

Selain untuk manajemen pemanfaatan lahan, SIG juga dapat membantu penataan ruang. Tujuannya adalah agar pemanfaatan ruang disesuaikan dengan kondisi fisik dan sosial yang ada, sehingga lebih efektif dan efisien. Misalnya, penataan ruang perkotaan, perdesaan, permukiman, kawasan industri, dan lainnya.

Analisis spasial merupakan teknik atau proses yang terdiri atas sejumlah perhitungan dan evaluasi logika (matematis) dalam rangka menemukan potensi hubungan atau pola-pola yang (mungkin) memiliki unsur-unsur geografis yang terkandung dalam data digital dengan batas wilayah tertentu (Sandi, 2012).

Baja (2016) dalam penelitiannya di kawasan DAS Tangka menyatakan bahwa sekitar 65% dari luas DAS memiliki tingkat kehilangan tanah kurang 5 t/ha/tahun. Kondisi ini terjadi pada jenis tutupan lahan semak, karena sebagian besar areal berada pada wilayah dengan kelerengan di atas 40%. Dengan demikian, konversi dan pengelolaan lahan untuk usahatani harus dirancang lebih akurat untuk menjamin kekritisitas lahan akibat erosi dapat diminimalisasi.

Ketersediaan data dan informasi sumber daya lahan, khususnya lahan kritis, menjadi penting dalam rangka optimalisasi usaha pertanian. Sebaran dan potensi fisik lahan dapat digunakan sebagai tolak ukur perencanaan pengelolaan kawasan DAS, terkait dengan informasi berupa dimana dan berapa luas lahan dapat dimanfaatkan untuk usahatani ditinjau dari segi morfologi dan agroekologi. Berdasarkan pertimbangan tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasi lahan kritis di areal Sub-DAS Langge Gorontalo yang berpotensi mengalami erosi dan merekomendasikan teknik budi daya konservasinya.

BAHAN DAN METODE

Teknik Analisis Spasial

Penelitian diawali dengan pembuatan peta satuan lahan. Peta dasar yang digunakan yaitu peta rupabumi Indonesia digital skala 1:50.000 lembar 2316-13, 14, 23, 41, 42, 43, 44 dan 51 skala 1:50.000 Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional, tahun

1991; peta geologi Indonesia skala 1 : 250.000 lembar Kotamobagu (2316), Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung tahun 1997; peta kontur digital dari Shuttle Radar Topography Mission (NASA, 2004), citra satelit Ikonospath/row112/060, 113/059 dan 113/060.

Satuan peta tanah disusun untuk menampung informasi penting dari suatu luasan (poligon) tentang aspek yang berkaitan dengan survei tanah dan informasi keruangan (Rayes, 2006). Analisis spasial diawali dengan proses *overlay* peta tematik (peta tanah, peta landform, peta penggunaan lahan, peta lereng dan peta topografi) yang akan menghasilkan peta satuan lahan, yang terdiri atas poligon-poligon untuk menginput data sebagai record analisis spasial.

Implementasi Analisis Spasial dalam Menentukan Tingkat Kekritisan Lahan

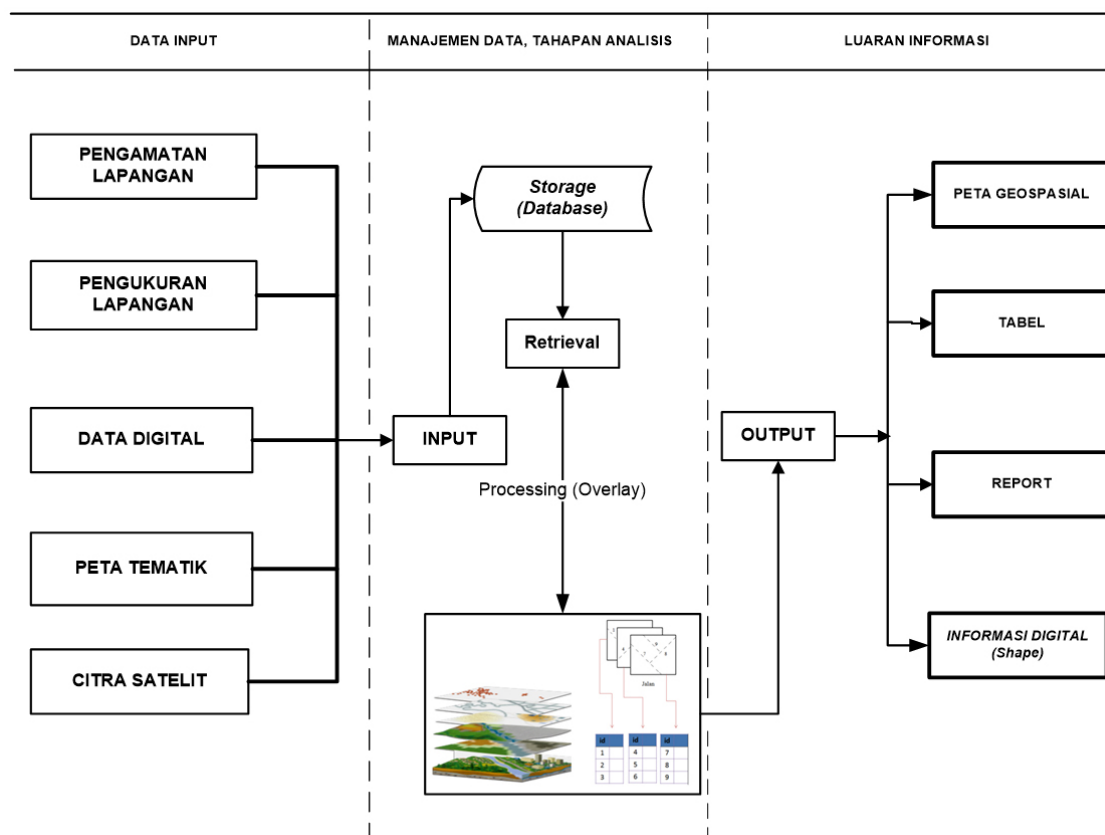
Dalam implementasi analisis spasial, yang harus dipenuhi untuk memenuhi SIG adalah data spasial, yang dapat diperoleh dari beberapa sumber berupa (Jaya, 2006):

