

APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DALAM MEMPREDIKSI EROSI DENGAN METODE USLE DI SUB DAS DUMOGA

Surono¹, Jailani Husain², Yani E.B. Kamagi, Jeane Lengkong³

¹Mahasiswa Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian UNSRAT

^{2,3,4}Dosen Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UNSRAT

suronogerrard@yahoo.com

Abstract

The objective this study was to predict erosion rate and erosion hazard level in Dumoga Sub-watershed. The study is expected to provide spatial information on erosion rate and erosion hazard level in Dumoga Sub-watershed, particularly for spatial planning as well as soil and water conservation. Erosion was predicted employing USLE while spatial analysis was conducted using Geographic Information Systems (ArcView 3.3). Rainfall data were collected from three weather stations, erodibility values obtained by analyzing samples from three soil types, slope categories were determined using DEM (Digital Elevation Model), values of the landuse and soil conservation were determined by means of satellite image interpretation in and field survey as well. It was found that soil erosion ranged from 0.39 to 16.800 tonnes /ha/year. The lowest erosion rate occurred on forest land and ricefield with hacing flatslope. The highest erosion rate was identified on farm land having very steep slope. Erosion hazard level varied from verylow to very severe. It is necessary to perform soil and water conservation measured on the land experiencing severe to very severe erosion hazard as to reduce soil erosion.

Keywords: Erosion, Geographic Information System, Watersheed

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk memprediksi laju erosi dan tingkat bahaya erosi yang terjadi di Sub-DAS Dumoga. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi secara spasial mengenai laju erosi dan tingkat bahaya erosi yang terjadi di Sub-DAS Dumoga, terutama bagi perencanaan tata ruang serta arahan konservasi tanah dan air di Sub-DAS Dumoga. Metode prediksi erosi menggunakan metode USLE dan menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis (Arcview 3.3) untuk analisis spasial. Parameter yang diukur yaitu curah hujan dari tiga stasiun penakar, nilai erodibilitas didapatkan dari hasil analisis sampel 3 jenis tanah, nilai kelas lereng menggunakan analisis DEM (Digital Elevation Model), peta dan nilai penggunaan serta konservasi lahan berdasarkan interpretasi citra satelit tahun 2011 dan survei lapangan 2012. Hasil penelitian menunjukkan laju erosi Sub-DAS Dumoga berkisar 0,39-16.800 ton/ha/tahun, laju erosi rendah terjadi pada lahan hutan dan sawah dengan kelerengan datar. Laju erosi tertinggi terjadi pada lahan ladang dengan kelerengan sangat curam. tingkat bahaya erosi di Sub-DAS Dumoga meliputi sangat ringan hingga sangat berat. Dengan demikian maka diperlukan upaya-upaya konservasi pada lahan yang mengalami tingkat bahaya erosi yang berat hingga sangat berat, sehingga tingkat bahaya erosi dapat diturunkan.

Kata kunci : Erosi, Sistem Informasi Geografis, DAS

PENDAHULUAN

Seiring pesatnya pertumbuhan penduduk, kebutuhan manusia akan bahan pangan juga terus meningkat. Namun di sisi lain, tanah sebagai faktor utama produksi pertanian terus mengalami penurunan, baik secara kualitas maupun kuantitas. Penurunan kualitas dan kuantitas tanah dapat terjadi sekaligus akibat erosi. Erosi dapat mengakibatkan hilangnya lapisan tanah yang relatif kaya unsur hara dan bahan organik serta memiliki sifat fisik yang baik bagi tempat akar tanaman berjangkar (Sutrisna *et al.*, 2010). Erosi di seluruh dunia, selama lebih kurang 40 tahun terakhir, telah menyebabkan 30% tanah subur menjadi tidak produktif (Pradhan *et al.*, 2011), dan sekitar 60% tanah tererosi menutupi aliran sungai dan danau, dan menyebabkan sering terjadinya banjir, serta adanya kontaminasi dari pupuk dan pestisida (Pimentel, 2006). Berdasarkan hasil laporan BPDAS TONDANO (2003) erosi yang terjadi pada lahan pertanian di Sub-DAS Dumoga mencapai 1000-5000 ton/ha/tahun. Lahan terbuka merupakan wilayah yang mengalami erosi paling berat. Laju pembukaan lahan baru dan alih fungsi lahan yang terjadi Sub-DAS Dumoga telah mempengaruhi besar erosi. Erosi di Sub-DAS Dumoga mengakibatkan masalah seperti pendangkalan pada saluran irigasi sehingga menghambat air irigasi untuk bisa mengairi lahan sawah. Akibatnya, banyak sawah di banyak tempat di Sub-DAS Dumoga tidak lagi mendapat air irigasi dari saluran utama.

