

EVALUASI STATUS KERUSAKAN LAHAN DATARAN TINGGI
AKIBAT PRODUKSI BIOMASA DI KABUPATEN PROBOLINGGO
JAWA TIMUR

Purwadi dan Siswanto

RINGKASAN

Wilayah dataran tinggi kabupaten Probolinggo sangat berpotensi terjadinya degradasi lahan. Berdasarkan informasi awal dari Balai Lingkungan Hidup (BLH) kabupaten Probolinggo, di wilayah tersebut menunjukkan telah mengalami degradasi lahan disebabkan oleh alih fungsi dari lahan, penggunaan lahan yang curam dan tata guna lahan yang kurang tepat, menyebabkan erosi, sedimentasi dan pendangkalan sungai. Sebagai akibatnya menyebabkan banjir serta degradasi kesuburan tanah, lahan menjadi kritis, yang pada akhirnya produksi pertanian menurun dan mengurangi pendapatan petani.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan evaluasi status kerusakan lahan akibat produksi biomasa di wilayah dataran tinggi yang meliputi 7 (tujuh) kecamatan yaitu Gading, Tiris, Kuripan, Krucil, Sukapura, Lumbang dan Sumber.

Metode penelitian menggunakan studi kasus, sebagai obyek lahan berdasarkan survey skala semi detail dengan perbandingan 1 : 50.000. Penentuan lokasi pengambilan sampel tanah dipilih berdasarkan *overlay* atau *superimpose* atas beberapa peta tematik guna memperoleh gambaran tentang areal yang berpotensi mengalami kerusakan lahan. Pengambilan data penelitian meliputi (1) Identifikasi kondisi awal tanah dilakukan melalui inventarisasi data sekunder dan/atau data primer (2) Analisa sifat-sifat dasar tanah, mencakup pengamatan lapangan maupun analisis laboratorium terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah, (3) Evaluasi sifat fisik, kimia dan biologi tanah untuk menentukan status kerusakan tanah.

Kesimpulan dari penelitian, ini yaitu: kecamatan Gading Tiris, Kuripan, Krucil, Sukapura, Lumbang dan Sumber, mempunyai kendala yang mempengaruhi lahan menjadi kritis. Factor: kebatuan permukaan, komposisi fraksi, derajat pelulusan tanah, Berat isi, dan Redoks mempengaruhi kekritisian lahan.

Kata kunci: lahan kritis, biomasa, degradasi

EVALUATION ON HIGHLAND DAMAGE STATUS DUE TO BIOMASS PRODUCTION IN PROBOLINGGO, EAST JAVA

Purwadi and Siswanto

ABSTRACT

The highlands in the Probolinggo district, potentially degraded. Based on preliminary information from the Probolinggo District Environmental Agency (BLH), it shows that land degradation has occurred due to land conversion, steep land use and inappropriate land use, which causes erosion, sedimentation and silting of rivers. As a result, it causes flooding and degradation of soil fertility, critical land, which in turn decreases agricultural production and reduces farmers' incomes. This study aims to evaluate the status of land damage due to biomass production in the highlands, which includes seven districts namely Gading, Tiris, Kuripan, Krucil, Sukapura, Lumbang and Sumber. This research is a case study, based on a semi-detailed scale survey with a ratio of 1: 50,000. Soil sampling locations, selected based on overlay or superimpose on several thematic maps. Research data collected are (1) Identification of initial soil conditions, which is carried out through an inventory of secondary data or primary data (2) Analysis of basic soil properties, including field observations and laboratory analysis of soil physical, chemical and biological characteristics, (3) Evaluation of soil physical, chemical and biological properties to determine the status of soil damage. This research shows that Gading Tiris, Kuripan, Krucil, Sukapura, Lumbang and Sumber sub-districts have constraints that affect critical land. The following factors include surface unity, fraction composition, and degree of soil release, content weight, and redox, affecting land criticality.

Keywords: highland, critical land, biomass, degradation

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kabupaten Probolinggo terletak di lereng pegunungan yang membujur dari Barat ke Timur, yaitu Gunung Semeru, Argopuro, Lamongan dan Tengger. Selain itu terdapat gunung lainnya, yaitu Gunung Bromo, Widodaren, Gilap, Gambir, Jombang, Cemoro Lawang, Malang dan Batujajar. Potensi terjadinya degradasi lahan khususnya di wilayah dataran tinggi disebabkan beberapa hal yaitu: Erosi, pencemaran akibat proses pertanian, deforestasi, overgrazing, ladang berpindah, dan pertanian monokultur.

