

Analisis Sifat Fisik dan Degradasi Tanah Akibat Erosi serta Arah Rehabilitasi Berbasis SIG di Kawasan Hutan Lindung Gunung Sirimau

Analysis of Physical Characteristics and Soil Degradation Due to Erosion and Rehabilitation Recommendation Based on GIS in Protected Forest Area of Mount Sirimau

Carla E. Tupanno, Silwanus M. Talakua^{*}, Rudy Soplanit, Rafael M. Osok

^{*}Jurusan Budidaya Pertanian, Universitas Pattimura, Ambon, Maluku 97223, Indonesia
^{*}E-mail Penulis Korespondensi: nustalakua3165@gmail.com

ABSTRACT

Forest areas are designated as protected forests if they function as a provider of clean water reserves, erosion control, city lungs or other functions. Disruption of forest land resources has an impact on changes in the physical properties of the soil and soil degradation due to erosion. Objectives of this study were: 1) to examine the relationship between soil physical properties, 2) to determine soil degradation due to erosion, 3) to examine the relationship between soil physical properties and the level of soil degradation due to erosion, 4) to determine recommendations for land rehabilitation. Research observations were made based on 15 sample areas representing 212 land units. All analyzes were carried out based on Geographic Information Systems (GIS). The physical properties of the soil studied included texture, structure, pore distribution, permeability, particle density and oven dry mass density; whereas soil degradation analysis was based on RUSLE: $A=RKLS\text{CP}$ (Renard et al., 1997), and correction of the erosion model $A=0.2547RKLS\text{CP}$ (Talakua S.M. and Osok, 2017). The rehabilitation recommendations analyzed were erosion tolerance, potential erosion and CP-maximum. Study results were: 1) The correlation between physical properties was significant ($P\text{-value} = 0.000^*-0.018^*$) with a positive correlation coefficient (0.163-0.999) and negative one (0.199-0.998); 2) The average erosion rate was: light 3.60 t/ha/year (1425.20 ha), moderate 32.03 t/ha/year (410.28 ha), heavy 108.95 t/ha/year (946.2 ha), very heavy 426.83 t/ha/year (457.44 ha); 3) There was a significant correlation between the physical properties of the soil and the amount of erosion with a $P\text{-value} = 0.000^*-0.029^*$ with a positive (0.152-0.161) and a negative (0.150-0.151) correlations; 4) Recommendation for rehabilitation are agroforestry patterns combined with tillage and planting of plants according to contour lines on slopes of 0–8%, planting grass in strips, planting low ground cover on high density plantation crops and maintaining secondary and primary forests.

Keywords: Erosion; GIS; rehabilitation direction; soil degradation; Mount Sirimau; soil physical properties

ABSTRAK

Kawasan hutan ditetapkan sebagai hutan lindung jika berfungsi sebagai penyedia cadangan air bersih, penahan erosi, paru-paru kota atau fungsi-fungsi lainnya. Terganggunya sumberdaya lahan hutan tersebut berdampak pada perubahan sifat fisik tanah dan terjadinya degradasi tanah akibat erosi. Tujuan penelitian 1) Menguji keterkaitan antar sifat fisik tanah, 2) Menetapkan degradasi tanah akibat erosi, 3) Menguji keterkaitan sifat fisik tanah dengan tingkat degradasi tanah akibat erosi, 4) Menetapkan arahan rehabilitasi lahan. Pengamatan penelitian dilakukan berdasarkan 15 sampel area yang mewakili 212 unit lahan. Semua analisis dilakukan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Sifat fisik tanah yang diteliti meliputi tekstur, struktur, distribusi pori, permeabilitas, kerapatan jenis partikel dan kerapatan massa kering oven, sedangkan analisis degradasi tanah berdasarkan RUSLE: $A=RKLS\text{CP}$ (Renard et al., 1997) dan koreksi model erosi $A=0.2547RKLS\text{CP}$ (Talakua S.M. dan Osok, 2017), sedangkan untuk arahan rehabilitasi yang dianalisis adalah toleransi erosi, erosi potensial dan CP-maximum. Hasil penelitian 1). Korelasi antara sifat fisik adalah nyata ($P\text{-value}=0,000^*-0,018^*$) dengan nilai koefisien korelasipositif (0,163-0,999) dan negatif (0,199-0,998); 2). Rata-rata tingkat erosi adalah: ringan 3,60 t/ha/thn (1425,20 ha), sedang 32,03 t/ha/thn(410,28 ha), berat 108,95 t/ha/thn (946,2ha), sangat berat 426,83 t/ha/thn (457,44 ha);3). Terdapat korelasi nyata antar sifat fisik tanah dengan besarnya erosi dengan $P\text{-value}=0,000^*-0,029^*$ dan korelasi positif (0,152-0,161) dan negatif (0,150-0,151); 4).Arahan rehabilitasi adalah pola agroforestri yang dikombinasikan dengan pengolahan tanah dan penanaman tanaman menurut garis kontur pada lereng 0–8%, penanaman rumput dalam strip, penanaman penutup tanah rendah pada tanaman perkebunan kerapatan tinggi serta mempertahankan hutan sekunder dan hutan primer.

Kata Kunci: arahan rehabilitasi; degradasi tanah; erosi; GIS; Gunung Sirima; sifat fisik tanah

PENDAHULUAN

Tanah merupakan sumber daya alam yang sangat berfungsi penting dalam kelangsungan hidup makhluk hidup. Penurunan fungsi tanah dapat menyebabkan terganggunya ekosistem di sekitarnya termasuk juga di dalamnya manusia (Tolaka et al, 2012). Sifat fisik tanah merupakan unsur lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap tersedianya air, udara tanah dan secara tidak langsung mempengaruhi ketersediaan unsur hara tanaman. Sifat ini juga akan mempengaruhi potensi tanah untuk berproduksi secara maksimal (Naldo, 2011).

Hutan lindung merupakan tipe penggunaan lahan yang dilindungi. Hutan yang dilindungi keberadaannya karena berperan penting menjaga ekosistem. Kawasan hutan ditetapkan sebagai hutan lindung karena berfungsi sebagai penyedia cadangan air bersih, penahan erosi, paru-paru kota atau fungsi-fungsi lainnya. Namun keberadaan hutan tersebut tidak termasuk dalam kawasan hutan konservasi yang dikelola oleh pemerintah. Agar terhindar dari kerusakan maka keberadaan hutan tersebut harus dilindungi.

Perubahan penggunaan lahan dari hutan atau perkebunan menjadi lahan pertanian maupun permukiman akan menurunkan fungsi tanah. Menurut Talakua S.M, (2009; 2016), apabila komponen penggunaan lahan berubah terutama penggunaan lahan hutan (deforestasi) maka akan terjadi perubahan ekosistem yang berdampak pada perubahan siklus hidrologi dimana perubahan siklus hidrologi akan menyebabkan degradasi tanah akibat erosi. Tanah merupakan tempat pertumbuhan tanaman dan tanah yang baik juga akan menjaga kondisi air yang berada di bawah permukaan tanah. Pembukaan lahan yang terjadi dapat mengakibatkan pengikisan tanah atau erosi. Besar erosi tanah dapat mengakibatkan penurunan produktivitas tanah diantaranya ialah penurunan kandungan bahan organik penurunan ketersediaan unsur hara bagi tanaman, dan kekurangan air.

