

Efek Penggunaan Lahan Terhadap Degradasi Tanah Pada Kebun Campuran Di Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat Propinsi Maluku

Silwanus M. Talakua^{1a} dan Rafael M. Osok^{1b}

¹ Program Studi Tanah, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Pattimura
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka Ambon, 97233
^a talakuasilwanus@gmail.com ; ^b rafmosok@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan lahan merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap degradasi tanah akibat erosi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui besarnya tingkat degradasi lahan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya antara lain luas penggunaan lahan, kerapatan vegetasi atas dan kerapatan vegetasi bawah. Penelitian ini menggunakan metode pengukuran indikator kerusakan tanah di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara tunggal, luas penggunaan lahan, kerapatan vegetasi atas dan kerapatan vegetasi bawah berpengaruh terhadap degradasi tanah pada penggunaan lahan kebun campuran; sedangkan secara serempak, luas penggunaan lahan, kerapatan vegetasi atas dan kerapatan vegetasi bawah berpengaruh terhadap degradasi tanah pada penggunaan lahan kebun campuran. Faktor yang paling berpengaruh terhadap degradasi tanah pada kebun campuran adalah luas penggunaan lahan dan kerapatan vegetasi bawah.

Kata Kunci : Degradasi tanah, lahan, kerapatan vegetasi, kebun campuran.

The Effect Of Land Use Factors On Soil Degradation At Mixed Plantation In The District Of Kairatu West Seram Regency Maluku Province

ABSTRACT

Land use is the most influential factor in soil degradation due to erosion. The objectives of this research are to know the level of land degradation and the factors that influence the land use area, the upper vegetation density and the lower vegetation density. This research uses the method of measuring ground damage indicator in the field. The results showed that single, wide land use, upper vegetation density and lower vegetation density had an effect on soil degradation on mixed garden land use; while simultaneously, wide land use, upper vegetation density and lower vegetation density have an effect on soil degradation on mixed garden land use. The most influential factors for soil degradation in mixed gardens are the area of land use and lower vegetation density.

Keyword: Degradation of soil, land, vegetation density, mixed gardens.

PENDAHULUAN

Penggunaan lahan merupakan istilah yang digunakan untuk menjelaskan peranan manusia dalam menggunakan lahan, atau tindakan-tindakan yang dengan segera memodifikasi atau mengubah penutup lahan, atau dengan kata lain pola penggunaan lahan yang merupakan pencerminan dari kegiatan-

kegiatan manusia yang ada di atasnya. Penggunaan lahan dapat secara alamiah seperti hutan primer maupun yang terbentuk sebagai akibat intervensi manusia seperti hutan sekunder.

Pengertian hutan lebat terutama ditentukan oleh jenis tanaman hutan yang tampak sebagai hutan lebat, baik yang tumbuh secara alami ataupun yang dipelihara.

Sedangkan hutan belukar adalah tanah yang ditumbuhi semak-semak terutama berbatang kecil. Mungkin tanah bekas ladang, atau semak-semak itu merupakan tanaman sisa daripada hutan yang lebih lebat, yang pohon-pohonnya berbatang besar telah ditebang^[1]. Hutan alam memiliki batasan yaitu peruntukan lahan ditetapkan sebagai kawasan hutan dan perkembangan vegetasi hutan sebagai habitat binatang-binatang hutan. Tujuan penggunaan lahan untuk wahana konservasi tanah dan air, media produksi komoditi hasil hutan dan pelestarian plasma nutfah. Jenis vegetasi penutup lahan bervariasi didominasi oleh vegetasi pepohonan^[2].

Hutan tanaman memiliki batasan yaitu peruntukan lahan sebagai kawasan hutan tempat tumbuh dan berkembangnya vegetasi hutan yang dibudidayakan. Tujuan penggunaan lahan sebagai media produksi komoditi hasil hutan berupa kayu dan hasil sampingan. Jenis vegetasi penutup lahan terdiri dari jenis pepohonan sejenis. Penggunaan lahan merupakan faktor yang paling rentan dan selalu menjadi sasaran utama terhadap pengaruh perubahan oleh manusia dibandingkan dengan faktor-faktor lain seperti iklim, tanah, dan topografi.