Dalam perhitungan dan prediksi erosi, sampai saat ini metode yang masih sering digunakan adalah metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) yang dikembangkan di *National Runoff and Soil Loss Data Center* yang didirikan pada tahun 1954 oleh *The Science Education Administration* Amerika Serikat bekerja sama dengan universitas Purdue (Arsyad, 2010). Seiring kebutuhan manusia akan informasi yang cepat dan akurat, serta berkembangnya teknologi, maka banyak pekerjaan manusia dilakukan jauh lebih mudah dan le-

bih praktis. SIG banyak membantu kita dalam memvisualisasikan dunia nyata ke dalam bentuk 2 dan 3 dimensi, termasuk dalam menganalisis data lapangan yang kompleks menjadi informasi yang mudah dipahami. Di dalam pekerjaan survei dan evaluasi lahan, SIG mempermudah aktivitas pra survei, termasuk untuk memudahkan identifikasi mengenai potensi-potensi alam yang tersebar di suatu wilayah.

Sub-DAS Dumoga terus mengalami perubahan penggunaan lahan, terutama pada kawasan lindung, di mana hutan telah dikonversi menjadi ladang atau perkebunan, dan pemukiman yang terus bertambah sehingga kemungkinan degradasi/erosi tanah yang terjadi semakin besar pada lahan-lahan tersebut. Sub-DAS Dumoga sebagian besar wilayahnya termasuk ke dalam wilayah siaga pemekaran dari Kabupaten Bolaang Mongondow menjadi Bolaang Mongondow Tengah, oleh karena itu perlu diperhatikan perencanaan tata ruang serta konservasi tanah dan air, namun timbul pertanyaan darimana upaya konservasi tersebut akan dimulai. Maka, hal tersebut sangat penting diketahui oleh pemerintah yang berwenang, maupun oleh masyarakat setempat nantinya. SIG digunakan sebagai alat analisis karena terbatasnya waktu, biaya serta luasnya lokasi penelitian dan untuk memudahkan prediksi erosi pada Sub-DAS Dumoga secara spasial.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Sub DAS Dumoga, DAS Dumoga-Mongondow, Laboratorium Fisika dan Koservasi Tanah, Kimia dan kesuburan Tanah dan Laboratorium SIG Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UNSRAT pada November 2012 sampai Februari 2013. Alat dan bahan yang digunakan adalah Peta RBI lembar Imandi dan Doluduo, Peta dasar Das Dumoga yang berisi Peta Administrasi, Penggunaan Lahan, Peta Topografi, serta Peta Jenis dan Kedalaman

Tanah, data curah hujan maksimal 10 tahun terakhir dari stasiun terdekat, atau yang ada tersedia, GPS, computer dan aplikasi GIS (Arcview 3.3). metode prediksi erosi yang digunakan adalah metode USLE dengan mengukur parameter erosivitas curah hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, serta penggunaan lahan dan konservasi yang diterapkan di lahan tersebut.

Data curah hujan didapatkan dari BMKG-SULUT dan BP3K Dumoga Utara yang mewakili 3 stasiun penakar curah hujan. Penentuan nilai erosivitas menggunakan persamaan Lenvain untuk data curah hujan bulanan, yang di modifikasi oleh Departemen Kehutanan (1998), dan analisis spasial dengan menggunakan metode Thiessen Polygon pada program Arcview 3.3. Nilai erodibilitas tanah didapatkan melalui analisis sampel 3 jenis sampel tanah (Inceptisol, Ultisol, dan Entisol). Analisis meliputi penentuan nilai permeabilitas dengan metode beda tinggi tetap (Dariah *et al.*, 2005). Analisis kelas tekstur metode pipet (Agus *et al.*, 2005). Analisis bahan organik metode Walkey and Black (Sulaeman *et al.*, 2005). Penentuan nilai struktur dilakukan dilapangan dengan mengambil segenggam gumpalan tanah, sebaiknya dalam keadaan lembab, yang kemudian ditekan sampai pecah dengan memperkeras genggamannya. Pecahan tersebut merupakan agregat atau gabungan agregat. Agregat-agregat tersebut kemudian diamati dan ditentukan bentuk, ukuran dan kekasarannya dengan bantuan alat kaca pembesar (Hardjowigeno, 2003). Penentuan kelas lereng menggunakan Analisis *Digital Elevation Model* (DEM), nilai kelas lereng berdasarkan RTKRHL-DAS Departemen Kehutanan (2009). Peta Penggunaan lahan berdasarkan hasil interpretasi citra satelit dan survey lapangan, dan NILAI indeks penggunaan dan konservasi lahan berdasarkan RTKRHL-DAS Departemen Kehutanan (2009).

Analisis erosi dengan menggunakan metode USLE (Wischmeier and Smith, 1978). Adapun persamaan ini adalah:

$$A = R . K . L . S . C . P$$

dimana :

- A: Jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun (ton/ha/tahun)
- R: Indeks daya erosi curah hujan (erosivitas hujan)
- K: Indeks kepekaan tanah terhadap erosi (erodibilitas tanah)
- L: Faktor panjang lereng
- S: Faktor kemiringan lereng
- C: Faktor tanaman (vegetasi)
- P: Faktor usaha-usaha pencegahan erosi (konservasi)

Analisis nilai erosi (A) dilakukan dengan analisis spasial dengan cara saling menumpang susun (teknik *overlay*) Peta Hujan, Peta Tanah, Peta Kelas Lereng, dan Peta Penggunaan Lahan, dan menghasilkan Peta Erosi. Penentuan kelas tingkat bahaya erosi berdasarkan Peta Kedalaman Tanah efektif (Hardjowigeno, 2003) yang kemudian ditumpang susun dengan Peta Erosi, dan menghasilkan Peta Tingkat Bahaya Erosi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Erosivitas Curah Hujan