Terganggunya sumberdaya lahan tersebut berdampak pada perubahan sifat fisik tanah dan terjadinya degradasi tanah akibat erosi. Tanah yang subur sekalipun bila mengalami erosi dapat mengakibatkan rendahnya tingkat kesuburan (Rahim, 2006). Kawasan Hutan lindung Gunung Sirimau ini memiliki wilayah yang sangat luas, sehingga dalam penelitian ini peneliti menggunakan SIG untuk mempermudah dalam memberikan informasi biofisik lahan yang akurat dan tidak memakan waktu banyak dan dana yang besar, selain itu dapat juga dihasilkan peta bahaya erosi yang terjadi di daerah tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) menguji keterkaitan sifat fisik tanah pada kawasan Hutan Lindung Gunung Sirimau; 2) menetapkan degradasi tanah akibat erosi di Kawasan Hutan Lindung Gunung Sirimau; 3) menguji keterkaitan sifat fisik tanah dengan tingkat degradasi tanah yang diakibatkan oleh erosi pada Kawasan Hutan Lindung Gunung Sirimau; 4) menetapkan arahan rehabilitasi di Kawasan Hutan Lindung Gunung Sirimau.

BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian adalah sampel tanah yang berada di Kawasan Hutan Lindung Gunung Sirimau dan peta-peta dasar yaitu Peta Citra SRTM Lembar RHL Gunung Sirimau (NASA, 2010), Peta Geologi lembar Ambon skala 1:250.000 (Direktoral Jendral Geologi dan Sumber Daya Mineral, 1975), Peta Tanah Lembar RHL Sirimau skala 1:50.000 (BPDAS Waehapu Batu Merah, 2012), Peta Penggunaan Lahan skala 1:250.000 (BPKH Wilayah IX Maluku, 2017), Peta Lokasi RHL Gunung Sirimau skala 1:50.000, Peta Garis Pantai Wilayah Pulau Ambon skala 1:50.000 (Bappeda Litbang Kota Ambon, 2019), Peta RBI Pulau Ambon skala 1:50.000 (Bakosurtanal, 2010), Peta Administrasi Pulau Ambon skala 1:50.000 (Bappeda Litbang Ambon, 2019).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kartu deskripsi tanah, plastik sampel, karet, Munsell Soil Colour Chart, aluminium foil, meter roll, meter tukang, sekop, pacul, Global Positioning System (GPS), bor tanah, ring sampel, abney level, alat permeabilitas, oven, timbangan mikro, martir, gelas ukur, erlenmeyer, alat tulis, Arc.GIS 10.3, Minitab 16, MS. Office 2010, Soil Texture Calculator, dan Avenza Map.

Pengecekan lapangan dilakukan pada 15 sampel area yang mewakili 212 unit lahan, meliputi komponen topografi, geologi, jenis tanah, penggunaan lahan, dan degradasi lahan akibat erosi. Semua tahapan ini diproses secara geospasial menggunakan program Arc.GIS 10.3 (Indarto dan Faisol, 2012; Talakua & Talakua, 2020; Wurritmur, 2015; Wariunsora *et al.*, 2020). Pengambilan sampel tanah terganggu dan tidak terganggu untuk setiap jenis tanah adalah 2 sampel tanah, sehingga secara keseluruhan berjumlah 10 sampel tanah.

Variabel pengamatan dalam penelitian ini adalah sifat fisik tanah yaitu tekstur, struktur, distribusi pori, permeabilitas, kerapatan massa kering tanah, kerapatan jenis partikel, serta variabel erosi, yaitu Erosivitas (R), Erodibilitas (K), Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) dan faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi (CP). Parameter sifat-sifat fisik yang di analisis di laboratorium Fisik Tanah adalah kerapatan massa kering, kerapatan jenis partikel tanah, permeabilitas, distribusi pori, kadar air tanah. Sedangkan untuk tekstur, struktur, dan bahan organik di analisis di Laboratorium BPTP Maros Sulawesi Selatan.

Kerapatan Massa Kering (*Bulk Density*)

Sampel tanah tidak terganggu yang sudah di ambil dilapangan (diberi kode dengan spidol permanen) di timbang dan dimasukkan kedalam oven selama 24 jam dengan suhu 105°C. Untuk mendapatkan volume padatan tanah hitunglah menggunakan rumus volume tabung.

$$\begin{aligned} \text{Volume tabung} &= \text{luas alas} \times \text{tinggi} \\ &= \pi r^2 \times t \end{aligned}$$

$$\text{Rumus : } BI \left(\frac{g}{cm^3} \right) = \frac{\text{Berat kering tanah}}{\text{Volume total tanah}}$$

a. *Kerapatan Jenis Partikel Tanah (Berat Jenis)*

Untuk menganalisis berat jenis tanah, digunakan metode botol Piknometer. Botol piknometer terbuat dari kaca yang ditengahnya mempunyai pipa kapiler dan pada badan botol dicantumkan volume botol ditambah dengan pipa kapiler penutup botol (Kurnia, 2006).

b. Permeabilitas

Permeabilitas dapat diukur berdasarkan Hukum Darcy:

$$K \left(\frac{\text{cm}}{\text{jam}} \right) = \frac{Q \times L}{A \times h \times t}$$

Keterangan :

- K : Permeabilitas (cm/jam)
 Q : Volume air yang mengalir setiap pengukuran (ml)
 t : Waktu pengukuran (jam)
 L : Lebar contoh tanah (cm)
 h : Tinggi muka air dari permukaan sampel tanah (cm)
 A : Luas permukaan (m)
 $A = \pi r^2$

Distribusi Pori

Distribusi pori dapat dicari dengan persamaan:

$$F = 1 - \frac{\rho p}{\rho b} \times 100 \%$$

Keterangan :

- F = Distribusi pori (%)
 ρp = Bobot Isi (g/cm^3)
 ρb = Bobot jenis butir (g/cm^3)

d. Kadar Air Lapangan

Kadar air lapangan adalah kadar air yang menggambarkan kondisi kandungan air di dalam tanah di lapangan saat pengukuran langsung.

Kadar air lapangan diukur dengan metode gravometri, yaitu:

$$\frac{\text{berat basah} - \text{berat kering oven}}{\text{berat kering oven}} \times 100\%$$

Untuk mengetahui erosi menggunakan metode RUSLE Renard *et al.* (1997) dalam Talakua (2016).

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

Keterangan :

- A = Prediksi besarnya erosi (t/ha/thn).
 R = Faktor erosivitas hujan.
 K = Faktor erodibilitas tanah.
 L = Faktor panjang lereng
 S = Faktor kecuraman lereng.
 C = Faktor pengelolaan tanaman.
 P = Faktor tindakan pengendalian erosi

Hasil perhitungan erosi RUSLE dikoreksi kembali menggunakan model degradasi lahan akibat erosi oleh Talakua dan Osok, 2017; 2019), sebagai berikut:

$$D = 0,2547 \times R \times K \times LS \times C \times P$$

Keterangan: D adalah besarnya degradasi lahan pada suatu unit lereng di Sub DAS (ton/ha/thn), R adalah nilai erosivitas hujan suatu wilayah sub DAS (ton.m/ha/cm-hujan), K adalah nilai erodibilitas tanah suatu unit lereng di sub DAS, LS adalah nilai indeks faktor topografi terutama panjang dan kemiringan lereng, C adalah nilai indeks faktor tanaman atau vegetasi, P adalah nilai indeks faktor tindakan konservasi tanah.

Setelah semua faktor erosi diketahui maka selanjutnya dapat ditabulasi untuk prediksi degradasi tanah akibat erosi. Kriteria yang digunakan untuk mengetahui tingkat degradasi tanah akibat erosi dilokasi penelitian adalah Klasifikasi Tingkat Erosi Karena Air (FAO 2004 dalam Talakua, S.M., 2009; 2016) seperti pada Tabel 1. Analisis regresi digunakan untuk melihat hubungan antara variabel terikat y dan variabel bebas x, yaitu hubungan antara faktor-faktor erosi tanah dengan besar erosi. Nilai yang didapatkan akan membentuk pola tertentu apakah linier atau cenderung berbentuk kurva. Model regresi yang dipakai adalah Regresi Linier Berganda dengan metode kuadrat terkecil dan akan di uji dengan uji F. Rumus regresi linier berganda :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n$$

Keterangan :

- y = Variabel terikat (bahaya erosi)
 $x_1 - x_n$ = faktor-faktor erosi

Analisis korelasi digunakan untuk menentukan kuatnya hubungan antar variabel-variabel yang diuji yaitu korelasi antar parameter sifat fisik dan kuatnya hubungan antara variabel-variabel sifat fisik tanah dengan erosi.