Kesalahan penggunaan lahan yang mengakibatkan meluasnya lahan kritis sehingga menurunkan kemampuan DAS dalam menyimpan air yang berdampak pada meningkatnya frekuensi banjir, erosi dan penyebaran tanah longsor pada musim penghujan dan kekeringan pada musim kemarau. Lahan yang awalnya mempunyai kemampuan lahan lebih baik ternyata telah mengalami penurunan kualitas kemampuan lahannya dengan penyebab utama adalah degradasi lahan akibat erosi berat-sangat berat^[3].

Akibat dari adanya campur tangan manusia dalam perubahan tersebut, maka terbentuklah berbagai tipe penggunaan lahan antara lain : areal yang dilindungi seperti hutan primer dan sekunder; Apabila

komponen penggunaan lahan berubah terutama penggunaan lahan hutan (deforestasi) maka akan terjadi perubahan ekosistem, yang berdampak pada perubahan siklus hidrologi. Perubahan siklus hidrologi akan mengakibatkan aliran permukaan lebih besar dari infiltrasi sehingga selanjutnya akan menyebabkan kerusakan tanah karena erosi air.

Menurut International Soil Reference and Information Centre/United Nations Environment Programme ISRIC/UNEP, tipe kerusakan lahan di Indonesia yang terbesar disebabkan oleh erosi air (80 %), sedangkan sisanya masing-masing oleh degradasi kimia sebesar 15 % dan degradasi fisik sebesar 5 %. Apabila ditinjau dari aspek penyebabnya, maka di Indonesia penyebab kerusakan lahan yang terbesar adalah oleh deforestasi sebesar 63 % dan sisanya oleh aktivitas pertanian sebesar 37 %^[4].

Lahan kritis untuk Kabupaten Maluku Tengah antara tahun 1987 sampai tahun 1989 terjadi peningkatan luas yaitu dari 19.045 ha menjadi 45.401 ha (bertambah sebesar 26.356 ha), sedangkan untuk Kecamatan Kairatu dan Piru yang di dalamnya terdapat daerah penelitian, luas lahan kritis bertambah dari 10.845 ha pada tahun 1987 menjadi 18.825 ha pada tahun 1989 atau mengalami peningkatan sebesar 73,6 %^[5].

Meningkatnya lahan kritis di Kecamatan Kairatu, diyakini sebagai indikasi telah terjadi pengurangan luas penggunaan lahan hutan, karena dikonversi untuk penggunaan lahan kebun campuran/perkebunan, ladang, permukiman, serta munculnya lahan-lahan marginal seperti semak belukar dan alang-alang, dengan tingkat kerapatan vegetasi atas dan kerapatan vegetasi bawah yang semakin berkurang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat Propinsi Maluku dengan luas 12.685,81 ha

dan secara geografis terletak pada 3°06'01" - 3°27'10" Lintang Selatan dan 128°18'57" - 128°42'05" Bujur Timur, berlangsung dari tahun 2006 sampai tahun 2007. Kegiatan dimulai dengan pengumpulan data, observasi, penelitian lapangan, analisis laboratorium dan pengolahan data sampai penulisan laporan.

Penentuan Titik Pengamatan

Penentuan titik pengamatan pada lokasi penelitian dilakukan berdasarkan Peta Unit Lahan skala 1 : 100.000. Pada penelitian ini dikaji efek luas penggunaan lahan (X1), kerapatan vegetasi atas (X2), dan kerapatan vegetasi bawah (X3) terhadap degradasi tanah (Y), pada hutan primer dan hutan sekunder, oleh karena itu dibuat area pengamatan dengan mengelompokkan unit-unit lahan yang memiliki penggunaan lahan yang berbeda tetapi memiliki kelas topografi dan jenis geologi, klasifikasi asosiasi tanah dan kelompok iklim yang sama, dengan jumlah area pengamatan (n) adalah 9.

Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian

Karakteristik penggunaan lahan dalam hal ini luas (X1), penyebaran vegetasi dan kerapatan vegetasi atas didapat dari hasil analisis penginderaan jauh citra satelit *Landsat False Colour Composite TM* Tahun 1992 dan *False Colour Composite MSS* Tahun 1990 oleh Dinas Kehutanan Propinsi Maluku [6], maupun hasil penelitian lapangan. Setelah ditentukan jenis penggunaan lahan dan penyebarannya, maka selanjutnya diukur masing-masing tipe penggunaan lahan sesuai titik pengamatan dengan menggunakan planimeter dalam satuan luas yaitu hektar (ha).