Hasil analisis nilai indeks erosivitas curah hujan Sub DAS Dumoga dari 3 stasiun penakar curah hujan yaitu untuk stasiun BP3K Dumoga sebesar 733,61 dengan curah hujan rata-rata tahunan selama sepuluh tahun (2002-2011) adalah 1356,35 mm/tahun, stasiun Motabang sebesar 3231,77 dengan curah hujan rata-rata tahunan 3902,80 mm/tahun, stasiun BPPK Dumoga Utara sebesar 2024,73 dengan curah hujan tahunan rata-rata 2820,75 (Lampiran 1). Besarnya curah hujan, intensitas serta distribusinya menentukan kekuatan dispersi kekuatan hujan terhadap tanah, jumlah dan aliran permukaan serta tingkat erosi yang terjadi (Arsyad, 2010).

b. Erodibilitas Tanah

Berdasarkan Peta Jenis Tanah, Sub DAS Dumoga mempunyai 3 jenis tanah pada tingkat ordo (klasifikasi USDA, 2010), yaitu ordo Inceptisol yang tersebar di seluruh kecamatan Dumoga Utara, Dumoga Timur, Dumoga Barat, dan sebagian

wilayah kecamatan Lolak dan Bolaang. Ordo Entisol yang terdapat di daerah pesisir Kecamatan Lolak dan ordo Ultisol yang terdapat pada sebagian kecil wilayah timur Kecamatan Bolaang. Berdasarkan hasil uji laboratorium, jenis tanah Inceptisol memiliki nilai erodibilitas yang paling tinggi karena faktor permeabilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan dua jenis tanah lain (Lampiran 2). Permeabilitas tanah dalam hubungannya dengan erosi adalah berkenaan dengan laju infiltrasi. Karena kapasitas laju infiltrasi tanah menentukan banyaknya air yang akan mengalir di permukaan sebagai aliran permukaan (Suripin, 2001) dan menyebabkan tanah lapisan atas mudah terbawa atau peka terhadap gerakan aliran permukaan, karena semakin besar kapasitas laju infiltrasi, maka semakin kecil laju aliran permukaan dan sebaliknya.

Hasil uji laboratorium juga menunjukkan bahwa tanah Inceptisol memiliki kandungan debu yang paling tinggi, yaitu 64,62 % dibandingkan dengan sampel tanah Ultisol dan Entisol. Tanah akan lebih mudah tererosi apabila dalam kandungan debu sangat tinggi. Tanah sangat peka terhadap erosi jika kandungan debu berkisar pada 40-60% (Dariah *et al.*, 2004). Kombinasi jumlah debu yang tinggi dan permeabilitas buruk menyebabkan nilai erodibilitas tanah Inceptisol jauh lebih tinggi dibandingkan sampel dari tanah Entisol dan Ultisol.

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa nilai permeabilitas tanah jenis Entisol adalah tertinggi dibandingkan tanah Ultisol dan Inceptisol, hal ini terjadi karena komposisi pasir tanah Entisol tinggi, yaitu 50,05 %, sehingga tanah mudah melewati air dan mengurangi terjadinya aliran permukaan. Sifat tanah Ultisol umumnya adalah lapisan permukaan yang tercuci berwarna kelabu cerah sampai kekuningan di atas horison akumulasi yang bertekstur relatif berat, agregat kurang stabil dan permeabilitas rendah dengan kandungan bahan organik rendah. Ultisol adalah tanah dengan horison argilik bersifat masam dengan kejenuhan basa rendah, pH tanah rendah, kapasitas tukar kation rendah, unsur hara rendah, kadar Al tinggi sehingga meracuni

tanaman dan menyebabkan terjadinya fiksasi P (Hardjowigeno, 1993).

Berdasarkan hasil uji laboratorium, walaupun kadar bahan organik yang didapatkan tergolong rendah, namun karena nilai permeabilitas agak cepat, sehingga nilai erodibilitas rendah.

c. Kelas Lereng

Keadaan topografi Sub DAS Dumoga bervariasi mulai dari datar dengan kemiringan 0 – 8% dengan luas 22.997,84 Ha (Lampiran 3), hingga sangat curam dengan kemiringan lereng > 40%. Kawasan dengan topografi datar hingga landai terdapat di sepanjang aliran sungai Dumoga yang mengalir dari selatan ke utara, dengan didominasi oleh persawahan serta pemukiman. Sedangkan kawasan yang tergolong curam hingga sangat curam tersebar di sepanjang pegunungan di utara, selatan serta barat Sub DAS. Kemiringan lereng memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap terjadinya erosi. Semakin besar kemiringan lereng maka laju aliran permukaan semakin tinggi dan kemampuan tanah untuk meresapkan air semakin kecil, inilah yang menyebabkan daerah yang memiliki kelerengan besar potensi erosinya lebih besar (Miardini dan Harjadi, 2011).

d. Penggunaan Lahan dan Faktor Konservasi

penggunaan lahan yang paling luas di Sub DAS Dumoga adalah hutan dengan luas 30.118,978 Ha dan mencakup 40,47%. Hutan tersebar di sepanjang pegunungan yang ada di sisi barat daya, dan utara Sub DAS, dan masuk ke dalam kawasan lindung Taman Nasional Bogani Nani Wartabone. Kebun campuran menduduki urutan kedua yaitu dengan luas 16.643,555 Ha (Lampiran 4). Lahan sawah umumnya terdapat di daerah yang mempunyai kelerengan 0 – 15 % dan paling banyak terdapat di sepanjang sungai Dumoga, serta di sekitar wilayah pemukiman penduduk.