Jenis korelasi yang digunakan adalah metode Korelasi Pearson (r) dengan menggunakan rumus :

$$R_{xy} = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2)(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Tabel 1. Klasifikasi tingkat erosi karena air (FAO 2004 dalam Talakua, 2009;2016)

Kelas	Besar Erosi (ton/ha/thn)
Tidak Ada-Ringan	0-20
Sedang	20-50
Berat	50-200
Sangat Berat	>200

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Korelasi Sifat Fisik Tanah

Tekstur tanah

Berdasarkan hasil analisis laboratorium BPTP Maros dan penggunaan kalkulator tekstur tanah (*soil texture calculator*) untuk mendapatkan tekstur tanah dari masing-masing jenis tanah, ternyata pada lokasi penelitian hanya memiliki 2 jenis tekstur yaitu lempung pada jenis tanah Typic Dystrudepts, Typic Eutrudepts, Typic Hapludults dan lempung berpasir pada jenis tanah Lithic Udorthents dan Typic Hapludalfs.

Dapat diketahui bahwa fraksi tertingi penyusun tanah pada lokasi penelitian adalah fraksi pasir yaitu kisaran 31-72%, fraksi debu dengan kisaran 3,5-45% dan untuk fraksi liat berkisar antara 5,55-25%. Persentase kandungan pasir pada jenis tanah Lithic Udorthents lebih besar yaitu 72% dibandingkan dengan kandungan pasir jenis tanah yang lain, sedangkan untuk kandungan debu, jenis tanah Typic Hapludults lebih besar dari pada jenis tanah yang lain yaitu 45% dan untuk kandungan fraksi liat yang paling tinggi ada pada jenis tanah Typic Dystrudepts. Maka dapat dilihat bahwa pada kode unit lahan yang berjenis tanah Typic Dystrudepts dipastikan sulit untuk meloloskan air dibandingkan jenis tanah lainnya, diakibatkan oleh kandungan pasir yang rendah sehingga akan mempengaruhi porositas tanah, bahan organik dan daya menyimpan air. Namun ini dapat terjadi jika faktor yang lain dalam keadaan konstan. Menurut Gurning E,J (2018) tanah yang bertekstur pasir karena butir-butirnya berukuran besar, maka setiap satuan berat mempunyai luas permukaan yang lebih kecil sehingga sulit menyerap atau menahan air dan unsur hara dalam tanah, sedangkan untuk tanah yang bertekstur liat memiliki tekstur yang lebih halus maka setiap satuan berat mempunyai luas permukaan yang lebih besar sehingga kemampuan menahan air dan menyediakan unsur hara tinggi.

Pada penelitian ini juga diperoleh korelasi person antara tekstur tanah dengan sifat fisik tanah lainnya. Hasil korelasi tekstur tanah dengan koefisien korelasi yang bernilai positif adalah sebagai berikut : 1) pasir sangat halus dengan permeabilitas, struktur dan porositas dengan nilai r masing-masing 0,416, 0,291, 0,163 dan signifikan (P-value < $\alpha = 0,05$), 2) pasir total dengan permeabilitas dan porositas dengan nilai r masing-masing 0,824 dan 0,863 dan signifikan (P-value < $\alpha = 0,05$), 3) liat dengan struktur, berat jenis dan bobot isi dengan nilai r masing – masing 0,844 dan 0,797 dan signifikan (P-value < $\alpha = 0,05$), 4) debu dengan struktur, berat jenis dan bobot isi dengan nilai r masing – masing 0,211, 0,954, 0,824 dan signifikan (P-value < $\alpha = 0,05$). Ini berarti bahwa semakin meningkatnya nilai sifat fisik tersebut cenderung memiliki nilai tekstur yang lebih tinggi (kuat, kompak,).

Sebaliknya korelasi antara tekstur yang bernilai negative adalah 1) pasir sangat halus dengan berat jenis dan bobot isi dengan nilai r masing-masing -0,341 dan -0,199 dan signifikan (P-value < $\alpha = 0,05$), 2) pasir total dengan struktur, berat jenis dan bobot isi dengan nilai r masing-masing -0,610, -0,893, -0,879 dan signifikan (P-value < $\alpha = 0,05$), 3) liat dengan permeabilitas dan porositas dengan nilai r masing – masing -0,697 dan -0,797 dan signifikan (P-value < $\alpha = 0,05$), 4) debu dengan permeabilitas dan porositas dengan nilai r masing – masing -0,836, dan -0,793 dan signifikan (P-value < $\alpha = 0,05$).

Struktur tanah

Berdasarkan hasil penelitian struktur tanah pada lokasi penelitian yang dijumpai mulai dari granuler sangat halus sampai berbentuk kubus membulat atau gumpal. Masing-masing tanah memiliki struktur masing-masing yaitu Typic Dystrudepts (Kambisol distrik) memiliki struktur kubus membulat, Typic Eutrudepts (Kambisol Eutrik) memiliki struktur kubus bersudut, Typic Hapludalfs (Brunizem Haplik) memiliki struktur granuler sangat halus, Typic Hapludults (Podsolik Haplik) memiliki struktur granuler sedang dan Lithic Udorthents (Litosol) memiliki struktur granuler kasar (remah).

Pada penelitian ini juga diperoleh korelasi person antara struktur tanah dengan sifat fisik tanah lainnya. Hasil korelasi struktur tanah dengan koefisien korelasi yang bernilai positif adalah terhadap pasir sangat halus, debu, liat, berat jenis dan bobot isi dengan nilai r masing-masing : 0,291, 0,211, 0,844, 0,281, 0,493 dan signifikan (P -value $< \alpha = 0,05$). Ini berarti bahwa semakin meningkatnya nilai sifat fisik tersebut cenderung memiliki nilai struktur yang lebih tinggi (kuat, kompak,).

Sebaliknya korelasi antara struktur yang bernilai negative adalah terhadap pasir total, permeabilitas dan porositas dengan nilai r masing-masing : -0,610, -0,345, 0,515 dan signifikan (P -value $< \alpha = 0,05$). Ini berarti bahwa semakin meningkatnya nilai sifat fisik tersebut cenderung menurunkan nilai struktur tanah atau memiliki struktur yang lemah (granuler/pembentukan masih lemah). Struktur sangat dipengaruhi oleh fraksi-fraksi liat, debu dan pasir yang terikat oleh suatu perekat seperti liat (Tewu *et al.*, 2016).

Permeabilitas tanah

Pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa tingkat permeabilitas tanah pada jenis tanah yang berada di lokasi penelitian hanya didapati 2 kelas permeabilitas yaitu sedang dan agak cepat. Permeabilitas yang terbesar adalah pada tanah Lithic Urdotents, yaitu 7,58 cm/jam dengan kelas permeabilitas agak cepat, selanjutnya diikuti oleh tanah Typic Hapludalfs dengan permeabilitas 6,2 cm/jam dengan kelas permeabilitas agak cepat dan Typic Dystrudepts dengan permeabilitas 5,17 cm/jam dengan kelas permeabilitas sedang. Sedangkan untuk permeabilitas terkecil dengan kelas sedang terdapat pada jenis tanah Typic Eutrudepts dan Typic Hapludults yaitu sebesar 2,5 cm/jam.

Pada penelitian ini juga diperoleh nilai korelasi Pearson antara permeabilitas tanah dengan sifat fisik tanah lainnya. Hasil korelasi permeabilitas tanah dengan koefisien korelasi yang bernilai positif adalah terhadap porositas dengan nilai r 0,473 dan signifikan (P -value $< \alpha = 0,05$). Ini berarti bahwa semakin meningkatnya nilai sifat fisik tersebut cenderung memiliki permeabilitas yang tinggi.