Pengukuran variabel kerapatan vegetasi atas (X2) dan kerapatan vegetasi bawah (X3) pada penggunaan lahan kebun campuran dan semak belukar adalah sesuai titik pengamatan di lapangan yaitu dengan mengukur luas area penutupan tajuk untuk vegetasi bawah, kemudian dibandingkan terhadap luas area pengamatan, sehingga didapat persentasi

tingkat kerapatan vegetasi atas dan bawah [7,8]. Pengukuran erosi tanah didasarkan pada panduan oleh Stocking dan Murnaghan sesuai jumlah titik pengamatan [9].

Analisis Laboratorium

Untuk penentuan kerusakan tanah akibat erosi aktual melalui pengukuran indikator erosi tanah di lapangan, maka yang dianalisis adalah tekstur tanah (meliputi kandungan pasir kasar – pasir sangat halus, debu dan liat), bobot isi tanah, C-organik untuk penentuan kandungan bahan organik dan permeabilitas profil tanah yang dilaksanakan di Laboratorium Departemen Tanah Dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Analisis Data

Hubungan antara variabel-variabel Y dan X pada tiap area pengamatan (unit lahan) di lokasi penelitian dapat dinyatakan dalam model regresi linier, non linier (berpangkat, eksponensial, logaritma, subordo kedua dan subordo ketiga), serta regresi berganda [10,11]. Untuk model regresi linier secara umum adalah $Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 X_{ij} + \epsilon_i$; Keterangan : Y_i = Variabel terikat yaitu erosi tanah (t/ha/tahun). X_{ij} = Variabel-variabel bebas yaitu : luas (ha), kerapatan vegetasi atas (%), dan kerapatan vegetasi bawah (%) pada kebun campuran dan semak belukar; α_1 = koefisien regresi; α_0 = koefisien intersep; ϵ_i = galat; $i = \dots 1,2$.

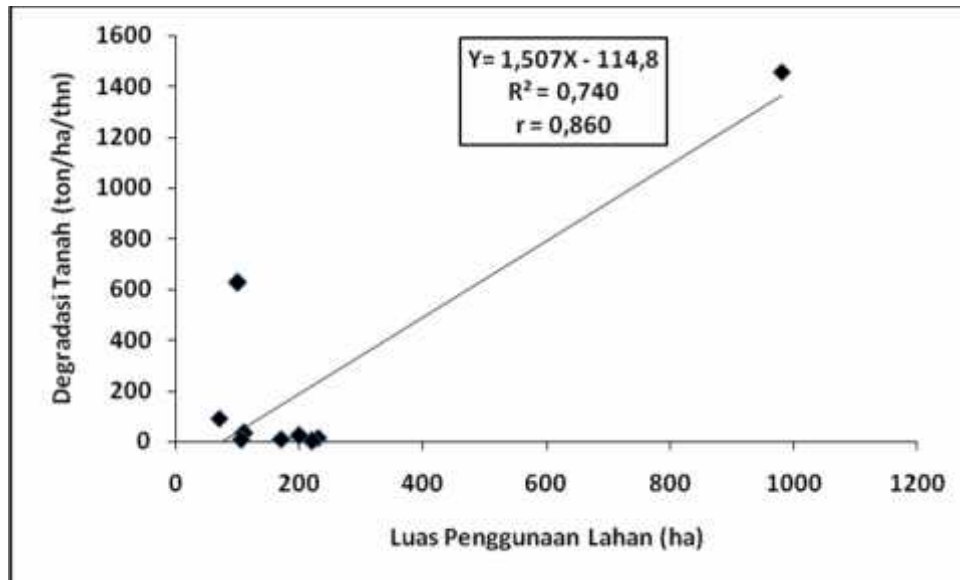
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Faktor Luas Penggunaan Lahan Terhadap Degradasi Tanah pada Kebun Campuran

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil sidik ragam regresi ternyata bahwa luas penggunaan lahan berpengaruh nyata secara positif terhadap degradasi tanah pada penggunaan lahan kebun campuran, dengan nilai-P sebesar 0,003*, serta memiliki

koefisien determinasi (R^2) = 0,740; koefisien korelasi (r) positif yaitu +0,86, seperti

disajikan pada Gambar 1.