- a. Peta analog (antara lain peta topografi, peta tanah, dan sebagainya) yaitu peta dalam bentuk tercetak. Pada umumnya peta analog dibuat dengan teknik kartografi, kemungkinan besar memiliki referensi spasial seperti koordinat, skala, arah mata angin dan sebagainya. Dalam tahapan SIG sebagai

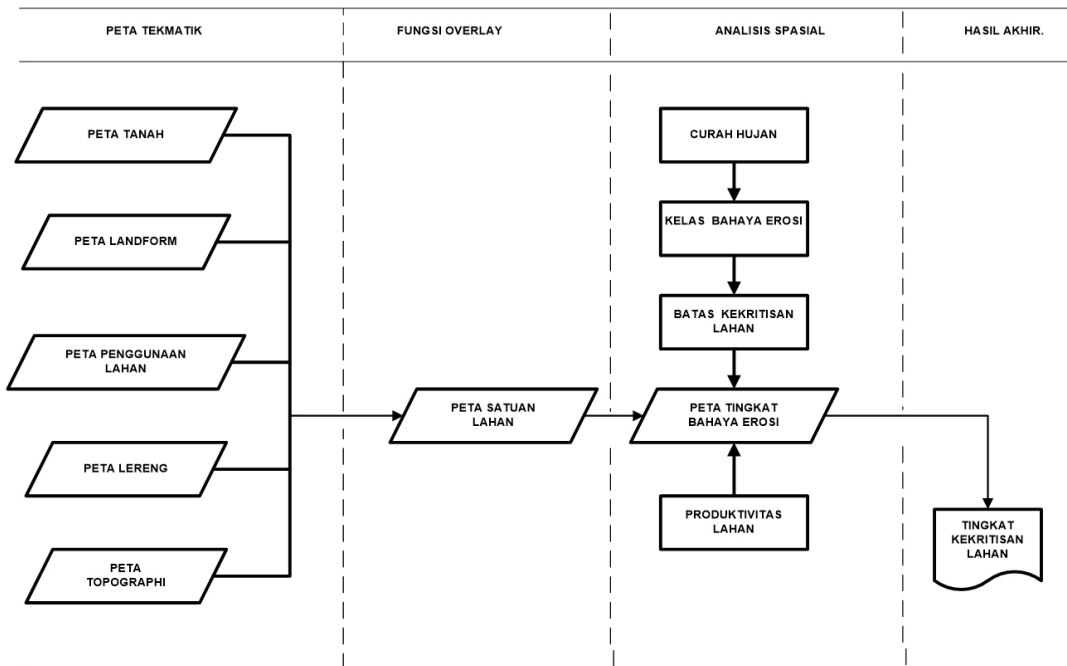
sumber data, peta analog dikonversi menjadi peta digital dari format raster menjadi format vektor melalui proses dijitasi, sehingga dapat menunjukkan koordinat sebenarnya di permukaan bumi.

- b. Data penginderaan jauh (antara lain citra satelit, foto udara dan sebagainya), merupakan sumber data terpenting bagi SIG karena ketersediannya secara berkala dan mencakup areal tertentu. Dengan adanya bermacam-macam satelit di ruang angkasa dengan spesifikasi masing-masing, bisa diperoleh berbagai jenis citra satelit untuk beragam tujuan pemakaian. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format raster.
- c. Data pengukuran lapangan yang dihasilkan berdasarkan teknik perhitungan tersendiri umumnya merupakan sumber data atribut, misalnya batas administrasi, batas kepemilikan lahan, batas persil, batas hak pengusahaan hutan, dan lain-lain.
- d. Teknologi GPS (Global Positioning System) memberikan terobosan penting dalam menyediakan data bagi SIG. Keakuratan pengukuran GPS semakin tinggi dengan berkembangnya teknologi. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format vektor.

Tahapan analisis spasial dan keluaran yang



Gambar 1. Tahapan analisis spasial dan keluaran yang dihasilkan (Prahasta, 2009)



Gambar 2. Proses analisis spasial dalam menentukan tingkat kekritisian lahan (Jaya, 2006)

dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1 dan tahapan analisis spasial dalam menentukan tingkat kekritisian lahan disajikan pada Gambar 2.