Sebaliknya korelasi antara permeabilitas tanah yang bernilai negative adalah terhadap berat jenis dan bobot isi dengan nilai r masing-masing : -0,663 dan -0,512 dan signifikan (P -value $< \alpha = 0,05$). Ini berarti bahwa semakin meningkatnya nilai sifat fisik tersebut cenderung menurunkan nilai permeabilitas tanah.

Kerapatan jenis partikel (berat jenis) dan kerapatan massa kering tanah (bobot isi)

Berdasarkan hasil analisis laboratorium didapatkan kerapatan jenis partikel setiap jenis, yaitu Typic Dystrudepts sebesar 2,3195 g/cm³, Typic Eutrudepts sebesar 2,2088 g/cm³, Typic Hapludalfs sebesar 2,2664 g/cm³, Typic Hapludults sebesar 2,3772 g/cm³, dan Lithic Urdotents sebesar 2,2092 g/cm³. Berat jenis dengan nilai tertinggi dilokasi penelitian terdapat pada tanah Typic Hapludults.

Juga dapat dijelaskan bahwa bobot isi tertinggi terdapat pada tanah Typic Hapludults yaitu 1,221 g/cm³, kemudian pada tanah Typic Dystrudepts yaitu 1,118 g/cm³, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kepadatan tanah di lokasi tersebut masih tergolong baik.

Pada penelitian ini juga diperoleh korelasi person antara berat jenis dan bobot isi tanah dengan sifat fisik tanah lainnya. Hasil korelasi berat jenis tanah dengan koefisien korelasi yang bernilai negatif adalah terhadap permeabilitas dan porositas dengan masing – masing nilai r -0,663, -0,928 dan signifikan (P -value $< \alpha = 0,05$). Ini berarti bahwa semakin meningkatnya nilai sifat fisik tersebut cenderung menurunkan nilai berat jenis tanah.

Sedangkan untuk korelasi antara bobot isi tanah juga didapatkan korelasi yang bernilai negative terhadap permeabilitas dan porositas dengan nilai r masing-masing : -0,512 dan -0,998 dan signifikan (P -value $< \alpha = 0,05$). Ini berarti bahwa semakin meningkatnya nilai sifat fisik tersebut cenderung menurunkan nilai bobot isi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Arabia (2012) dalam Karsapakyawan *et al.* (2016) bahwa bobot isi sangat erat kaitannya dengan permeabilitas dan porositas, jika bobot isi tinggi maka permeabilitas dan porositas rendah dan sebaliknya jika permeabilitas dan porositas tinggi maka bobot isi rendah, karena semakin tinggi bobot isi maka tanah semakin padat.

Distribusi pori

Berdasarkan hasil penelitian volume pori yang paling besar ada pada jenis tanah Typic Eutrudepts yaitu 72,707%. Dalam penelitian ini juga dianalisis kadar air untuk kapasitas lapang dan pori drainase cepat dan lambat dimana untuk kapasitas lapang tanah Typic Eutrudepts sebesar 64,503 % dan 8,204 % untuk pori drainase cepat dan lambatnya.

Pada penelitian ini juga diperoleh korelasi person antara porositas tanah, kapasitas lapang, dan pori drainase cepat-lambat dengan sifat fisik tanah lainnya. 1) Hasil korelasi porositas tanah dengan koefisien korelasi yang bernilai positif adalah terhadap permeabilitas dan bobot isi dengan nilai r 0,473, 0,998 dan signifikan (P -value $< \alpha = 0,05$), 2) hasil korelasi kapasitas lapang dengan koefisien korelasi yang bernilai positif adalah terhadap permeabilitas dan bobot isi dengan nilai r = 0,473, 0,998 dan signifikan (P -value $< \alpha = 0,05$). Ini berarti bahwa semakin meningkatnya nilai sifat fisik tersebut cenderung memiliki porositas yang tinggi, 3) hasil korelasi drainase cepat-lambat dengan koefisien

korelasi yang bernilai positif adalah terhadap permeabilitas dan bobot isi dengan nilai r 0,464, 0,998 dan signifikan (P -value $< \alpha = 0,05$)

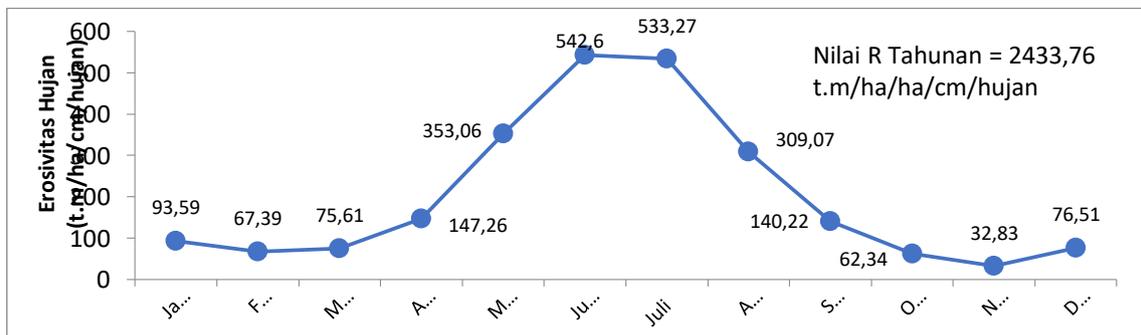
Sebaliknya korelasi antara porositas tanah, kapasitas lapang, dan distribusi pori yang bernilai negatif adalah terhadap berat jenis dengan nilai r sebesar -0,928, -0,929, -0,926 dan signifikan (P -value $< \alpha = 0,05$). Ini berarti bahwa semakin meningkatnya nilai sifat fisik tersebut cenderung menurunkan nilai porositas tanah.

Analisis Tingkat Degradasi Tanah Akibat Erosi

Besarnya tingkat erosi dihitung dengan pendekatan persamaan “Revised Universal Soil Loss Equation” (RUSLE, Renard *et al.*, 1997 dalam Talakua, 2016). Kemudian nilai erosi aktual dari RUSLE tersebut dikoreksi menggunakan model penelitian degradasi lahan akibat erosi erosi berdasarkan pendekatan *field assessment*.dimana model tersebut adalah $D = 0,2547 \times RKLSCP$ (Talakua dan Osok, 2017) .

Faktor erosivitas hujan (R)

Dari hasil analisis didapatkan bahwa besar erosivitas hujan tahunan selama 29 tahun adalah sebesar 2433,76t.m/ha/cm/hujan. Erosivitas hujan bulanan tertinggi adalah pada bulan Juni sebesar 542,60 t.m/ha/cm/hujan, diikuti dengan bulan Juli sebesar 533,27 t.m/ha/cm/hujan dan terendah pada bulan November sebesar 32,83 t.m/ha/cm/hujan, dan diikuti bulan Oktober sebesar 62,34 t.m/ha/cm/hujan (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik erosivitas hujan bulanan di lokasi penelitian Kawasan Hutan Lindung G. Sirimau

Faktor erodibilitas tanah (K)

Berdasarkan hasil kajian erodibilitas tanah pada lokasi penelitian diperoleh tingkat erodibilitas tanah berkisar pada kelas rendah sampai kelas sedang. Dari hasil penelitian didapatkan jenis tanah Typic Eutrudepts memiliki nilai K tertinggi dibandingkan dengan tanah lain di lokasi penelitian yaitu 0,24 dengan kelas K yaitu Sedang. Hal ini disebabkan karena pada tanah tersebut memiliki permeabilitas sebesar 2,5 cm/jam (klas sedang), struktur tanah kubus bersudut, dan bahan organik yang terendah sebesar 2,60%. Begitu juga untuk tanah Typic Hapludults dengan nilai K tergolong sedang sebesar 0,23 karena memiliki permeabilitas yang rendah sebesar 2,5 cm/jam (klas sedang), pasir sangat halus yang terendah sebesar 3%, debu tertinggi sebesar 45%, dan liat yang tinggi sebesar 24%.