Tegalan merupakan penggunaan lahan yang paling kecil, dengan persentase 0,2 % dari total wilayah Sub DAS Dumoga. Tegalan tersebar di bagian barat Sub-

DAS Dumoga, tepatnya di desa Toraut, Tumokang Utara, dan Mopugat Utara. Tegalan ini sebelumnya adalah sawah irigasi intensif, namun akibat saluran irigasi yang ada rusak sehingga aliran air tak lagi mencukupi untuk melakukan pengolahan tanah. Tanaman yang ditanam di lahan tegalan umumnya adalah bermacam-macam jenis palawija seperti jagung, kedelai, dan kacang hijau.

Ladang yang diusahakan di Sub DAS Dumoga umumnya merupakan lahan konversi dari hutan yang dirambah oleh penduduk. Kawasan hutan lindung yang ada di Sub DAS Dumoga, terutama yang paling dekat dengan pemukiman telah dirambah oleh penduduk sekitar, dan dialihfungsikan menjadi ladang. Tanaman yang banyak ditemukan di kawasan perladangan ini umumnya adalah jenis tanaman palawija seperti jagung, dan cabe.

Berdasarkan beberapa hasil studi menunjukkan bahwa konversi hutan menurunkan kualitas tanah, tetapi akan meningkat kembali dengan pemberaan, penerapan konservasi tanah yang tepat atau dengan sistem agroforestri (Alwi *et. al*).

e. Laju Erosi

Pendugaan erosi dilakukan dengan mengukur variabel – variabel erosi meliputi erosivitas hujan, erodibilitas tanah, faktor panjang dan kemiringan lereng serta jenis penggunaan lahan. Berdasarkan hasil analisis erosi metode USLE dengan menggunakan perangkat SIG, Sub DAS Dumoga terbagi menjadi 58 satuan lahan. Semua satuan lahan mempunyai nilai erosi yang bervariasi, mulai dari yang terendah 0,390 ton/ha/tahun yang terdapat pada lahan dengan kemiringan 0 – 8%, hingga yang paling tinggi pada erosi maksimum yaitu 16.800 ton/ha/tahun yang terdapat pada lahan dengan kemiringan >40% (Lampiran 5). Jumlah erosi total Sub DAS Dumoga dari semua satuan lahan adalah 67.595 ton/ha/tahun. Kemiringan lereng mempunyai pengaruh sangat besar pada besarnya erosi yang terjadi pada setiap jenis penggunaan lahan yang ada. Nilai erosi minimum biasanya terjadi pada kawasan yang berlereng datar hingga landai. Sebaliknya,

erosi maksimum umum dijumpai pada lereng curam hingga sangat curam.

pendugaan erosi pada variabel penggunaan lahan menunjukkan hasil dimana jumlah erosi paling rendah terjadi pada lahan hutan, yaitu 0,39 ton/ha/tahun. Hal ini terjadi karena hutan memiliki struktur vegetasi yang berlapis. Air hujan tidak langsung mengenai permukaan tanah, akan tetapi tertahan lebih awal pada strata paling atas, terus ke strata kedua, sampai jatuh ke permukaan juga masih tertahan oleh serasah, ranting-ranting pohon (Lampiran 6).

f. Tingkat Bahaya Erosi

Penentuan tingkat bahaya erosi (TBE) ditentukan dengan pendekatan Peta Kedalaman Tanah sesuai Tabel dan hasil analisis erosi metode USLE. Kedalaman tanah yang dimaksud adalah kedalaman efektif tanah. Kedalaman efektif tanah merupakan kedalaman tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman, yaitu sampai pada lapisan yang tidak dapat ditembus oleh akar tanaman (Rayes, 2007). Berdasarkan Peta Kedalaman Tanah yang tersedia, diketahui bahwa kedalaman tanah yang paling dominan adalah > 90 cm, dengan luas mencapai 65.973,943 Ha dengan 88,6% dari seluruh luas wilayah Sub DAS (Lampiran 7).

Hasil analisis tingkat bahaya erosi (TBE) menunjukkan wilayah Sub DAS Dumoga yang mengalami erosi sangat berat mencapai 21.916,414 Ha dengan persentase 29,45 %. Tingkat bahaya erosi sangat ringan mendominasi luas wilayah hingga 49,22% Sub DAS (Lampiran 8). Faktor utama penyebab tingginya tingkat bahaya erosi yang sangat berat, adalah penggunaan lahan yang kurang sesuai dengan kondisi topografi lahan tersebut. Penggunaan lahan dengan tingkat bahaya erosi sangat berat terjadi pada penggunaan ladang pada kelerengan > 40%, serta tidak diberlakukannya kaidah-kaidah konservasi pada lahan tersebut.