Pengumpulan Data

Data biofisik lahan dikumpulkan melalui pengamatan lapang dan pengukuran, analisis sampel tanah di laboratorium, dan verifikasi setiap unit lahan. Pengamatan detail dilakukan pada minipit, yaitu lubang pengamatan tanah yang dibuat menggunakan skop dengan ukuran kurang lebih 40 x 40 cm dengan kedalaman 50 cm (Rayes, 2006). Penelitian lapang meliputi pengecekan ulang serta karakterisasi tanah dan lingkungannya pada areal yang representatif. Penelitian laboratorium meliputi analisis tanah lapisan atas (*top soil*) dan contoh tanah utuh (ring sample) untuk menentukan sifat fisik (tekstur dan permeabilitas). Data curah hujan 10 tahun terakhir diperoleh dari Stasiun Meteorologi dan Geofisika Provinsi Gorontalo.

Data iklim merupakan gambaran rata-rata curah hujan, suhu udara, kelembaban, angin, intensitas penyinaran dan faktor penentu iklim lainnya (Arsyad, 2010). Untuk mendisripsikan kondisi iklim suatu wilayah secara akurat maka idealnya data faktor iklim seharusnya tersedia lengkap (Asdak, 2007). Namun stasiun iklim yang kemampuan menyediakan data secara lengkap masih sangat terbatas maka data iklim lainnya seperti suhu udara rata-rata yang diperlukan untuk menentukan kelas kesesuaian lahan diperoleh

dari formula yang mempertimbangkan elevasi. Secara umum, setiap kenaikan elevasi 100 m akan menyebabkan penurunan suhu 0,55°C (Arsyad, 2010).

Prediksi Kehilangan Tanah dengan Metode USLE

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

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

- di mana :
- A = Jumlah tanah hilang maksimum (t/ha/tahun)
 - R = Erosivitas hujan
 - K = Erodibilitas tanah
 - LS = Indeks panjang dan kemiringan lereng
 - C = Indeks pengelolaan tanaman
 - P = Indeks konservasi tanah

(1) Erosivitas hujan (R)

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian meliputi data rata-rata tahunan dalam periode 2001-2011. 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.

(2) Erodibilitas tanah (K)

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 erodibilitas tanah dapat diperoleh melalui penggunaan nomograf (Wischmeier, 1971) atau melalui perhitungan menggunakan persamaan yang dikemukakan Wischmeier dan Smith (1978):

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

dimana K = erodibilitas tanah, M = persentase pasir sangat halus dan debu x 100% liat, *a* = kandungan bahan organik (%C x 1,724), *b* = harkat struktur tanah, dan *c* = harkat permeabilitas tanah.

(3) Tingkat kemiringan lereng (LS)

Tingkat kemiringan lereng diperoleh dari perkalian antara panjang lereng dengan tingkat kemiringan lereng, menggunakan persamaan yang diperkenalkan oleh Eyles (1968):

$$L = (Lo/22)^{0,5}$$

dimana *L* = panjang lereng, *Lo* = panjang lereng dalam satuan meter, sedangkan untuk menghitung tingkat kemiringan lereng digunakan persamaan yang dikemukakan Eppink (1979):

$$S = (s/9)^{1,4}$$

dimana *S* = tingkat kemiringan lereng dan *s* = tingkat kemiringan lereng dalam satuan persen.

(4) Pengelolaan tanaman (C) dan tindakan konservasi tanah (P)

Koefisien vegetasi/tanaman (C) dan pengelolaan lahan (P) mengacu pada hasil karakterisasi satuan lahan di kawasan sub-DAS Langge, Gorontalo.

Teknik Usahatani Konservasi pada Lahan Kritis

Usahatani konservasi umumnya dilakukan pada lahan kritis di kawasan DAS, yang bertujuan untuk menekan laju kehilangan tanah atau erosi yang dapat mengakibatkan pengikisan lapisan permukaan tanah. Teknik usahatani konservasi diterapkan dengan mempertimbangkan tingkat kemiringan lahan, kedalaman tanah, dan kepekaan tanah terhadap erosi sebagai kriteria pengembangan model SUT konservasi (Tabel 1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Iklim

Data iklim yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data curah hujan bulanan dengan periode 2001-2010 dari Stasiun Iklim Boidu yang representatif untuk wilayah Sub-DAS Langge (Tabel 2).

Penggunaan Lahan

Berdasarkan hasil analisis citra satelit Ikonos *path/row* 112/060, 113/059 dan 113/060 (CIDA, 2010) dan dilengkapi dengan data pengamatan lapangan dan 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

Tabel 1. Rekomendasi proporsi tanaman pada usahatani konservasi berdasarkan tingkat kemiringan lereng dan kedalaman solum

Lereng (%)	Kedalaman solum (cm)						Rekomendasi proporsi tanaman (%)	
	> 90		40 – 90		< 40		Semusim	Tahunan
	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi		
15 - 25	TB, BL, PH, SP, PT, RR, ST	TB, BL, PH, SP, PT, RR, ST	TB, BL, PH, SP, PT, RR, ST	TB, BL, PH, SP, PT, RR, ST	TB, BL, PH, SP, PT, RR, ST	TB, BL, PH, SP, PT, RR, ST	Maks 50	Min 50
25 - 40	TG, BL, PH, PT	TG, BL, PH, PT	TG, BL, PH, PT	TG, BL, PH, PT	TG, BL, PH, PT	TI, RR, BL, PH, PT	Maks 25	Min 75
> 40	TI, TK	TI, TK	TI, TK	TI, TK	TI, TK	TI, TK	0	100

Sumber: Kementan (2006).