Selanjutnya, untuk nilai K dengan kategori rendah adalah Typic Dystrudepts dan Typic Hapludalfs. Untuk tanah Typic Dystrudepts termasuk rendah karena memiliki permeabilitas yang tergolong sedang (5,17 cm/jam), persen pasir sangat halus tertinggi (7,3 %), debu tertinggi (34,63%) dan bahan organik sebesar 6,49%. Untuk tanah Typic Hapludalfs termasuk rendah karena memiliki permeabilitas lebih tinggi dari tanah dengan nilai K sedang yaitu 6,20 cm/jam (agak cepat), dan struktur tanah granuler sangat halus (remah).

Sedangkan untuk nilai K dengan kategori sangat rendah adalah Lithic Udorthents, karena memiliki permeabilitas sebesar 7,58 cm/jam tergolong agak cepat, struktur tanah granuler kasar (remah), dan bahan organik sebesar 9,74% lebih tinggi dari jenis tanah lainnya pada lokasi penelitian.

Erodibilitas tanah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya tekstur tanah seperti menentukan kecepatan infiltrasi dan kemampuan tanah untuk mengikat air. Erodibilitas tanah juga sangat dipengaruhi oleh bahan organik tanah karena dapat memberi kemampuan pada tanah untuk menahan erosi (Wariunsora *et al.*, 2020).

Dalam penelitian ini juga dianalisis hubungan antara faktor erodibilitas tanah (K) terhadap besar erosi dilokasi penelitian dan hasilnya menunjukkan bahwa faktor erodibilitas tanah (K) berpengaruh nyata terhadap bahaya erosi dilokasi penelitian dimana P -value = 0,000 $< \alpha = 0,005$. Hasil persamaan regresi yang yang diperoleh adalah $Erosi_mdl = 36,8 + 432 \cdot K$. Nilai K memberikan makna bahwa semakin meningkatnya nilai K maka akan meningkatkan nilai besar erosi karena memiliki koefisien regresi (β_1) sebesar + 432. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkatnya nilai K

maka akan semakin meningkatnya besar erosi model. Ini diakibatkan karena semakin tinggi nilai K berarti menunjukkan tingkat kepekaan tanah dalam mengalami erosi.

Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS)

Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh kisaran Nilai LS adalah 0,25 – 12. Dari tabel tersebut terlihat bahwa nilai LS yang paling tinggi adalah 12 pada kemiringan 45-65 dan > 65%, berarti bahwa lereng-lereng dengan kemiringan 45 – 65 % memiliki potensi terjadinya degradasi lahan akibat erosi lebih besar dibandingkan dengan lereng 0 – 8 % yang memiliki nilai LS sebesar 0,25. Hal ini didukung oleh A'yunin (2008) yang menyatakan bahwa semakin panjang sebuah lereng maka tingkat erosinya juga semakin besar. Pada lahan yang datar percikan air hujan dapat melemparkan partikel tanah ke udara ke segala arah secara acak, pada lahan miring partikel tanah lebih banyak terlempar ke arah bawah daripada yang ke atas yang semakin besar dengan meningkatnya kemiringan lereng.

Selanjutnya hubungan antara faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) terhadap besar erosi juga dianalisis. Hasil uji statistiknya menunjukkan bahwa faktor topografi berpengaruh nyata terhadap bahaya erosi di lokasi penelitian dimana $P\text{-value} = 0,000 < \alpha = 0,005$. Hasil persamaan regresi yang diperoleh adalah $Erosi_{mdl} = 8,1 + 19,9$ Nilai LS yang memberikan makna bahwa semakin meningkatnya nilai LS maka akan meningkatkan nilai besar erosi karena memiliki koefisien regresi (β_1) sebesar + 19,9. Menurut Renard *et al.*, (1997) dalam Talakua (2016), kehilangan tanah per unit area pada umumnya meningkat dengan bertambahnya panjang lereng. Lahan yang datar biasanya lebih stabil, tetapi terjadi peningkatan kehilangan tanah dengan cepat bila kemiringan bertambah menjadi 2% -5%. Pada kemiringan lereng 10%, erosi akan meningkat menjadi delapan kali lebih tinggi, dan pada kemiringan 15%, erosi tanah telah meningkat lagi Anthony (2001) dalam Talakua (2016).

Faktor pengelolaan tanaman (c) dan tindakan konservasi tanah dan air (P)

Berdasarkan hasil penelitian maka nilai C berkisar antara 0,001 – 1,00, dimana nilai C = 0,001 adalah untuk penggunaan lahan hutan lahan kering primer dan untuk nilai C = 1,00 adalah untuk penggunaan lahan pemukiman. Untuk hutan lahan kering sekunder nilai C = 0,005, untuk pertanian lahan kering campuran nilai C = 0,2, dan nilai C pada savana/padang rumput dan semak/belukar = 0,3, sedangkan pertanian lahan kering memiliki nilai C = 0,7. Dapat diketahui juga bahwa pada lokasi penelitian belum adanya tindakan konservasi tanah dan air, sehingga nilai P = 1.

Faktor penggunaan lahan (C) juga mempunyai pengaruh terhadap besar erosi, dapat dilihat berdasarkan hasil uji statistik yang menunjukkan bahwa faktor penggunaan lahan (C) berpengaruh nyata terhadap bahaya erosi di lokasi penelitian dimana $P\text{-value} = 0,000 < \alpha = 0,005$. Hasil persamaan regresi yang diperoleh adalah $-0,3 + 428$ Nilai C yang memberikan makna bahwa semakin meningkatnya nilai C maka akan meningkatkan nilai besar erosi karena memiliki koefisien determinasi (β_1) sebesar + 428.

Dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa penggunaan lahan pemukiman memiliki potensi terjadinya degradasi lahan akibat erosi lebih besar daripada penggunaan lahan lainnya di lokasi penelitian. Sebaliknya penggunaan lahan hutan (hutan lahan kering primer dan hutan lahan kering sekunder) memiliki potensi terjadinya degradasi lahan akibat erosi yang terkecil dibandingkan dengan penggunaan lahan lainnya dengan nilai C yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian di Nepal oleh Kokh & Shresta (2002) dalam Talakua (2016), yang menunjukkan bahwa kerapatan vegetasi atas berpengaruh terhadap erosi tanah, karena semakin berkurangnya kerapatan vegetasi atas maka erosi meningkat, dan menurut Asdak (2002) dalam Talakua (2016), vegetasi sangat berpengaruh terhadap bahaya erosi karena struktur vegetasi yang bertingkat-tingkat.

Tingkat degradasi tanah akibat erosi

Berdasarkan hasil analisis tingkat bahaya erosi diketahui bahwa sebaran kelas erosi rata-rata berkisar dari kelas 'tidak ada erosi' sampai 'erosi sangat berat'. Besar erosi rata-rata pada kelas 'tidak ada erosi' sampai 'erosi ringan' adalah sebesar 3,60 ton/ha/thn. Kelas 'erosi sedang' adalah 32,03 ton/ha/thn. Kelas 'erosi berat' adalah 108,95 ton/ha/thn. Sedangkan untuk besar kisaran 'erosi sangat berat' adalah 426,03 ton/ha/thn.

Luasan erosi yang paling besar adalah 'tidak ada erosi' sampai 'erosi ringan', yaitu sebesar 1425,2 ha dan untuk luasan yang paling sempit adalah 'erosi sedang' yaitu sebesar 410,28 ha. Hal ini menunjukkan untuk sebagian besar lokasi penelitian masih belum terjadi degradasi akibat 'erosi berat' sampai 'erosi sangat berat', yang membutuhkan tindakan konservasi yang besar.