Kondisi kemiringan lereng yang curam tanpa dilakukannya tindakan konservasi akan menurunkan kapasitas infiltrasi tanah, memperbesar jumlah aliran permukaan serta kecepatan aliran permu-

kaan, dengan demikian memperbesar energi angkut aliran permukaan dan erosi menjadi berat (Dewi *et al.*, 2012).

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

1. Hasil analisis pendugaan erosi menggunakan metode USLE, serta sistem informasi geografis (SIG) sebagai alat bantu, maka didapatkan jumlah erosi total dari setiap satuan lahan Sub DAS Dumoga hingga 67.595 ton/ha/tahun. Erosi minimal yang terjadi adalah 0,39 ton/ha/tahun yang terjadi pada lahan hutan dengan kemiringan lahan 0 – 8%. Erosi maksimal terjadi adalah 16.800 ton/ha/tahun pada penggunaan ladang dengan kemiringan > 40%.
2. Nilai tingkat bahaya erosi yang didapat berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa wilayah Sub DAS Dumoga yang mengalami erosi sangat berat mencapai 21.916,414 Ha dengan persentase 29,45 % umumnya terjadi pada lahan dengan kedalaman tanah >90 cm. Kelas bahaya erosi sangat ringan mendominasi total wilayah hingga 49,22 %, dengan luas 36.631,72 Ha, dan umumnya juga dengan kedalaman tanah > 90 cm.

b. Saran

1. Perlu diadakan upaya penyuluhan terhadap petani serta instansi setempat untuk melakukan konservasi tanah terutama pada lahan-lahan yang telah mengalami erosi yang sangat berat, terutama pada lahan dengan kelerengan curam hingga sangat curam yang diusahakan sebagai lahan pertanian.
2. Perlu adanya penelitian yang lebih lanjut mengenai erosi di Sub DAS Dumoga, namun dengan pendekatan metode yang lain, atau dalam skala petak kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. Yusrial, S. Sutono. 2005. *Penetapan Tekstur Tanah : Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Pusat Penelitian dan Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslitbangtanak). Bogor
- Alwi, La Ode., Naik Sinukaban, Soleh Solahuddin, Dan Hidayat Pawitan. (2011). *Kajian Dampak Dinamika Penggunaan Lahan Terhadap Erosi dan Kondisi Hidrologi Das Wanggu*. J. Hidrolitan, Vol 2 : 2 : 74-86.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor
- BPDAS-Tondano. 2003. *Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah : Buku I*. Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Tondano. Manado
- Dariah, Ai, Yusrial, Mazwar. 2005. *Penetapan Konduktivitas Hidrolik Tanah Dalam Keadaan Jenuh: Metode Laboratorium : Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Pusat Penelitian dan Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslitbangtanak). Bogor
- Departemen Kehutanan. 1998. *Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai*. Departemen Kehutanan Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. Jakarta
- Dewi, I Gusti Ayu Surya Utami, Ni Made Trigunasih, Tatiek Kusmawati. 2012. *Prediksi Erosi dan Perencanaan Konservasi Tanah Dan Air Pada Daerah Aliran Sungai Saba*. E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika. Vol.1 No. 1.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- _____. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta
- Miardini, A. B. Harjadi. 2011. *Aplikasi Penginderaan Jauh dan SIG dalam Penilaian Potensi Erosi Permukaan Secara Kualitatif di Daerah Tangkapan Waduk Kedung Ombo*. Jurnal Forum Geografi, Vol. 25, No. 2: 152 – 163.
- Pimentel, D. 2006. *Soil Erosion : Food and Environmental Threat*. Journal of Environment, Development and Sustainability. 8: 119-137
- Pradhan, B, A. Chaudhari, J. Adinarayana, F. Manfred., and Buchroithner. 2011. *Soil Erosion Assessment and its Correlation with Landslide Events using*

- Remote Sensing Data and GIS: A Case Study at Penang Island, Malaysia.* Environmental Monitoring and Assessment 1-13
- Rayes, M.L. 2007. *Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan.* Andi Yogyakarta
- Sulaeman, Suparto, Eviati. 2005. *Petunjuk Teknis ANALISIS KIMIA TANAH, TANAMAN, AIR, DAN PUPUK.* Pusat Penelitian dan Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslitbangtanak). Bogor
- Suripin. 2001. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air.* Andi. Yogyakarta
- Sutrisna. N, S.R.P.Sitorus. , K. Subagyo. 2010. *Tingkat Kerusakan Tanah di Hulu Sub DAS Cikapundung Kawasan Bandung Utara.* Jurnal Tanah dan Iklim No. 32
- Wischmeier, W.H., and D.D. Smith. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses : A Guide to Conservation Planning.* USDA Agric, Handb. No. 537

Lampiran 1.