TB = teras bangku; BL = Budidaya lorong; TG = Teras gulud; TI = Teras individu; RR = Rorak

TK = Teras kebun; PH = Pagar hidup; ST = Strip rumput; SP = Silvipastura; PT = Tanaman penutup tanah

Tabel 2. Curah hujan bulanan (mm) dalam periode 2001-2010 di Stasiun Boidu. Kecamatan Tapa, Gorontalo

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	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	160
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	350
2008	108	97	360	144	48	165	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	1.403,10	1.119,10	1.447,60	1.516,50	1.300,60	1.404,00	998	524	705	1.001,20	1.766,00	1.684,80
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.

Tabel 3. Tutupan lahan sub-DAS Langge, Bolango, Gorontalo

Simbol	Tutupan lahan	L u a s	
		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
J u m l a h		6.451	100,00

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

disajikan pada Tabel 3 dan penyebarannya pada Gambar 1.

Pengembangan informasi penggunaan lahan selama beberapa dekade terakhir tidak hanya berorientasi pada penggunaan lahan tapi juga mengarah pada fungsisosial ekonomi lahan. Untuk meningkatkan pemahaman tentang hubungan penggunaan lahan dan tutupan lahan, maka penggunaan lahan harus dikaitkan dengan aktivitas manusia (Turner *et al.*, 1994), khususnya dari segi ekonomi. Dalam beberapa tahun terakhir, organisasi internasional FAO dan Eurostat dalam analisis global telah memfokuskan pada dimensi fungsi lahan menggunakan fungsi sosio-ekonomi

(Lambin dan Geish, 2006; Eva *et al.*, 2000; Goldewijk dan Ramankutty, 2004; Verburg *et al.*, 2009).

Satuan Lahan

Peta tanah merupakan data dasar yang diperlukan dalam menginterpretasi wilayah untuk tujuan pengembangan tertentu (Rayes, 2006). *Overlay* peta tanah dengan peta geologi, geomorfologi, topografi, dan penggunaan lahan menghasilkan 12 peta satuan lahan (SL) pada sub-DAS Lange (Tabel 4). Pemberian nomor SL diurutkan berdasarkan jenis tanah, tingkat kemiringan lereng, dan luas lahan.

Tabel 4. Uraian satuan peta tanah di Sub DAS Langge, Bolango, Gorontalo

No SPT	Landform	Relief/lereng			
		(%)	Panjang	Ha	%
SL-1	Dataran alluvial	Agak datar (1-3)	>300	7	0,11
SL-2	Jalur aliran	Agak datar (1-3)	>300	109	1,72
SL-3	Kipas alluvial	Berombak (3-8)	239	281	4,44
SL-4	Dataran koluvial	Berombak (3-8)	167	51	0,81
SL-5	Dataran koluvial	Bergelombang (8-15)	103	100	1,58
SL-6	Perbukitan volkan tua	Berbukit kecil (15-25)	199	117	1,85
SL-7	Perbukitan volkan tua	Berbukit (25-40)	96	228	3,61
SL-8	Pegunungan volkan tua	Bergunung (> 40)	137	1.539	24,34
SL-9	Perbukitan instrusi volkan	Berbukit kecil (15-25)	143	1.818	28,76
SL-10	Perbukitan instrusi volkan	Berbukit (25-40)	158	1.241	19,63
SL-11	Pegunungan instrusi volkan	Bergunung (>40)	137	109	1,72
SL-12	Pegunungan karst	Bergunung (>40)	137	722	11,42

Sumber: Peta tanah Kab. Bone Bolango (Puslitanak, 2006) dan Survei Lapang 2012, data diolah