Tingkat erosi sedang

Lahan dengan tingkat bahaya erosi sedang berada pada kisaran erosi 20,29 – 49,28 t/ha/thn seluas 410,28 ha (12,66%). Unit-unit lahan tersebut terdapat pada kelima jenis tanah dan lahan-lahan tersebut didominasi oleh kelas erodibilitas sangat rendah sampai rendah, yaitu 0,4 – 0,18 sebesar 83,77% dengan lereng 8-15% yang dominan.

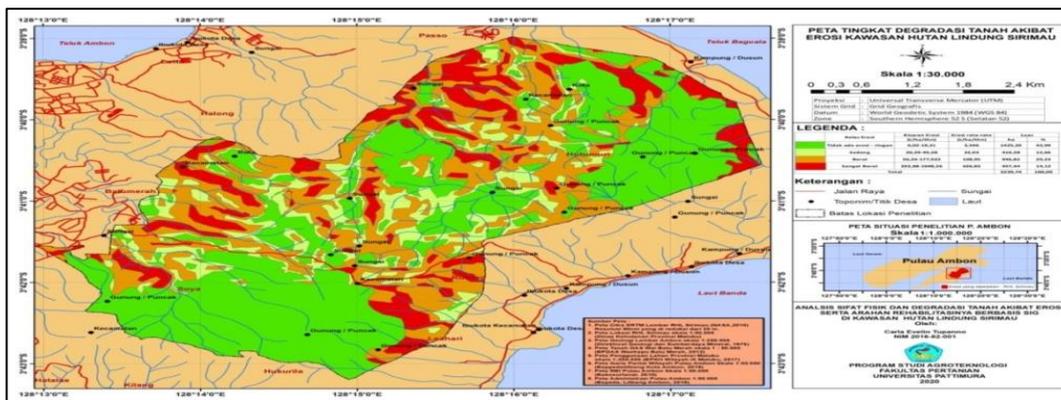
Diketahui juga bahwa lahan-lahan tersebut didominasi oleh pengguna lahan pertanian lahan kering campuran dan semak belukar (C = 0,2 dan 0,3) sebesar 88,46 %, dan sisanya adalah pemukiman seluas 11,54 %.

Tingkat erosi berat

Lahan dengan tingkat bahaya ‘erosi berat’ berada pada kisaran erosi 50,24 – 177,92 t/ha/thn seluas 946,82 ha (29,23%). Unit-unit lahan tersebut terdapat pada kelima jenis tanah dan lahan-lahan tersebut didominasi oleh klas erodibilitas rendah, yaitu dengan 0,14 – 0,18 dengan lereng 8-15 % yang dominan. Diketahui juga bahwa lahan-lahan tersebut didominasi oleh pertanian lahan kering campuran dan semak belukar (C = 0,2 dan 0,3) sebesar 81,25%.

Tingkat erosi sangat berat

Lahan dengan tingkat bahaya ‘erosi sangat berat’ berada pada kisaran erosi 202,88 – 1048,28 t/ha/thn seluas 457,44 ha (14,12 %). Unit-unit lahan tersebut hanya terdapat pada 3 jenis tanah yaitu Typic Dystrudepts, Typic Hapludalfs dan Typic Hapludults dan lahan-lahan tersebut didominasi oleh klas erodibilitas rendah, yaitu dengan 0,14 – 0,18 dengan lereng 30 – 45 % yang dominan. Diketahui juga lahan-lahan tersebut didominasi oleh pertanian lahan kering dan pemukiman (C = 0,7 dan 1,00) sebesar 42,5 %. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Talakua (2009; 2016; 2018; 2019; 2020), dimana pada penggunaan lahan pertanian lahan kering, semak belukar dan permukiman, cenderung mengalami degradasi tanah akibat erosi dari tingkat sedang sampai sangat berat.



Gambar 1. Judul

Gambar 2. Peta tingkat degradasi tanah akibat erosi Kawasan Hutan Lindung G. Sirimau

Nilai toleransi erosi

Dalam penelitian ini juga dianalisis besar erosi yang masih dapat ditoleransikan (Nilai T). Hasil analisis didapatkan nilai T di lokasi penelitian Kawasan Hutan Lindung Gunung Sirimau yaitu berkisar antara 0,8-2,5 mm/thn atau 6,104- 19,536 t/ha/thn.

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat dijelaskan bahwa nilai toleransi erosi yang paling rendah adalah pada tanah Lithic Udorthets, yaitu 0,8 mm/thn atau 6,104 t/ha/thn. Hal ini disebabkan karena tanah tersebut memiliki permeabilitas lambat dengan tanah yang dangkal dan memiliki bobot isi sebesar 0,763 g/cm³. Namun erosi tidak boleh melebihi nilai 0,8 mm/thn atau 6,104 t/ha/thn, dan jika ini terjadi maka akan terjadi erosi dipercepat. Sebaliknya pada nilai toleransi erosi yang tinggi adalah pada tanah Typic Hapludults, yaitu sebesar 1,6 mm/thn atau 19,536 t/ha/thn. Hal ini disebabkan karena tanah tersebut memiliki permeabilitas agak lambat dengan tanah yang dalam dan memiliki bobot isi yang paling tinggi sebesar 1,221 g/cm³. Namun erosi tidak boleh melebihi nilai 1,6 mm/thn atau 19,536 t/ha/thn, sebab jika ini terjadi maka akan terjadi erosi dipercepat.

Korelasi sifat fisik dan besar degradasi tanah akibat erosi

Hasil korelasi erosi dengan koefisien korelasi yang bernilai positif adalah terhadap debu, berat jenis, bobot isi dengan nilai r masing-masing : 0,161, 0,176, 0,152 dan signifikan (P-value < α = 0,05). Ini berarti bahwa semakin meningkatnya nilai erosi tersebut cenderung memiliki nilai sifat fisik tanah yang lebih tinggi.

Sebaliknya korelasi antara erosi yang bernilai negative adalah terhadap porositas, kapasitas lapang dan pori drainase cepat-drainase lambat dengan nilai r masing-masing : -0,150, -0,150, -0,151 dan signifikan (P-value < α = 0,05). Ini berarti bahwa semakin meningkat nilai erosi tersebut cenderung menurunkan nilai sifat fisik tanah tersebut

Arahan Rehabilitasi Lahan

Tujuan dari penentuan arahan rehabilitasi lahan pada lokasi penelitian Kawasan Hutan Lindung Gunung Sirimau, adalah agar degradasi lahan akibat erosi pada setiap unit lahan dapat ditekan sampai pada batas yang tidak membahayakan atau batas toleransi erosi. Oleh karena itu, arahan-arahan rehabilitasinya didasarkan pada nilai CP-maksimum yang ditentukan berdasarkan nilai toleransi erosi dan erosi potensial. Arahan-arahan tersebut diuraikan sebagai berikut.

1. Pola rehabilitasi lahan pada penggunaan lahan pemukiman

Berdasarkan peta penutupan lahan provinsi Maluku lembar kota Ambon lokasi penelitian termasuk dalam kawasan hutan lindung Gunung Sirimau (BPKH Wilayah IX Maluku, 2018) oleh karena itu beberapa unit lahan dengan penggunaan pemukiman masuk dalam kawasan hutan lindung. Dengan demikian pada penggunaan lahan pemukiman dengan nilai CP-maksimum sebesar 0,004 – 0,163, maka arahan rehabilitasi lahan yang direkomendasikan adalah hutan lahan kering sekunder dengan P arahan yaitu dihindarkan secara sekunder. Pola ini dapat menurunkan degradasi lahan akibat erosi dari 21,13 – 1048,25 t/ha/thn (erosi sedang - sangat berat) menjadi 0,11 – 5,24 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) dibawah nilai toleransi erosi yaitu 12,99 – 19,54 t/ha/thn.