Berdasarkan informasi awal dari Balai Lingkungan Hidup (BLH) Kabupaten Probolinggo, lahan di wilayah dataran tinggi kabupaten Probolinggo menunjukkan tanda-tanda mengalami degradasi lahan. Apabila tidak segera dilakukan pencegahan untuk mengatasi kerusakan lahan secara cepat dan tepat, dikhawatirkan akan menjadi lahan yang kritis.

Lahan kritis dapat juga diartikan sebagai suatu lahan yang keadaan fisiknya sedemikian rupa sehingga lahan tersebut tidak dapat berfungsi secara baik sesuai dengan peruntukannya sebagai media produksi ataupun media tatanan air (Menteri Kehutanan, 2001). Sedangkan menurut Zain, 1998, pengertian lahan kritis adalah lahan yang tidak mampu secara efektif digunakan untuk lahan pertanian, sebagai media pengatur tata air, maupun sebagai pelindung alam lingkungan. Dapat juga didefinisikan sebagai lahan yang tidak sesuai antara kemampuan tanah dan penggunaannya akibat kerusakan secara fisik, kimia, dan biologis sehingga membahayakan fungsi hidrologis, sosial- ekonomi, produksi pertanian ataupun bagi

permukiman. Hal ini dapat menimbulkan bencana erosi dan longsor di daerah hulu serta terjadi sedimentasi dan banjir di daerah hilir.

Kondisi lahan penelitian pada saat ini banyak mengalami degradasi kualitas lahan, yang disebabkan alih fungsi dari lahan untuk hutan menjadi pertanian tanaman semusim, penggunaan lahan yang curam dan tata guna lahan yang kurang tepat, menyebabkan erosi, sedimentasi dan pendangkalan sungai. Sebagai akibatnya sungai untuk mengalirkan air berkurang dan menyebabkan banjir serta degradasi kesuburan tanah, lahan menjadi kritis, yang pada akhirnya produksi pertanian menurun dan mengurangi pendapatan petani.

Melalui Peraturan Pemerintah nomor 150 tahun 2000, maka parameter-parameter yang digunakan dalam kriteria baku kerusakan tanah meliputi sifat kimia tanah, fisika tanah dan biologi tanah, namun yang paling dominan adalah sifat fisika tanah. Kriteria kerusakan tanah dibagi menjadi 2 golongan, yaitu kriteria baku kerusakan untuk lahan basah dan kriteria baku kerusakan tanah untuk lahan kering.

Lahan basah berupa lahan yang selalu terendam, seperti halnya lahan gambut maupun lahan rawa yang meliputi kedalaman solum, kebatuan permukaan, komposisi fraksi atau tekstur tanah, bobot isi tanah, porositas tanah, derajat pelulusan air atau permeabilitas tanah, pH tanah, potensial reduksi-oksidasi (redoks), daya hantar listrik (DHL), dan total mikrobial.

Tujuan

Tujuan pelaksanaan kegiatan adalah untuk mengetahui status kerusakan lahan dan penyebaran lahan kritis akibat produksi biomassa di wilayah Kabupaten Probolinggo berdasarkan kajian kriteria baku kerusakan tanah.

METODOLOGI

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi Penelitian berada di lahan dataran tinggi yang tersebar di 7 (tujuh) Kecamatan dengan titik koordinat (a) Sukapura (BU $113^{\circ} 06'02.50''$ dan LU $7^{\circ} 92'74.91''$), (b) Gading (BU $113^{\circ} 50'27.77''$ dan LU $7^{\circ} 86'89.56''$), (c) Tiris (BU $113^{\circ} 40'07.24''$ dan LU $7^{\circ} 94'61.56''$) (d), Kuripan, (BU $113^{\circ} 18'60.97''$ dan LU $7^{\circ} 89'98.89''$), Krucil (BU $113^{\circ} 51'22.95''$ dan LU $7^{\circ} 94'32.48''$), (e), Lumbang (BU $113^{\circ} 09'83.21''$ dan LU $7^{\circ} 83'73.35''$), dan (f) Sumber (BU $113^{\circ} 13'79.79''$ dan LU $7^{\circ} 95'46.16''$). Penelitian ini dilakukan mulai Mei 2019 sampai bulan Juli 2019. Penelitian ini menggunakan pendekatan survai dan observasi, dimana sebagai obyek adalah lahan dengan skala 1 : 25.000. Kegiatan meliputi pengamatan dan pengumpulan data-data biofisik di daerah penelitian. Penentuan titik pengamatan ditentukan berdasarkan *overlay* beberapa peta tematik yang meliputi peta tanah, peta penggunaan lahan dan peta kelas lereng. Hasil dari *Overlay* peta tersebut, diperoleh satuan lahan yang merupakan titik pengamatan pengambilan sampel data biofisik, disamping itu juga di cocokkan di lapangan dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS).