Tab 5. Prediksi Laju Erosi di Lahan Kawasan sub DAS Langge. Gorontalo

Satuan Lahan	Luas (ha)	CH (cm)	Indeks R (EI30)	Erodibilitas Tanah (K)				Total						Erosi (t/ha/th)
				M	a	b	c	K	L	S	LS	C	P	
SL-1	7	12,39	68	2	10,28	3,25	0,00	0,21	300	1	0,64	0,01	1	0,09
SL-2	109	12,39	68	3	10,28	3,25	0,00	0,31	300	2	1,52	0,4	1	12,91
SL-3	281	12,39	68	2	11,98	3,25	2,5	0,26	300	3	2,87	0,2	1	10,25
SL-4	51	12,39	68	2	10,28	3,25	2,5	0,23	167	4	3,51	0,2	1	11,12
SL-5	100	12,39	68	6	11,99	3,25	0,00	0,73	103	10	15,00	0,2	0,15	22,38
SL-6	117	12,39	68	3	11,99	3,25	0,00	0,36	199	15	45,66	0,3	1	334,09
SL-7	228	12,39	68	3	10,28	0,00	0,00	0,28	96	25	86,27	0,005	1	8,20
SL-8	1,539	12,39	68	3	10,28	-3,25	(2,50)	0,22	137	40	260,87	0,005	1	19,72
SL-9	1,818	12,39	68	2	11,99	-3,25	(2,50)	0,22	143	25	105,29	0,005	1	7,94
SL-10	1,241	12,39	68	1	11,97	0,00	2,50	0,18	158	40	280,15	0,1	1	340,37
SL-11	109	12,39	68	2	11,98	0,00	2,50	0,30	137	40	260,87	0,1	1	539,03
SL-12	722	12,39	68	1	11,97	0,00	2,50	0,18	137	40	260,87	0,005	1	15,89

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

Keterangan : Nilai Faktor CP ditetapkan sesuai vegetasi dan pengelolaan lahan.

*) Prediksi erosi menggunakan pendekatan USLE.

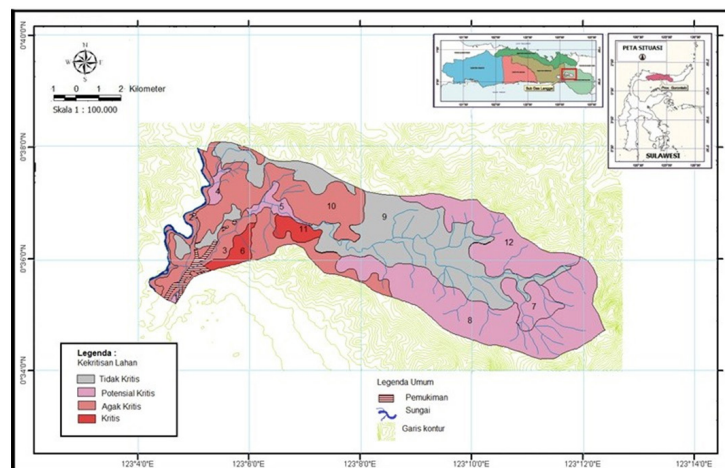
Prediksi Laju Erosi

Tingkat bahaya erosi di lokasi penelitian ditunjukkan pada Tabel 5, yang dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu; (1) kelas ringan dengan rata-rata erosi 6,62 t/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 2.521 ha (SL-2, SL-4, SL-5, dan SL-12); dan (3) kelas sangat berat dengan rata-rata erosi 404,40 t/ha/th pada luasan 1,467 ha (SL-6, SL-10 dan SL-11). Keadaan ini menggambarkan bahwa erosi tanah sebagian besar dipengaruhi oleh faktor fisik lahan (lereng) dan juga akibat perubahan penggunaan lahan. Hal ini merupakan masalah lingkungan yang mengancam kehidupan masyarakat, khususnya di negara berkembang. Setiap tahun, sekitar 75 miliar ton tanah hilang akibat erosi yang sebagian besar berasal dari lahan pertanian (Mahmoudi, 2010). Menurut Sadeghi *et al.* (2009), tingkat kehilangan tanah akibat erosi di Asia rata-rata 138 t/ha/th.

Erosi merupakan salah satu dampak yang paling signifikan terhadap degradasi lahan (berupa pengurangan lapisan tanah, penurunan kesuburan tanah, ketidakstabilan lereng) yang sangat dipengaruhi oleh manajemen penggunaan lahan (Rey, 2003; Bini *et al.*, 2006). Penyebab erosi adalah curah hujan, kemiringan lahan (*slope*), limpasan permukaan (*run off*), penggunaan lahan, dan aktivitas usahatani (Van Rompaey *et al.*, 2001).

Penilaian Kriteria Lahan Kritis

Berdasarkan hasil survei lapang, analisis spasial dengan teknik *overlay* peta, dan penilaian skoring maka klasifikasi lahan kritis pada lokasi penelitian disajikan pada Tabel 6. Luas lahan kritis yang termasuk kategori “potensial kritis” adalah 2,596 ha (41,06%). Sebaran kelas potensial kritis terdapat pada lahan SL-1, SL-5, SL-7, SL-8 dan SL-12 (Gambar 3). Lahan yang termasuk kategori potensial kritis adalah tanah yang



Gambar 3. Klasifikasi lahan kritis di Kawasan sub-DAS Langge. Gorontalo

Tabel 6. Tingkat kekritisan lahan di kawasan sub-Das Langge, Gorontalo

Satuan lahan	Luas (ha)	Produktivitas			Lereng			Erosi		
		Skor	Bobot	Nilai	Skor	Bobot	Nilai	Skor	Bobot	Nilai
SL-1	7	2	30%	0,6	5	20%	1	4	15%	0,6
SL-2	109	3	30%	0,9	5	20%	1	4	15%	0,6
SL-3	281	2	30%	0,6	5	20%	1	5	15%	0,75
SL-4	51	3	30%	0,9	5	20%	1	4	15%	0,6
SL-5	100	3	30%	0,9	4	20%	0,8	4	15%	0,6
SL-6	117	2	30%	0,6	3	20%	0,6	2	15%	0,3
SL-7	228	4	30%	1,2	2	20%	0,4	5	15%	0,75
SL-8	1,539	5	30%	1,5	1	20%	0,2	4	15%	0,6
SL-9	1,818	5	30%	1,5	3	20%	0,6	5	15%	0,75
SL-10	1,241	3	30%	0,9	2	20%	0,4	2	15%	0,3
SL-11	109	4	30%	1,2	1	20%	0,2	2	15%	0,3
SL-12	722	4	30%	1,2	1	20%	0,2	5	15%	0,75