2. Pola rehabilitasi lahan pada penggunaan lahan pertanian lahan kering

Pada penggunaan lahan pertanian lahan kering, arahan rehabilitasi yang direkomendasikan ada 4 kombinasi C arahan dan P arahan.

Kombinasi pertama pola agroforestri dengan pertanian semusim dominan dengan pengolahan tanah dan penanaman garis menurut kontur kemiringan 0 – 8 %. Arahan rehabilitasi pada unit lahan ini memiliki penggunaan lahan pertanian lahan kering dan kemiringan lereng 0 – 8 %, dengan nilai CP-maksimum sebesar 0,153 - 0,163, maka faktor C arahan yang direkomendasikan adalah pola agroforestri dengan pertanian semusim dominan dengan P arahan adalah pengolahan tanah dan penanaman garis kontur kemiringan 0 – 8 %. Pola ini dapat menurunkan degradasi lahan akibat erosi dari 14,79 – 19,31 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) menjadi 2,11 – 2,76 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) dibawah nilai toleransi, yaitu 12,99 – 17,89 t/ha/thn.

Kombinasi kedua pola agroforestri dengan pertanian semusim dominan dengan penanaman rumput dalam strip standar desain dan pertumbuhan baik. Arahan rehabilitasi pada unit lahan ini memiliki penggunaan lahan pertanian lahan kering dan kemiringan lereng 8 - 15 %, dengan nilai CP-maksimum sebesar 0,032 – 0,034, maka faktor C arahan yang direkomendasikan adalah pola agroforestri dengan pertanian semusim dominan dengan P arahan adalah penanaman rumput dalam strip standar desain dan pertumbuhan baik. Pola ini dapat menurunkan degradasi lahan akibat erosi dari 71,01 – 92,69 t/ha/thn (berat) menjadi 0,81 – 1,06 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) di bawah nilai toleransi, yaitu 12,99 – 17,89 t/ha/thn.

Kombinasi ketiga pola agroforestri dengan MPTS tanaman perkebunan dominan bervegetasi rapat dengan penanaman tanaman penutup tanah rendah pada tanaman perkebunan kerapatan tinggi. Arahan rehabilitasi pada unit lahan ini memiliki penggunaan lahan pertanian lahan kering dan kemiringan lereng 15 – 45 %, dengan nilai CP-maksimum sebesar 0,004 – 0,10, maka faktor C arahan yang direkomendasikan adalah pola agroforestri dengan MPTS tanaman perkebunan dominan bervegetasi rapat dengan penanaman tanaman penutup tanah rendah pada tanaman perkebunan kerapatan tinggi. Pola ini dapat menurunkan degradasi lahan akibat erosi dari 251,49 – 733,78 t/ha/thn (sangat berat) menjadi 3,59 – 10,48 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) di bawah nilai toleransi erosi, yaitu 12,99 – 17,89 t/ha/thn.

Kombinasi keempat hutan lahan kering sekunder. Arahan rehabilitasi pada unit lahan ini memiliki penggunaan lahan pertanian lahan kering dan kemiringan lereng 45 - 65 %, dengan nilai CP-maksimum sebesar 0,003, maka faktor C arahan yang direkomendasikan adalah hutan lahan kering sekunder dengan faktor P dihindarkan secara sekunder. Pola ini dapat menurunkan degradasi lahan akibat erosi dari 710,08 – 926,88 t/ha/thn (sangat berat) menjadi 5,07 – 6,62 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) di bawah nilai toleransi erosi, yaitu 12,992 – 17,888 t/ha/thn.

3. Pola rehabilitasi lahan pada penggunaan lahan pertanian lahan kering campuran

Pada penggunaan lahan pertanian lahan kering campuran, arahan rehabilitasi yang direkomendasikan ada 4 kombinasi C arahan dan P arahan. Kombinasi pertama pola agroforestri dengan pertanian semusim dominan dengan pengolahan tanah dan penanaman garis menurut kontur kemiringan 0 – 8 %.Arahan rehabilitasi pada unit lahan ini memiliki penggunaan lahan pertanian lahan kering dan kemiringan lereng 0 – 8 %, dengan nilai CP-maksimum sebesar 0,124 - 0,251, maka faktor C arahan yang direkomendasikan adalah pola agroforestri dengan pertanian semusim dominan dengan P arahan adalah pengolahan tanah dan penanaman garis kontur kemiringan 0 – 8 %. Pola ini dapat menurunkan degradasi lahan akibat erosi dari 1,30 – 7,31 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) menjadi 0,65 – 3,66 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) di bawah nilai toleransi, yaitu 6,104 – 19,536 t/ha/thn.

Kombinasi kedua pola agroforestri dengan pertanian semusim dominan dengan penanaman rumput dalam strip standar desain dan pertumbuhan baik. Arahan rehabilitasi pada unit lahan ini memiliki penggunaan lahan pertanian lahan kering dan kemiringan lereng 8 - 15 %, dengan nilai CP-maksimum sebesar 0,026 – 0,052, maka faktor C arahan yang direkomendasikan adalah pola agroforestri dengan pertanian semusim dominan dengan P arahan adalah penanaman rumput dalam strip standar desain dan pertumbuhan baik. Pola ini dapat menurunkan degradasi lahan akibat

erosi dari 1,30 – 7,31 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) menjadi 0,65 – 3,66 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) di bawah nilai toleransi, yaitu 6,104 – 19,536 t/ha/thn.

Kombinasi ketiga pola agroforestri dengan *multi purpose tree species* (MPTS) tanaman perkebunan dominan bervegetasi rapat dengan penanaman tanaman penutup tanah rendah pada tanaman perkebunan kerapatan tinggi. Arahan rehabilitasi pada unit lahan ini memiliki penggunaan lahan pertanian lahan kering dan kemiringan lereng 15 – 45 %, dengan nilai CP-maksimum sebesar 0,004 – 0,015, maka faktor C arahan yang direkomendasikan adalah pola agroforestri dengan MPTS tanaman perkebunan dominan bervegetasi rapat dengan penanaman tanaman penutup tanah rendah pada tanaman perkebunan kerapatan tinggi. Pola ini dapat menurunkan degradasi lahan akibat erosi dari 22,04 – 265,14 t/ha/thn (sedang - sangat berat) menjadi 1,10 – 13,26 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) di bawah nilai toleransi erosi, yaitu 6,10 – 19,54 t/ha/thn.

Kombinasi keempat hutan lahan kering sekunder. Arahan rehabilitasi pada unit lahan ini memiliki penggunaan lahan pertanian lahan kering dan kemiringan lereng 45 - 65 %, dengan nilai CP-maksimum sebesar 0,003, maka faktor C arahan yang direkomendasikan adalah hutan lahan kering sekunder dengan faktor P dihutankan secara sekunder. Pola ini dapat menurunkan degradasi lahan akibat erosi dari 202,88 – 334,91 t/ha/thn (sangat berat) menjadi 5,07 – 8,37 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) di bawah nilai toleransi erosi, yaitu 12,99 – 17,89 t/ha/thn.

4. Pola Rehabilitasi lahan pada penggunaan lahan savana/padang rumput

Arahan rehabilitasi lahan untuk penggunaan lahan savana/padang rumput adalah dihutankan kembali menjadi hutan lahan kering sekunder. Pola arahan ini didasarkan pada nilai CP-maksimum sebesar 0,004 – 0,163, maka arahan rehabilitasi lahan yang direkomendasikan adalah hutan lahan kering sekunder dengan P arahan yaitu dihutankan secara sekunder. Pola ini dapat menurunkan degradasi lahan akibat erosi dari 8,28 – 314,48 t/ha/thn (tidak ada erosi/ringan – sangat berat) menjadi 0,14 – 5,24 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) di bawah nilai toleransi erosi, yaitu 6,10 – 17,89 t/ha/thn.