Penilaian kekritisian lahan dilakukan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 7 Tahun 2006 tentang tentang Tata Cara Pengukuran Kriteria Baku Kerusakan Tanah untuk Produksi Biomassa, yang meliputi sifat fisik, kimia dan biologi tanah untuk Lahan kering. Adapun teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini, berdasarkan pada metoda *overlay* dan hasil survai lapang, dengan beberapa data spasial yang merupakan parameter penentu kekritisian lahan.

Parameter penentu kekritisan lahan meliputi kondisi : Ketebalan Solum, Kematangan Permukaan, Komposisi Fraksi, Berat Isi, Porositas Total, Derajat Pelulusan Air, pH Tanah, Daya Hantar Listrik, Nilai Redoks, Jumlah Mikroba Tanah. Secara detailnya dapat dilihat pada Tabel 1.:

Tabel. 1. Evaluasi kerusakan tanah di lahan kering

No	Parameter	Ambang Kritis
1	Ketebalan Solum	< 20 cm
2	Kematangan Permukaan	> 40 %
3	Komposisi Fraksi	< 18 % koloid; > 80 % pasir kuarsitik
4	Berat isi	> 1,4 g/cm ³
5	Porositas Total	< 30 % ; > 70 %
6	Derajat Pelulusan Air	< 0,7 cm/jam;
7	pH (H ₂ O) 1 : 2,5	< 4,5 ; > 8,5
8	Daya Hantar Listrik/ DHL	> 4,0 mS/cm
9	Potensial Redoks	< 200 mV
10	Jumlah Mikrobia	< 10 ² cfu/g tanah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten Probolinggo terletak di Jawa Timur dan berada pada posisi 7°40' sampai dengan 8°10' Lintang Selatan dan 111°50' sampai dengan 113°30' Bujur Timur, yang membentang sepanjang 56 Km di pesisir utara Pulau Jawa dengan luas wilayah $\pm 1.696,16 \text{ Km}^2$. Secara topografis, Kabupaten Probolinggo mempunyai ciri fisik yang menggambarkan kondisi geografis, yaitu terdiri dari dataran rendah pada bagian utara, lereng-lereng gunung pada bagian tengah dan dataran tinggi pada bagian selatan, dengan tingkat kesuburan dan pola penggunaan tanah yang berbeda. (BPS Probolinggo, 2018)

Karakteristik lahan secara umum lokasi penelitian adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik Umum Lahan di Lokasi Penelitian

No.	Karakteristik Lahan	Hasil Pengamatan Penilaian
1	Jenis tanah (Great group)	Entisol, Inceptisol, Alfisol
2	Vegetasi dominan	Jati
3	Fisografi	Lereng kaki bukit
4	Relief makro	Berbukit
5	Kemiringan lahan	Agak curam
6	Panjang lereng	$\pm 70 \text{ m}$
7	Arah lereng	Ke barat
8	Drainase tanah	Terhambat - cepat
9	Keadaan permukaan tanah	Bahan kasar, kerikil, bebatuan
10	Sifat bulan ini	Lembab

Evaluasi status kerusakan tanah di tujuh kecamatan yaitu Sukapura, Sumber, Kuripan, Lumbang, Krucil, Tiris, dan Gading mempunyai perbedaan. Secara umum masing-masing kecamatan mempunyai faktor yang berbeda-beda yang menyebabkan lahan menjadi kritis. Semua kecamatan menunjukkan kerusakan tanah yang signifikan pada salah satu atau lebih parameter parameter lahan kritis. Adapun perbedaan spesifik

kondisi lahan sangat beragam dimulai dari faktor: kebatuan permukaan, komposisi fraksi, derajat pelulusan tanah, Berat Isi, dan Redoks. Kondisi lahan secara detail di 7 (tujuh) kecamatan sebagai berikut:

Tabel.1. Evaluasi Kerusakan Tanah Masing-Masing Kecamatan

Kecamatan	Parameter	Ambang Kritis (PP150/2000)	Hasil Pengamatan / Analisa	Melebihi / Tidak
Sukapura	Kebatuan Permukaan	> 40 %	45 %	Kritis
	Komposisi Fraksi	< 18 % koloid > 80 % pasir kuarsitik	5,69 %	Kritis
	Derajat Pelulusan air	< 0,7 cm jam ⁻¹ ; > 8,0 cm jam ⁻¹	8,63 cm jam ⁻¹	Kritis
Sumber	Komposisi Fraksi	< 18 % koloid > 80 % pasir kuarsitik	14 % koloid	Kritis
	Berat isi	> 1,4 g cm ⁻³	1,43 g cm ⁻³	Kritis
	Redoks	< 200 mV	268 mV	Kritis
Kuripan	Derajat Pelulusan air	< 0,7 cm jam ⁻¹ ; > 8,0 cm jam ⁻¹	0,45 cm jam ⁻¹	Kritis
	Redoks	< 200 mV	266,00 mV	Kritis
Lumbang	Kebatuan Permukaan	> 40 %	45 %	Kritis
	Komposisi Fraksi	< 18 % koloid > 80 % pasir kuarsitik	16,54 %	Kritis
	Derajat Pelulusan air	< 0,7 cm jam ⁻¹ ; > 8,0 cm jam ⁻¹	0,58 cm jam ⁻¹	Kritis
Krucil	Kebatuan Permukaan	> 40 %	43 %	Kritis
	Komposisi Fraksi	< 18 % koloid > 80 % pasir kuarsitik	13% (koloit)	Kritis
	Derajat Pelulusan air	< 0,7 cm jam ⁻¹ ; > 8,0 cm jam ⁻¹	0,64 cm jam ⁻¹ ,	Kritis
Tiris	Komposisi Fraksi	< 18 % koloid > 80 % pasir kuarsitik	15 %	Kritis
	Derajat Pelulusan air	< 0,7 cm jam ⁻¹ ; > 8,0 cm jam ⁻¹	8,41 cm jam ⁻¹	Kritis
Gading	Komposisi Fraksi	< 18 % koloid > 80 % pasir kuarsitik	9,67 %	Kritis
	Derajat Pelulusan air	< 0,7 cm jam ⁻¹ ; > 8,0 cm jam ⁻¹	8,49 cm jam ⁻¹	Kritis
	Redoks	< 200 mV	225,6 mV	Kritis

Berdasarkan Tabel 1, terdapat 10 parameter kerusakan tanah di lahan kering, maka hasil evaluasi status kerusakan tanah untuk kecamatan Sukapura terdapat 3 parameter yang melebihi ambang batas yang ditetapkan dan mengacu pada PERMENLH No. 20 Tahun 2008 yang dilakukan dengan menumpang-susun (overlay) beberapa data spasial (parameter penentu potensi kerusakan tanah). Hasil evaluasi pada status kerusakan tanah menunjukkan permukaan kebatuan 45 %, komposisi faksi 5,69 %, derajat pelulusan air 8,63 cm/jam. Permukaan kebatuan di atas ambang kritis, kondisi ini perlu mendapat perhatian karena lahan harus dalam kondisi tertutup agar lapisan tanah top soil tidak hilang terbawa limpasan permukaan yang dapat mengakibatkan lahan semakin kritis. Komposisi fraksi, kandungan liatnya di bawah ambang kritis yang diperbolehkan, hal ini diindikasikan terjadinya erosi pada lapisan top soil karena partikel liat sudah sedikit, tanah sangat rentan terbawa erosi. Derajat pelulusan yang besar, pergerakan air mengalami percepatan yang tinggi, sehingga unsur-unsur hara banyak yang hilang terbawa air perkolasi menuju lapisan bawahnya. Sesuai dengan hasil penelitian oleh Yulnafatmawita et al. (2007) menyatakan bahwa terdapat tiga faktor yang mempengaruhi permeabilitas tanah atau derajat pelulusan air, yaitu tekstur tanah, bahan organik, dan porositas. Semakin sedikit kadar liat tanah maka akan semakin tinggi laju permeabilitas tanah kedalam profil tanah..