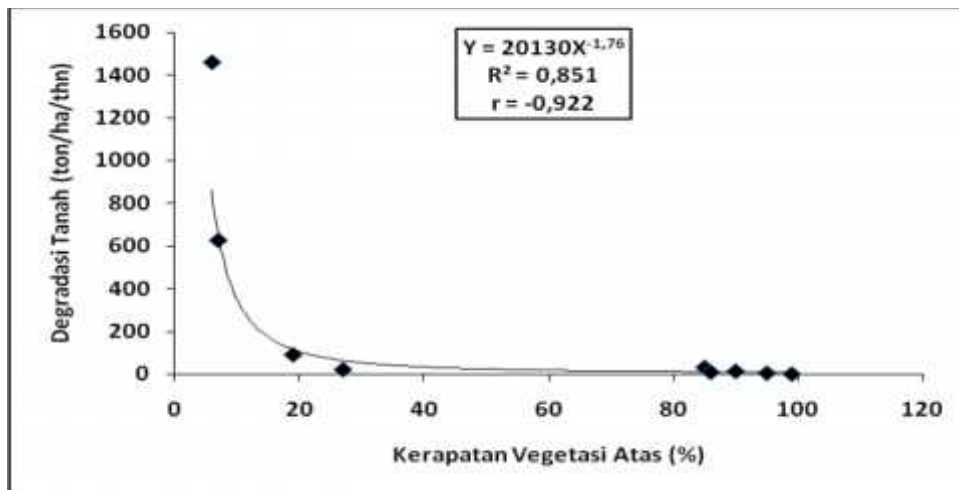
Gambar 1. Pengaruh luas penggunaan lahan terhadap degradasi tanah pada penggunaan lahan kebun campuran di daerah penelitian Kecamatan Kairatu.

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa semakin luas penggunaan lahan akan meningkatkan degradasi tanah pada kedua penggunaan lahan ini. Hal ini dapat dijelaskan bahwa penggunaan lahan ini merupakan hasil konversi lahan menjadi areal pertanian atau kebun campuran, yang akan mengalami degradasi tanah dari waktu ke waktu. Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa konversi daerah berhutan menjadi lahan-lahan pertanian (perkebunan, kebun campuran, dan ladang), padang rumput atau permukiman penduduk mengakibatkan : (1) hilangnya biodiversitas, terutama di daerah tropis; kehilangan biodiversitas mengakibatkan kemunduran integritas ekosistem, dan juga kehilangan sumberdaya genetik alami yang akan menghambat pengembangan pertanian alami maupun obat-obatan; (2) terganggunya proses hidrologi,

meningkatnya aliran permukaan dan menyebabkan peningkatan erosi dan banjir; (3) apabila terjadi kebakaran hutan akan menyebabkan efek rumah kaca yang berpengaruh terhadap perubahan iklim global. Hal ini sesuai dengan penelitian ^[12].

Pengaruh Faktor Kerapatan Vegetasi Atas Terhadap Degradasi Tanah pada Penggunaan Lahan Kebun Campuran

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil sidik ragam regresi ternyata bahwa kerapatan vegetasi atas berpengaruh secara negatif terhadap degradasi tanah pada penggunaan lahan kebun campuran, dengan nilai-P sebesar 0,002*, serta memiliki determinasi (R^2) = 0,851; koefisien korelasi (r) yang negatif -0,88, seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh kerapatan vegetasi atas terhadap degradasi tanah pada penggunaan lahan kebun campuran di daerah penelitian Kecamatan Kairatu.

Gambar 2 memperlihatkan bahwa semakin berkurangnya kerapatan vegetasi atas akan menyebabkan degradasi tanah semakin meningkat pada kebun campuran. Dapat dijelaskan bahwa adanya vegetasi yang sangat rapat, terutama strata atas dapat melindungi melalui tajuk vegetasinya yang mampu mengintersep sebagian besar curah hujan yang jatuh, sehingga yang jatuh langsung ke permukaan tanah sangat sedikit sekali dengan energi yang sudah sangat berkurang. Di samping itu juga adanya vegetasi yang semakin rapat pada permukaan tanah mampu memperkecil aliran permukaan dan memperbesar infiltrasi. Hasil penelitian di Nepal memperlihatkan bahwa kerapatan vegetasi atas berpengaruh terhadap erosi tanah dimana makin berkurangnya kerapatan vegetasi atas maka erosi makin meningkat^[13]. Penutupan tajuk dalam mengurangi erosi yaitu penutup atas (*aerial cover*) dan penutup bawah (*contact cover*)^[14].