Tabel 1. Sebaran Curah Hujan Tahunan, Nilai R serta Luas Wilayah yang Terwakili

No	Stasiun	CH rata-rata tahunan (mm)	Nilai R	Luas (Ha)	%
1.	BP3K Dumoga Timur	1356,345	733,61	42.990,889	57,76
2.	BP3K Dumoga Utara	2820,75	2024,73	20.883,865	28,06
3.	Stasiun Motabang, Lolak	3902,8	3231,97	10.552,161	14,18
Jumlah				74.426,915	100

Sumber : BMKG SULUT, Stasiun Penakar BPPK Dumoga Utara

Lampiran 2

Tabel 2. Hasil Analisis Nilai Erodibilitas

No	Jenis tanah	Kelas tekstur (m)	Kelas struktur (b)	Bahan organik (a)	Permeabilitas (c)	K Uji
1.	Inceptisol	Lempung berdebu	Halus	Sedang	Sedang	0,52
2.	Ultisol	Lempung	Sedang	Rendah	Agak cepat	0,20
3.	Entisol	Lempung	Sedang	Rendah	Cepat	0,26

Sumber : Hasil analisis Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, UNSRAT

Lampiran 3

Tabel 3. Luas Lereng, Persentase, serta Nilai Faktor LS

No	Lereng (%)	Luas (Ha)	%	L	S
1.	0 – 8	22.997,842	30,90	2,1	0,5
2.	8 – 15	7.206,645	9,68	2,1	1,4
3.	15 – 25	20.124,046	27,04	2,1	3,1
4.	25 – 40	21.826,091	29,33	2,1	6,1
5.	> 40	2.272,291	3,05	2,1	11,9
Jumlah		74426.915	100,00		

Sumber : Hasil Analisis Peta Topografi (2013) dan Panduan RTKRHL-DAS Departemen Kehutanan (2009)

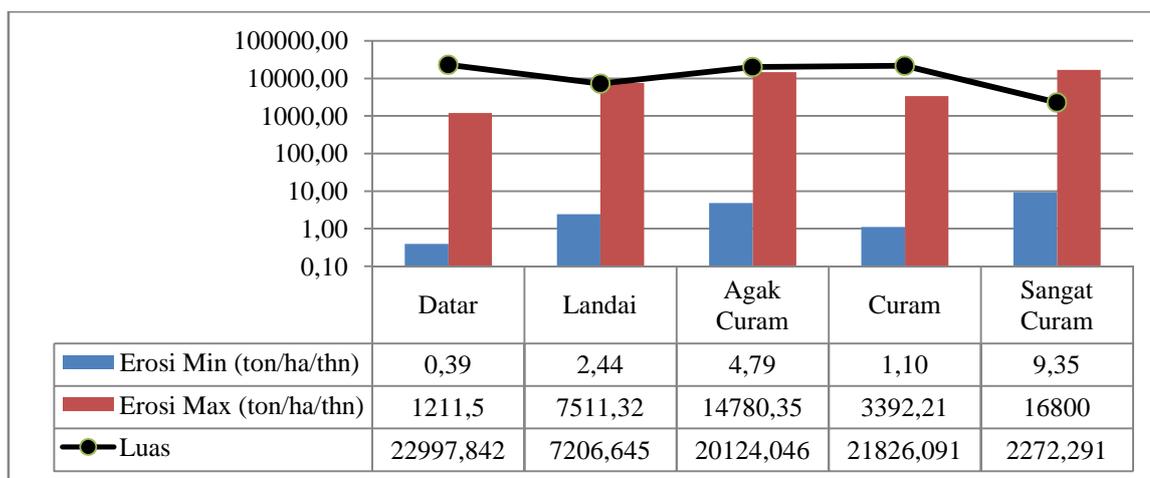
Lampiran 4

Tabel 4. Luas dan Persentase serta Nilai Faktor C dan P Penggunaan Lahan di Sub DAS Dumoga

No	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	%	Nilai C	Nilai P
1	Hutan	30.118,978	40,47	0,001	1,00
2	Kebun campuran	16.643,555	22,36	0,200	1,00
3	Kelapa	2.414,035	3,24	0,700	1,00
4	Ladang	7.853,573	10,55	0,400	1,00
5	Mangrove	488,809	0,66	0,085	1,00
5	Pemukiman	1.773,912	2,38	0,700	1,00
7	Sawah	11.799,330	15,85	0,010	1,00
8	Semak belukar	2.813,438	3,78	0,300	1,00
9	Tambak	370,293	0,5	0,010	1,00
10	Tegalan	150,992	0,20	0,700	1,00
Jumlah		74.426,915	100		