Kecamatan Sumber terdapat 3 parameter yang melebihi/kurang dari ambang kritis. Komposisi faksi 14%, berat isi 1,43 g cm⁻³, redoks 88 mV. Komposisi fraksi dengan kadar fraksi liat mengakibatkan kekompakan tanah mudah padat karena didominasi faksi pasir. Hal ini berkaitan sekali dengan berat isi yang cukup besar yang melebihi ambang batas kritis. dan pada musim kemarau tanah menjadi sangat kering dan terjadi reaksi oksidasi, seperti suhu dan kekuatan ionik larutan tanah, juga

dapat mempengaruhi reaksi-reaksi yang mengendalikan konsentrasi hara dalam larutan tanah sehingga kalau tanpa ada perbaikan maka akan semakin mampat dan bahan organik akan semakin turun secara signifikan dan reaksi redoks semakin meningkat .

Kecamatan kuripan yang menyebabkan lahan menjadi kritis dipengaruhi oleh parameter derajat pelulusan air $0,45 \text{ cm jam}^{-1}$ dan redoks 266 mV , dimana kedua parameter tersebut dibawah dan diatas ambang kritis yang ditentukan. derajat pelulusan air yang sedikit sekali sehingga pergerakan air yang masuk kedalam tanah hampir tidak mengalir karena lahan mengalami pemadatan. Tekstur tanah sangat mempengaruhi permeabilitas tanah atau derajat pelulusan air. Apabila tanah yang dilewati air bertekstur fraksi pasir lebih tinggi maka akan mudah melewatkan air dalam tanah (Hanafiah, 2005). Pada musim kemarau tanah menjadi sangat kering dan terjadi reaksi oksidasi, seperti suhu dan kekuatan ionik larutan tanah, juga dapat mempengaruhi reaksi-reaksi yang mengendalikan konsentrasi hara dalam larutan tanah sehingga kalau tanpa ada perbaikan maka lahan tegalan dekomposisi bahan organik akan semakin cepat secara signifikan karena potensial redoks yang tinggi. Menurut Yoshida (1978), aktivitas mikro organisme tidak hanya mempengaruhi proses transformasi senyawa-senyawa organik dan anorganik, tetapi juga mempengaruhi kemasaman dan potensial redoks tanah

Kecamatan Lumbang terdapat parameter yang mendukung lahan menjadi kritis yaitu kebatuan permukaan 45% , komposisi fraksi $16,54 \%$ dan derajat pelulusan air $0,58 \text{ cm jam}^{-1}$. Kondisi kebatuan permukaan diatas ambang kritis, perlu mendapat perhatian karena lahan harus dalam kondisi tertutup agar lapisan tanah top soil yang tipis tidak hilang terbawa limpasan permukaan yang dapat mengakibatkan lahan semakin kritis. Faktor pengelolaan lahan secara intensif sangat berpengaruh sekali