bebas dari erosi (masih tertutup vegetasi) atau dengan tingkat erosi ringan (Kementerian Kehutanan, 2009). Umumnya lahan pada kelas ini mempunyai solum dengan ketebalan horizon A lebih dari 15 cm, tutupan tanah (vegetasi permanen) cukup rapat (>75%), lereng dan kesuburan tanah bervariasi (Kementerian Kehutanan, 2009; Alatorre, 2012).

Luas lahan yang termasuk kategori “agak kritis” 1,631 ha (25,80%) (Tabel 5). Sebaran kelas agak kritis terdapat pada lahan SL-2, SL-3, dan SL-10 (Gambar 3). Lahan yang termasuk kategori agak kritis atau semi kritis adalah lahan yang telah mengalami erosi ringan sampai sedang, antara lain erosi permukaan (*sheet erosion*) dan erosi alur (*riil erosion*). Jika hal ini dibiarkan tanpa usaha perbaikan maka dalam waktu relatif singkat lahan akan menjadi kritis.

Luas lahan yang termasuk kategori “kritis” 226 ha (3,57%). Sebaran kelas kritis terdapat pada lahan SL-6 dan SL-11 (Gambar 3). Lahan kritis menurut Kementerian Kehutanan (2009) adalah tanah yang telah mengalami erosi berat, dengan tingkat erosi umumnya parit (*gully erosion*). Lahan tersebut umumnya memiliki solum sedang-dangkal (< 60 cm) dengan ketebalan horizon A kurang dari 5 cm, kemiringan lereng 15 sampai > 30%. Kondisi ini menggambarkan perlunya teknik budi daya konservasi pada lahan yang tergolong kritis, seperti teknik konservasi pembuatan teras bangku, gulungan atau teknik pertanaman lorong (*alley cropping*).

Implementasi Usahatani Konservasi

Teknik usahatani konservasi adalah pendekatan dalam peningkatan produktivitas dan kualitas sumber

daya lahan, air, tanaman, dan lingkungan biotik lainnya, sehingga berdampak terhadap peningkatan pendapatan petani dan kelestarian lingkungan. Teknik konservasi pada setiap satuan lahan (SL) berdasarkan pertimbangan lereng, erodibilitas, dan kedalaman solum disajikan pada Tabel 7.

Dada pada Tabel 7 menunjukkan teras bangku tidak dianjurkan pada tanah bersolum dangkal dan kemiringan sangat terjal (>40%). Pada tanah bersolum dangkal dianjurkan membuat teras gulud, budi daya lorong, atau penanaman pagar hidup. Pembuatan teras bangku relatif lebih mahal dan relatif sulit dibandingkan dengan teknik konservasi mekanis lainnya. Dengan pertimbangan biaya dan tingkat kesulitan pengendalian erosi pada lokasi penelitian disarankan memilih teknik konservasi tanah selain pembuatan teras bangku. Semua jenis teras sebaiknya disertai dengan penanaman penguat teras, seperti rumput dan legume yang juga merupakan sumber pakan ternak. Tanaman tahunan yang ada pada sistem pertanaman lorong dan pagar hidup dapat diperhitungkan sebagai bagian dari tanaman tahunan.

Lebih 60% bentang alam di kawasan sub-DAS Langge adalah perbukitan, sehingga petani berusaha pada lahan berlereng dan jagung dipilih sebagai tanaman utama. Petani menebang pohon di sekitar kawasan usahatani untuk tujuan memberikan sinar matahari penuh pada tanaman jagung. Kondisi ini dapat menyebabkan berkurangnya debit air pada musim kemarau dan pada musim hujan terjadi erosi yang menghasilkan sedimentasi yang mengakibatkan pendangkalan sungai. Mecardo (2015) menyatakan erosi tidak hanya mengakibatkan pendangkalan sungai, tapi juga menyebabkan kehilangan tanah pada

Tabel 6. Tingkat kekritisan lahan di kawasan sub-Das Langge, Gorontalo

(lanjutan)