Sumber : Hasil Interpretasi Satelit 2011 dan Survei Lapangan 2012

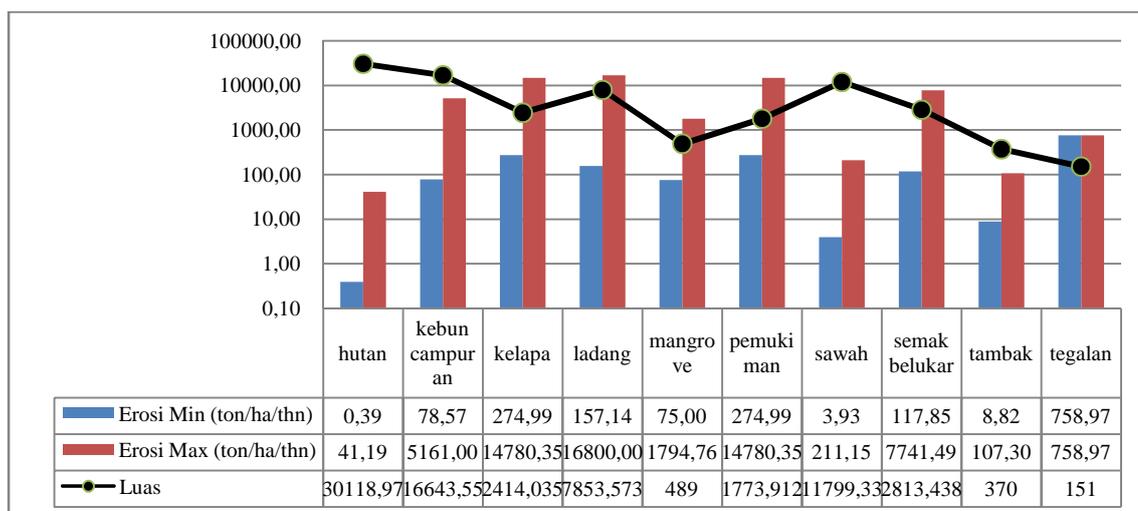
Lampiran 5



Gambar 1.

Erosi pada Variabel Kelas Lereng Sub DAS Dumoga

Lampiran 6



Gambar 2.
Erosi Minimal-Maksimal pada Variabel Penggunaan Lahan Sub
DAS Dumoga

Lampiran 7

Tabel 5. Kedalaman Efektif Tanah Sub DAS Dumoga

No	Kedalaman Efektif	Luas (Ha)	%
1	< 30 cm	1.937,626	2,603394
2	30 - 60 cm	4,735	0,006362
3	60 - 90 cm	6.510,611	8,747657
4	> 90 cm	65.973,943	88,64259
Jumlah		74.426,915	100

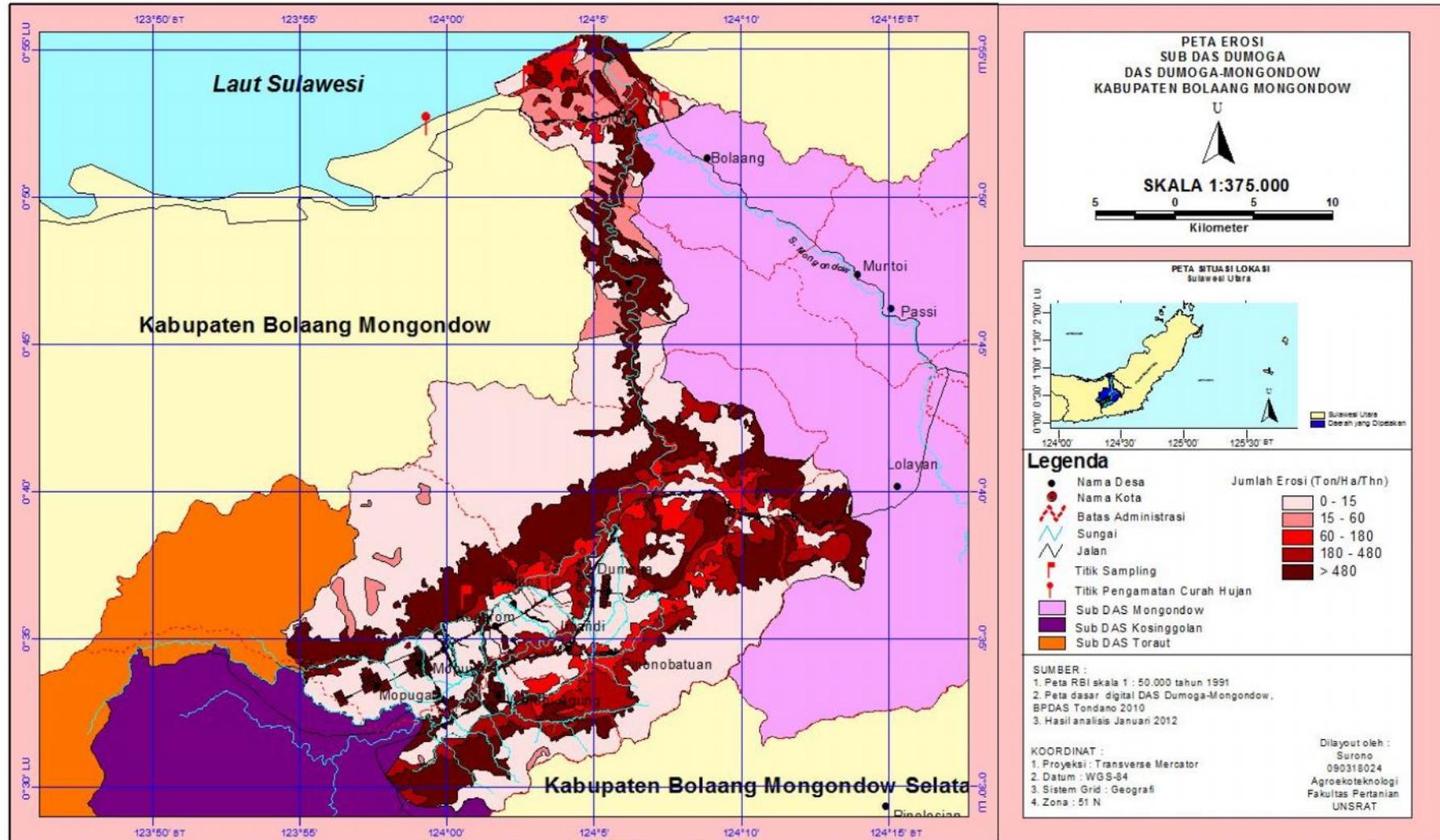
Sumber : Peta Kedalaman Tanah (BPDAS Tondano) 2012