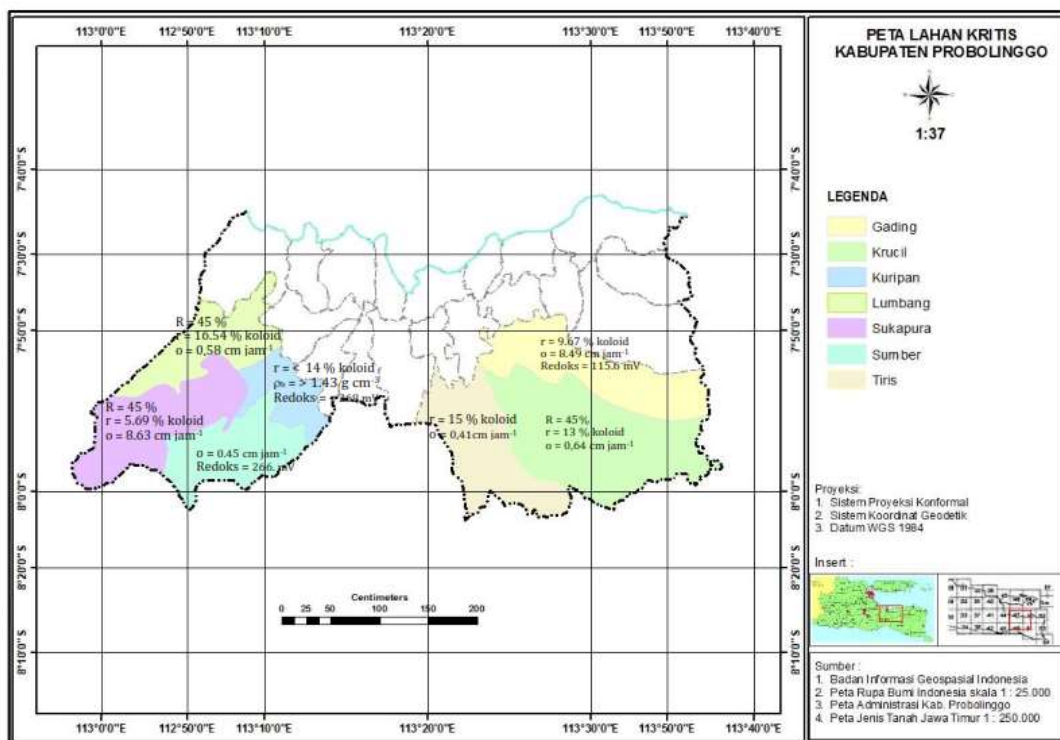
sehingga lapisan tanah atas banyak mengalami kehilangan atau terbawa air (erosi) dan tinggal bantuan batuan. Komposisi fraksi, kandungan liatnya dibawah ambang kritis mengindikasikan terjadinya erosi pada lapisan top soil karena partikel liat sudah sedikit, tanah sangat rentan terbawa erosi. Sedangkan derajat pelulusan yang besar, menyebabkan pergerakan air mengalami percepatan yang tinggi, sehingga unsur-unsur hara banyak yang hilang terbawa air perkolasi menuju lapisan bawahnya.

Kecamatan Krucil mempunyai 3 (tiga) parameter yang menyebabkan lahan menjadi kritis yaitu kebatuan permukaan 43 %, komposisi fraksi 13,00 % ,dan derajat pelulusan air $0,64 \text{ cm jam}^{-1}$. Kebatuan permukaan diatas ambang kritis, kondisi ini perlu mendapat perhatian karena lahan dengan lapisan top soil yang tipis rentan hilang terbawa limpasan permukaan yang dapat mengakibatkan lahan semakin kritis. Kandungan liat dibawah ambang kritis menunjukkan tekstur tanah didominasi fraksi pasir, kecil daya menahan air, sehingga tanah akan rentan rusak akibat air hujan dan limpasan permukaan, terjadi erosi pada lapisan top soil. Hal ini sesuai dengan Hanafiah (2005), tanah yang di dominasi pasir akan banyak mempunyai pori-pori makro (besar) di sebut lebih poreus, daya menahan tanah terhadap air, energi atau bahan lain, dan sebaliknya jika liat yang dominan. Derajat pelulusan yang besar, pergerakan air mengalami percepatan yang tinggi , sehingga unsur-unsur hara banyak yang hilang terbawa air perkolasi menuju lapisan bawahnya

Faktor yang mendorong terjadinya lahan kritis di wilayah kecamatan Tiris adalah komposisi fraksi 15 % dan derajat pelulusan air $0,41 \text{ cm jam}^{-1}$. Komposisi fraksi dengan kadar fraksi liat kurang dari ambang kritis, sehingga sangat berkaitan sekali dengan tekstur tanah yang banyak didominasi oleh pasir sehingga dapat menyebabkan

pencucian hara. Hal ini berkaitan dengan derajat pelulusan air diatas ambang kritis, dengan pergerakan air yang cepat masuk kelapisan bawah tanah.

Kecamatan Gading, faktor komposisi fraksi 9,67 %, derajat pelulusan air 8,49 cm jam⁻¹, dan redoks 225,6 mV merupakan faktor yang mendorong terjadinya lahan kritis. Komposisi fraksi mempengaruhi faktor lainnya yaitu derajat pelulusan air yang diatas ambang kritis. Kondisi ini akan menyebabkan tanah kecil daya menahan air, akan cepat jenuh, sehingga rentan terhadap erosi akibat limpasan permukaan. Potensial redoks yang besar menunjukkan kondisi oksidatif. Hal ini akan mempengaruhi aktifitas mikroorganismenya yang mempercepat dekomposisi bahan organik, akibatnya kemandapan agregat tanah berkurang akan mudah rusak karena energi air hujan dan limpasan permukaan. Potensial redoks juga dipengaruhi oleh aktivitas mikro organismenya, dimana menurut Yoshida (1978), aktivitas mikro organismenya tidak hanya mempengaruhi proses transformasi senyawa-senyawa organik dan anorganik, tetapi juga mempengaruhi kemasaman dan potensial redoks tanah.