5. Pola Rehabilitasi lahan pada penggunaan lahan semak/belukar

Arahan rehabilitasi lahan untuk penggunaan lahan semak/belukar adalah dihutankan kembali menjadi hutan lahan kering sekunder. Pola arahan ini didasarkan pada nilai CP-maksimum sebesar 0,003 – 0,251, maka arahan rehabilitasi lahan yang direkomendasikan adalah hutan lahan kering sekunder dengan P arahan yaitu dihutankan secara sekunder. Pola ini dapat menurunkan degradasi lahan akibat erosi dari 1,95 – 502,37 t/ha/thn (tidak ada erosi/ringan – sangat berat) menjadi 0,03 – 8,37 t/ha/thn (tidak ada erosi – ringan) di bawah nilai toleransi erosi, yaitu 6,10 – 17,89 t/ha/thn.

6. Pola rehabilitasi lahan pada penggunaan lahan hutan lahan kering sekunder

Arahan rehabilitasi lahan untuk penggunaan lahan hutan lahan kering sekunder adalah hutan sekundernya tetap dipertahankan. Pola arahan ini didasarkan pada nilai CP-maksimum sebesar 0,003 – 0,251, sehingga degradasi lahan akibat erosi pada unit lahan tersebut tetap berada pada kondisi baik (tidak ada erosi - ringan) dengan erosi sebesar 0,03 – 8,37 t/ha/thn di bawah nilai toleransi erosi, yaitu 6,10 – 19,54 t/ha/thn.

7. Pola rehabilitasi lahan pada penggunaan lahan hutan lahan kering primer

Arahan rehabilitasi lahan untuk penggunaan lahan hutan lahan kering primer adalah hutan primernya tetap dipertahankan. Pola arahan ini didasarkan pada nilai CP-maksimum sebesar 0,003 – 0,163, sehingga degradasi lahan akibat erosi pada unit lahan tersebut tetap berada pada kondisi baik (tidak ada erosi - ringan) dengan erosi sebesar 0,02 – 1,32 t/ha/thn di bawah nilai toleransi erosi, yaitu 6,10 – 12,99 t/ha/thn.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Korelasi antara sifat fisik adalah nyata (P-value = 0,000-0,018) dengan nilai koefisien korelasi positif (0,163-0,999) dan negatif (0,199-0,998).
2. Degradasi tanah yang terjadi akibat erosi di Kawasan Hutan Lindung Gunung Sirimau, terdiri atas lima tingkat, yaitu kelas tidak ada erosi sampai erosi ringan (rata-rata 3,60 t/ha/thn) dengan luasan 1425,20 ha, erosi sedang (rata-rata 32,03 t/ha/thn) dengan luasan 410,28 ha, erosi berat (rata-rata 108,95 t/ha/thn) dengan luas 946,2ha, dan erosi sangat berat (rata-rata 426,83 t/ha/thn) dengan luas 457,44 ha.
3. Terdapat korelasi nyata, yaitu dengan tingkat signifikansi 95 %, antara sifat-sifat fisik (debu, berat jenis, bobot isi, porositas, kapasitas lapang, dan pori drainase cepat-lambat) dengan besarnya erosi di lokasi penelitian yang diindikasikan dengan P-value = 0,000–0,029.
4. Arahan rehabilitasi lahan yang ditetapkan untuk mengurangi tingkat degradasi tanah akibat erosi berupa arahan rehabilitasi yang disarankan adalah pola agroforestri yang dikombinasikan dengan pengolahan tanah dan penanaman menurut garis kontur 0 – 8 %, penanaman rumput dalam strip, penanaman penutup tanah rendah pada tanaman perkebunan kerapatan tinggi serta tetap mempertahankan hutan sekunder dan hutan primer.

DAFTAR PUSTAKA

- A'yunin, Q. (2008). Predikisi Tingkat Bahaya Erosi dengan Metode USLE di Lereng Timur Gunung Sindoro. Universitas Sebelas Maret, Urakarta.
- Gurning, E.J. (2018). Karakteristik Sifat Fisik Tanah pada Tutupan Lahan di Kecamatan Sei Bingai Kabupaten Langkat. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- Indarto dan Faisal, A. (2012). Konsep Dasar Analisis Spasial. Andi Yogyakarta. Yogyakarta. ISBN: 978-979-29-3354-3.
- Karsapakyawan K. Lapadjati. (2016). Sifat Fisik Tanah Pada Hutan Tanaman Kemiri, Lahan Agroforestri Dan Lahan Hutan Sekunder di Desa Labuan Kungguma Kabupaten Donggala Sulawesi Tengah. Universitas Tadulako.
- Kurnia U., Agus F., Adimihardja A., Dariah A. *Sifat Fisk Tanah dan Metode Analisisnya*, (2006). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor.
- Rahim, S.E. (2006). *Pengendalian Erosi Tanah: Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*. Bumi Aksara. ISBN: 979-526-340-4
- Talakua S.M. (2009). Efek Penggunaan Lahan Terhadap Kerusakan Tanah Karena Erosi di Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat Propinsi Maluku. Disertasi Program Doktor. Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Talakua S.M. (2019). Identifikasi degradasi tanah dan pengaruh faktor penggunaan lahan terhadap degradasi tanah pada semak belukar dan hutan sekunder di Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat Propinsi Maluku. *Jurnal Budidaya Pertanian* 15(1), 13-20. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2019.15.1.13>.
- Talakua, S.M. (2020). Pengaruh faktor penggunaan lahan terhadap degradasi lahan akibat erosi pada hutan primer dan kebun campuran di Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat Propinsi Maluku. *Jurnal Agrologia*. 9(2), 95-104. <https://ojs.unpatti.ac.id/index.php/agrologia/article/view/1164/593>
- Talakua S.M., & R.M. Osok. (2019). Development of land degradation assessment model based on field indicators assessment and prediction methods in Wai Sari Sub Watershed Kairatu District. Western Seram Regency, Maluku Province. Indonesia. *Science Nature Journal* 2 (1), 071-085. e-ISSN:2654-6264.
- Talakua S.M., & Osok R.M. (2018). Efek Penggunaan lahan terhadap degradasi tanah pada kebun campuran di Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat Propinsi Maluku. *Jurnal Agrologia* 7(1), 9-16. p-ISSN 2301-7287; e-ISSN 2580-9636
- Talakua S.M., 2016. *Degradasi Lahan Metode; Analisis dan Aplikasinya dalam Penggunaan Lahan*. Plantaxia.
- Talakua S.M., dan Osok, R.M. (2017). *Pengembangan Model Penilaian Degradasi Lahan Berdasarkan Pendekatan Field Assessment*. Pattimura University Press: Ambon. ISBN: 978-602-50112-2-1.
- Talakua S.M. & Talakua C., (2020). *Buku Ajar: Aplikasi Arc.GIS 10.3 untuk Prosesing Peta Kelas Topografi Suatu Panduan Praktis Secara Geospasial*. Fakultas Pertanian Universitas Pattimura.
- Tewu, R.W.G., Karamoy L.T., & Pioh, D.D. (2016). Kajian sifat fisik dan kimia pada tanah berpasir di Desa Noongan Kecamatan Langowan Barat. Universitas Sam Ratulangi. 7(2), <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/cocos/article/view/12097>
- Tolaka, W., Wardah, Rahmawati. (2013). Sifat fisik tanah pada hutan primer, agroforestri dan kebun kakao Di SubDAS Wera Saluopa Desa Leboni Kecamatan Pamona Puselemba Kabupaten Poso. *Jurnal Ilmiah Kehutanan-Warta Rimba*. 1(1), 1-8 <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/WartaRimba/article/view/1954>
- Wariunsora, S., Osok, R., Talakua, S. (2020). Erosi dan arahan rehabilitasi lahan berbasis SIG di DAS Wai Ela Negeri Lima Kabupaten Maluku Tengah Provinsi Maluku. *Jurnal Budidaya Pertanian*. 16(1), 11-20. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2020.16.1.11>