Lampiran 8

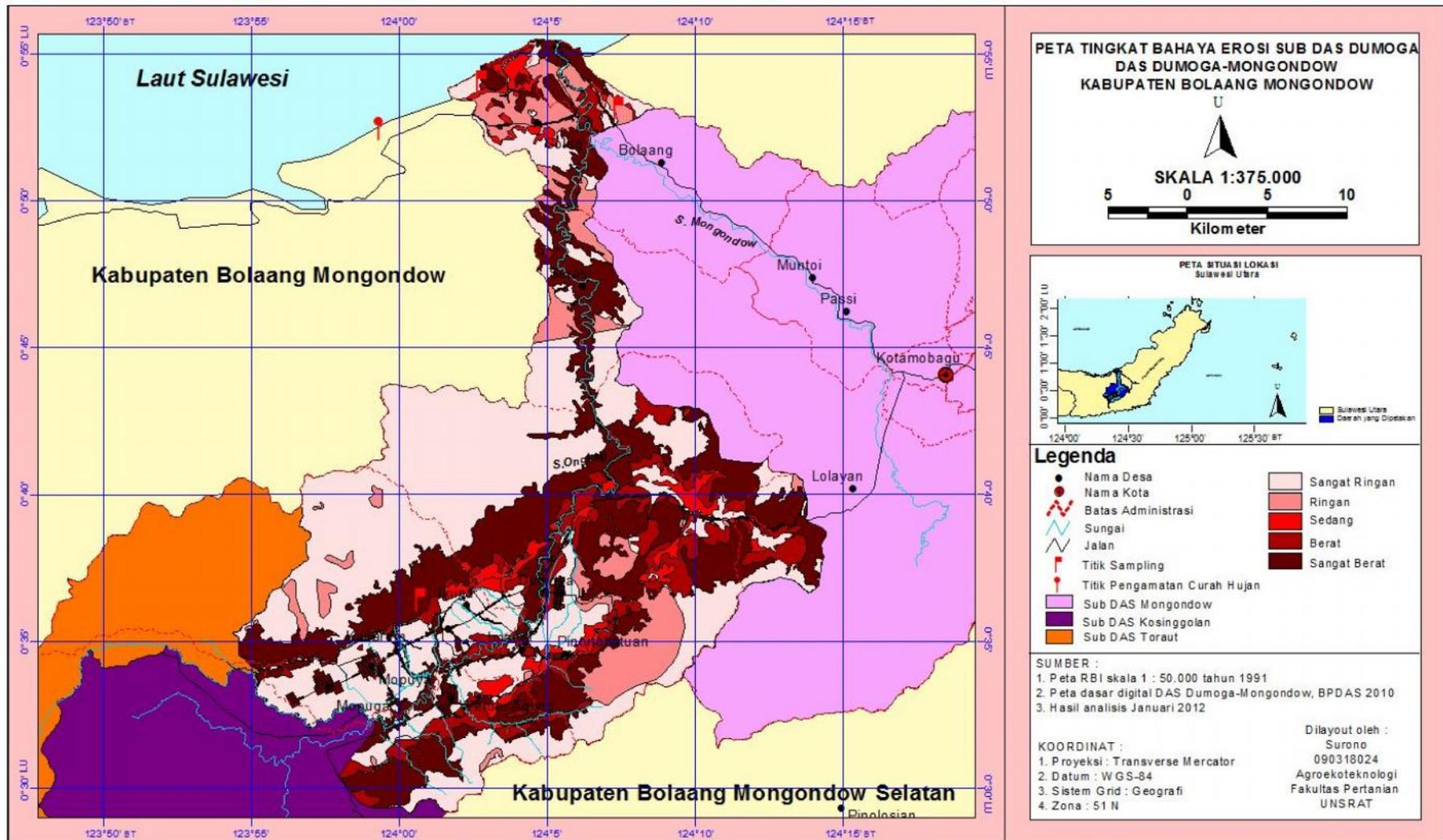
Tabel 6. Tabel Tingkat Bahaya Erosi Sub DAS Dumoga

No	Kelas Bahaya Erosi	Luas (Ha)	%
1	Sangat Ringan	36.631,72	49,22
2	Ringan	4.800,25	6,45
3	Sedang	5.145,37	6,913
4	Berat	5.933,16	7,972
5	Sangat Berat	21.916,414	29,45
Jumlah		74.426,915	100

Lampiran 9. Peta Laju Erosi Dan Peta Tingkat Bahaya Erosi Sub-DAS Dumoga



Gambar 3.
Peta Erosi Sub DAS Dumoga



Gambar 4.
Peta Tingkat Bahaya Erosi Sub
DAS Dumoga