Gambar 1. Peta sebaran parameter penyebab lahan kritis

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dibuat kesimpulan bahwa Dari sepuluh parameter yang digunakan untuk menilai status kerusakan tanah di ketujuh lokasi, terdapat beberapa parameter yang melebihi batas ambang kritis yaitu faktor: kebatuan permukaan, komposisi fraksi, derajat pelulusan tanah, berat isi, redoks.

DAFTAR PUSTAKA

- Dariah A, Rachman A, Kumia U. 2004. Erosi dan Degradasi Lahan Kering di Indonesia. Bogor (ID). Puslittanak
- Departemen Kehutanan. 2009. Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor : P. 32/Menhut - II/2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi hutan dan lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRHL-DAS). Jakarta (ID) : Dephut.
- Didu. 2001. Analisis Posisi dan Peran Lembaga Serta Kebijakan dalam Proses Pembentukan Lahan Kritis. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2(1): 93-105.
- Fahmi A, Hanudin E. 2008. Pengaruh kondisi redoks terhadap stabilitas kompleks organik-besi pada tanah sulfat masam. *J Ilmu tanah dan lingkungan* 8 (1): 49-55.
- Hanafiah, K. A. 2005. Dasar – Dasar Ilmu Tanah. Divisi Buku Perguruan Tinggi PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Indrihastuti dan, Murtilaksono, K. Tjahjono, B. 2016. *Jurnal Tata Loka*. VOLUME 18 NOMOR 3, AGUSTUS 2016, 141-156 © 2016 BIRO PENERBIT PLANOLOGI UNDIP P ISSN 0852-7458- E ISSN 2356-0266
- Iswahyudi. 2017. Pengelolaan Lahan Kritis Hutan Lindung Bukit Batabuh Berkelanjutan Agrosamudra, *Jurnal Penelitian* Vol. 4 No. 1 Jan – Jun 2017. Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Samudra.
- Kusumaningtyas S. A, Cahyono P, Sudarto, Suntari R. 2015. Pengaruh tinggi muka air terhadap pH, Eh, Fe, Al³⁺, Mn dan P terlarut pada tanaman nanas klon GP3 di ultisol. *J Tanah dan sumberdaya lahan* 2 (1): 103-109.
- Kyuma, K., 2004. Paddy Soils Around The World. In *Rice is Life: Scientific Perspective for The 21st Century*. Proceedings of The World Rice Research Conference, Tsukuba-Japan.
- Rosyada, M. dan Prasetyo, Y. Hani'ah *). 2015. Penentuan Tingkat Lahan Kritis Menggunakan Metode Pembobotan Dan Algoritma NDVI (Studi Kasus: Sub DAS Garang Hulu). *Jurnal Geodesi, Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*.
- Peraturan Pemerintah Nomor 150 tahun 2000 tentang Pengendalian Kerusakan Tanah untuk Produksi Biomasa. Jakarta.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup, No. 20 tahun 2008, tentang Peraturan Teknis Standar Pelayanan Minimal (SPM) Bidang Lingkungan Hidup Daerah Provinsi dan Kabupaten/Kota.

- Peraturan Dirjen Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial No: P.4/V-SET/2013 tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis.
- Peraturan Direktur Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai Dan Hutan Lindung Nomor P.3/Pdashl/Set/Kum.1/7/2018 Tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis
- Suntari, R., R. Retnowati, Sumarno, M. Munir. 2003. The effect of flooding and application of different urea on soil chemical properties and N-available (NH_4^+ dan NO_3^-) on vertisol. *International journal of ecosystem* 3 (6): 196-202.
- Yoshida, T. 1978. Microbial Metabolism In Rice Soil. In : E. A. Paul and A.D mac laen (eds). *Soil and Rice*. Los Banos, Laguna : The Internasional Rice Institute. 445-465p
- Yulnafatmawita, Luki U., Yana A. 2007. Kajian sifat fisika tanah beberapa penggunaan lahan di bukit Gajahbuih kawasan hutan hujan teropik gunung Gadut Padang. *J Solum* 4 (2): 49-6