Pengaruh Faktor Kerapatan Vegetasi Bawah Terhadap Degradasi Tanah pada Penggunaan Lahan Kebun Campuran

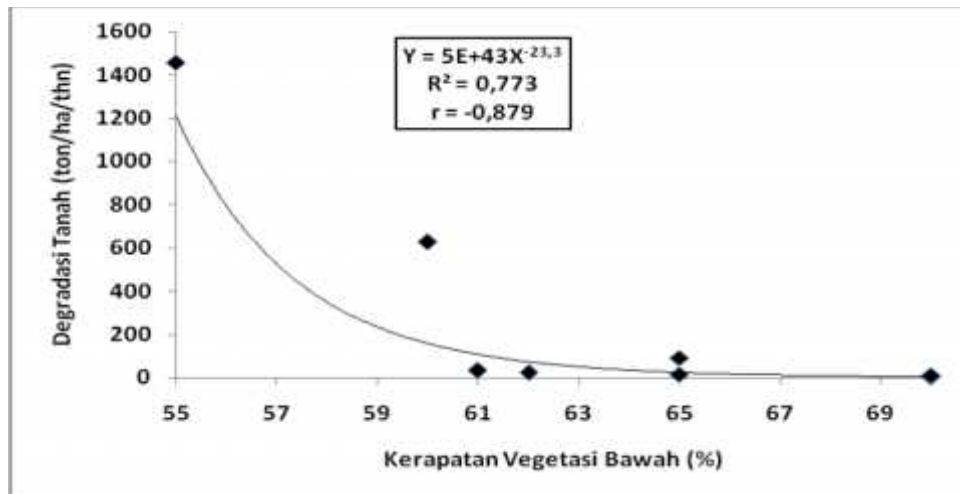
Berdasarkan hasil penelitian dan hasil sidik ragam regresi ternyata bahwa kerapatan vegetasi bawah berpengaruh nyata secara

negatif terhadap degradasi tanah pada penggunaan lahan kebun campuran dan semak belukar, dengan nilai-P sebesar 0,000*, serta memiliki koefisien determinasi (R^2) = 0,773; koefisien korelasi (r) negatif yaitu -0,879, seperti yang disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3 memperlihatkan bahwa semakin berkurangnya kerapatan vegetasi bawah akan menyebabkan degradasi tanah semakin meningkat pada kebun campuran. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkatnya kerapatan vegetasi bawah pada penggunaan lahan kebun campuran, maka tingkat degradasi tanah melalui peristiwa erosi semakin menurun, atau sebaliknya dengan semakin berkurangnya kerapatan vegetasi bawah, maka kerusakan tanah semakin meningkat. Dapat juga dijelaskan bahwa adanya vegetasi penutup bawah pada seluruh penggunaan lahan maka sangat berperan dalam mencegah erosi percikan dengan melindungi tanah dari dampak pukulan air hujan secara langsung, mengintersep curah hujan yang jatuh, mengurangi tingginya tetesan yang jatuh ke tanah yang pada dasarnya mengurangi dari kekuatan energi perusak. Selain itu juga membantu terpeliharanya konsistensi laju

infiltrasi tanah dan mencegah terbentuknya lapisan kerak di permukaan., mengurangi laju dan volume aliran permukaan dengan menahan sebagian dari air itu untuk

penggunaannya sendiri, membantu pengikatan agregat tanah, memperbaiki struktur tanah dan porositas oleh bahan organik



Gambar 3. Pengaruh kerapatan vegetasi bawah terhadap degradasi tanah pada penggunaan lahan kebun campuran di daerah penelitian Kecamatan Kairatu.

Hasil penelitian sebelumnya diperoleh data bahwa kehilangan penutup tanah akan mengintensifkan kerusakan tanah khususnya pada lereng-lereng curam, karena terjadi peningkatan erosi dan aliran permukaan yang ditunjukkan dengan adanya erosi alur dan parit yang sangat besar ^[15]. Kemampuan tetesan hujan di bawah pohon untuk mengerosi tanah lebih besar disebabkan tetesan hujan mengumpul sebelum menetes dari dedaunan dan kemudian akan menghantam tanah dengan kekuatan yang lebih besar ^[16].

Pengaruh Faktor Penggunaan Lahan: Luas, Kerapatan Vegetasi Atas dan Kerapatan Vegetasi Bawah serta Faktor yang paling berpengaruh Terhadap Degradasi Tanah pada Kebun Campuran.