Satuan lahan	Luas (ha)	Batuan			Manajemen			Total Penilaian	Kriteria Lahan Kritis
		Skor	Bobot	Nilai	Skor	Bobot	Nilai		
SL-1	7	5	5%	0.25	5	30%	1,5	395	Potensial Kritis
SL-2	109	5	5%	0.25	1	30%	0,3	305	Agak Kritis
SL-3	281	3	5%	0.15	1	30%	0,3	280	Agak Kritis
SL-4	51	5	5%	0.25	3	30%	0,9	365	Potensial Kritis
SL-5	100	5	5%	0.25	5	30%	1,5	405	Potensial Kritis
SL-6	117	5	5%	0.25	1	30%	0,3	205	Kritis
SL-7	228	5	5%	0.25	5	30%	1,5	410	Potensial Kritis
SL-8	1,539	5	5%	0.25	5	30%	1,5	405	Potensial Kritis
SL-9	1,818	3	5%	0.15	5	30%	1,5	450	Tidak Kritis
SL-10	1,241	3	5%	0.15	5	30%	1,5	325	Agak Kritis
SL-11	109	5	5%	0.25	1	30%	0,3	225	Kritis
SL-12	722	5	5%	0.25	5	30%	1,5	390	Potensial Kritis

Tabel 7. Teknik konservasi lahan pada kawasan sub-DAS Langge, Gorontalo

Satuan lahan	Luas (ha)	Lereng (%)	Erodibilitas	Kedalaman solum (cm)	Kriteria lahan kritis	Teknik konservasi
SL-1	7	1 – 3	0,21	46	Potensial Kritis	NVS
SL-2	109	1 – 3	0,31	55	Agak Kritis	NVS
SL-3	281	3 – 8	0,26	60	Agak Kritis	NVS
SL-4	51	3 – 8	0,23	35	Potensial Kritis	NVS
SL-5	100	8 – 15	0,73	60	Potensial Kritis	NVS
SL-6	117	15 – 25	0,36	73	Kritis	TB, BL, SP;PT;RR;ST
SL-7	228	25 – 40	0,28	68	Potensial Kritis	TG, BL, PH, PT
SL-8	1.539	> 40	0,22	62	Potensial Kritis	TI, TK
SL-9	1.818	15 – 25	0,22	65	Tidak Kritis	TB, BL, SP;PT;RR;ST
SL-10	1.241	25 – 40	0,18	74	Agak Kritis	TG, BL, PH, PT
SL-11	109	> 40	0,30	80	Kritis	TI, TK
SL-12	722	> 40	0,18	100	Potensial Kritis	TI, TK

Keterangan:

NVS = *Natural Vegetative Strips*; TB = teras bangku; BL = Budidaya lorong; TG = Teras gulud; TI = Teras individu; RR = Rorak; TK = Teras kebun; PH = Pagar hidup; ST = Strip rumput; SP = Silvipastura; PT = Tanaman penutup tanah

lapisan atas sekitar 50-300 t/ha/tahun dengan tingkat kerugian Rp. 3-18 juta/ha/tahun akibat berkurangnya kesuburan tanah.

Pada lokasi penelitian, luas lahan usahatani hanya berkisar antara 1-2 ha, sehingga perlu dicarikan alternatif usahatani konservasi yang dapat mengurangi erosi dengan biaya murah. Teknik NVS (*natural vegetative strips*) yang dikembangkan di Filipina sejak 1970-an, utamanya untuk usahatani jagung (Mercado, 2015) dengan penanaman strip rumput alami, seperti serei, sesuai kontur dapat menekan laju erosi dan mempertahankan kesuburan tanah. Teknik ini dapat mengurangi erosi tanah dalam kurun waktu 3-5 tahun dengan biaya murah. Selain itu, perlu diintegrasikan tanaman penguat gulud searah kontur (gamal, kaliandra, turi, rumput gajah), pola tanam searah kontur, dan penutupan permukaan tanah harus

dilakukan sejak awal persiapan usahatani konservasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil survei lapang dan analisis spasial dengan teknik *overlay* peta serta penilaian skoring maka klasifikasi lahan kritis di lokasi penelitian adalah: (1) Lahan “potensial kritis” seluas 2,596 ha (41,06%), terdapat pada lahan SL-1, SL-5, SL-7, SL-8 dan SL-12. Lahan yang termasuk katagori potensial kritis adalah lahan yang bebas dari erosi (masih tertutup vegetasi) atau dengan tingkat erosi ringan. (2) Lahan yang termasuk katagori “agak kritis” seluas 1,631 ha (25,80%), terdapat pada lahan SL-2, SL-3, dan SL-10. (3) Lahan “kritis” seluas 226 ha (3,57%), terdapat pada lahan SL-6 dan SL-11.

Pada sub-DAS Langge, lahan dengan topografi perbukitan terdapat seluas 1.180,6 ha (63,8%), tersebar pada lahan SL-6 sampai SL-12 dengan tingkat kemiringan 12-25%; 25-40%, dan di atas 40%. Alternatif pengelolaan lahan pada daerah ini adalah untuk usahatani konservasi secara mekanis (terasering) atau vegetatif dengan budi daya lorong, penanaman pagar hidup, strip rumput, dan silvipastura (*agroforestry*) menurut kontur

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Ir. Muh Asaad, MSc selaku kepala BPTP Gorontalo yang telah memberikan dukungan materil dan moril selama penulis melakukan penelitian. Terima kasih pula disampaikan kepada teman-teman peneliti BPTP Gorontalo dan Penyuluh BP3K Kabupaten Bone Bolango atas bantuan tenaga dan pikirannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alatorre, L. C., S. Beguería, N. Lana-Renault, A. Navas, and J. M. García-Ruiz. 2012. Soil Erosion and Sediment Delivery in a Mountain Catchment Under Scenarios of Land Use Change Using A Spatially Distributed Numerical Model. *Hydrology and Earth System Sciences* 16(5): 1321–1334. Available at: <http://doi.org/10.5194/hess-16-1321-2012>.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi ke-2. IPB Press Bogor.
- Asdak. C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Cetakan keempat (revisi). UGM Press. Yogyakarta.
- Baja, S. 2012. *Perencanaan Tata Guna Lahan Dalam Pengembangan Wilayah*. Pendekatan Spasial dan Aplikasinya. Edisi ke 1. Penerbit. Andi Offset. Yogyakarta.
- Bateman, I. J., A. P Jones, A. A. Lovett, I. R Lake, and B. H. Day. 2012. Applying Geographical Information Systems (GIS) to Environmental and Resource Economics. *Environmental and Resource Economics* 22: 219–269.
- 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.
- CIDA. 2010. *Environmental Gouvernance and Sustainable Live Hold (ELSP)*. GeoPDF Training Modul-IV. Bone Bolango Site.
- Eva, H and E.F Lambin. 2000. Fires and Land-Cover Change in The Tropics: A Remote Sensing Analysis at The Landscape Scale. *J. Biogeogr.* 27: 765–76.
- García-Lorenzo, M. L., Pérez-Sirvent, C., Martínez-Sánchez, M. J., Molina-Ruiz, J., and Tudela, M. L. 2012. Spatial Distribution and Sources Of Trace Elements In Sediments Affected By Old Mining Activities. *Environmental Monitoring and Assessment* 184(11): 7041–52.
- Goldewijk, K.K. and N. Ramankutty. 2004. Land Use Changes during the Past 300 Years. In *Land Use, Land Cover and Soil Sciences*. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS); UNESCO: Ontario, Goldewijk Canada and Paris, France. Available online: <http://www.eolss.net/outlinecomponents/Land-Use-Land-Cover-Soil-Sciences.aspx>. Diakses pada 10 Maret 2013.
- Greasby, T. A. and S. R Sain. 2011. Multivariate Spatial Analysis of Climate Change Projections. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 16(4): 571–585.
- Herawati, T. 2011. Analisis Spatial Tingkat Bahaya Erosi di Wilayah Cisadane Kabupaten Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam* 7(4): 413–424.
- Jaya. 2006. *Tehnik-tehnik Permodelan Spasial dalam Pengelolaan Sumber- daya Alam dan Lingkungan*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2006. Lampiran Peraturan Menteri Pertanian No 47/Permentan/OT.140/10/2006 tanggal 6 Oktober 2006 tentang Pedoman Umum Budidaya Pertanian di Lahan Pengunungan.
- Kementerian Kehutanan. 2009. Lampiran Peraturan Menteri Kehutanan No. 32/Menhut-II/2009 tanggal 11 Mei 2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRHL-DAS).
- Lambin, E.F. and H.J.Geist. 2006. *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts*; Springer: Berlin, Germany.
- Mahmoudi, B., F. Bahtiari, M. Hamidifar and A. Daneh Kar. 2010. Effect of Landuse Change and Erosion on Physical and Chemical Properties of Water (Karkhe Watershed). *Int. J. Environment Research*, 4 (2): 217-228

- Mercado, A. 2015. Bulletin AgroFor Sulawesi. Edisi Khusus. Kumpulan kisah sukses. ICCRAF Southeast Asia Regional Office. Bogor.
- Prahasta, E. 2009. Sistem Informasi Geografis: Konsep-Konsep Dasar. Informatika, Bandung.
- Rey, F. 2003. Influence of vegetation distribution on sediment yield in forested gullies. *J.Catena*, 50: 549-562.
- Rayes, M.L. 2006. Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Sadeghi, S. H. R., Kh. Jalili and D. Nikkami. 2009. Land use optimization in watershed scale. *J. Land Use Policy*, 26, 186-193.
- Sandi, I. W. dan A. Rahman. 2012. Aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG) Berbasis Data Raster untuk Pengkelasan Kemampuan Lahan di Provinsi Bali dengan Metode Nilai Piksel Pembeda. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan* 19(1): 21–29.
- Turner, B.L., W.B. Meyer, and D. Skole. 1994. Global land-use/land-cover change: Towards an Integrated Program Of Study. *J.Ambio*. 23: 91–95.
- 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.
- Verburg, P.H., J. van de Steeg, A. Veldkamp, and L. Willemen,. 2009. From land cover change to land function dynamics: A major challenge to improve land characterization. *J. Environ. Manage.*, 90, 1327–1335.
- Wischmeier, W.H., C.B. Johnson, and B.V. Cross. 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *J. Soil and Water Conserv.* (26): 189 - 193
- Wischmeier, W.H. and D.P. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses A Guide to Conservation Planning .USDA Agric. Handbook (537): 58 pp
- Zubair, A., R.H. Matondang, A. Rahman, A. Mulyani dan R. Sugrawijaya. 2006. Pewilayahan Komoditas Pertanian Unggulan Berdasarkan Zona Agroekologi (ZAE) skala 1 : 50.000 di Kabupaten Bone Bolango. Proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Gorontalo.