Berdasarkan hasil analisis regresi pada kebun campuran, ternyata luas penggunaan lahan (X_{1KC}), kerapatan vegetasi atas (X_{2KC})

dan kerapatan vegetasi bawah (X_{3KC}) berpengaruh nyata ($P = 0,009^*$) terhadap kerusakan tanah (Y_{KC}) dengan koefisien determinasi $R^2 = 88,4\%$, dan persamaan regresinya adalah : $Y_{KC} = 1063 + 1,15X_{1KC} - 13,6X_{2KC} - 3,77X_{3KC}$. Hal ini menunjukkan bahwa dengan semakin luas penggunaan lahan, berkurangnya kerapatan vegetasi atas dan berkurangnya kerapatan vegetasi bawah pada semak belukar maka kerusakan tanah akibat erosi semakin meningkat.

Setelah dilakukan uji regresi parsial terbaik (*step wise /best subset*) terhadap semua variabel X, maka luas penggunaan lahan ($X_{1KC/P}$) dan kerapatan vegetasi bawah (X_{3KC}) berpengaruh nyata terhadap degradasi tanah dengan nilai masing-masing $P_{\text{parsial } X_{1KC}} = 0,004^*$ dan $P_{\text{parsial } X_{3KC}} = 0,042^*$) terhadap degradasi tanah (Y_{KC}) dengan koefisien determinasi $R^2 = 87,71\%$ dan persamaan regresinya adalah : $Y_{KC} = 225,3 + 1,24X_{1KC} - 4,8X_{3KC}$. Hasil penelitian sebelumnya juga menyatakan bahwa pada

lahan-lahan perkebunan yang tanahnya telah dibersihkan dari vegetasi dan humus akan mengalami masalah erosi yang serius ^[16]. Konversi daerah berhutan menjadi lahan-lahan pertanian dalam hal ini perkebunan dan kebun campuran akan mengakibatkan terganggunya proses hidrologi, meningkatnya aliran permukaan dan menyebabkan peningkatan erosi ^[12].

Hal ini dapat dijelaskan bahwa dengan semakin berkurangnya kerapatan vegetasi atas dan berkurangnya vegetasi bawah pada semak belukar maka degradasi tanah semakin meningkat. Pendapat lain juga menyatakan bahwa kehilangan penutup tanah akan mengintensifkan kerusakan tanah khususnya pada lereng-lereng curam, karena terjadi peningkatan erosi dan aliran permukaan yang ditunjukkan dengan adanya erosi alur dan parit yang sangat besar ^[12,14].

KESIMPULAN

1. Faktor Luas penggunaan lahan berpengaruh nyata secara positif terhadap degradasi tanah pada penggunaan lahan kebun campuran, dengan nilai-P = 0,003*, serta memiliki koefisien korelasi positif yaitu +0,86.
2. Faktor Kerapatan vegetasi atas berpengaruh nyata secara negatif terhadap degradasi tanah pada penggunaan lahan kebun campuran, dengan nilai-P = 0,002*, serta memiliki koefisien korelasi yang negatif -0,88.
3. Berdasarkan hasil penelitian dan hasil sidik ragam regresi ternyata bahwa faktor kerapatan vegetasi bawah berpengaruh nyata secara negatif terhadap degradasi tanah pada penggunaan lahan kebun campuran, dengan nilai-P = 0,000*, serta memiliki koefisien korelasi negatif yaitu -0,92.
4. Secara serempak variabel luas penggunaan lahan, kerapatan vegetasi atas dan kerapatan vegetasi bawah berpengaruh nyata terhadap degradasi tanah pada

penggunaan lahan kebun campuran dengan P-value dan R² masing-masing sebesar 0,009* dan 88,4 %. Faktor yang paling berpengaruh terhadap degradasi tanah pada kebun campuran adalah luas penggunaan lahan dan kerapatan vegetasi bawah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sandy. I.M. 1977. Penggunaan Tanah (land use) di Indonesia Publikasi No. 75 Direktorat Tata Guna Tanah. Departemen Dalam Negeri. Jakarta.
- [2] FAO, 1995. Global and National Soils and Terrain Digital Databases (SOTER). Procedures Manual. Land and Water Development Division. World Soil Resources Reports No. 74 Rev.1
- [3] Manuputty J., Gaspersz, E.Y. dan S.M. Talakua. 2014. Evaluasi Kemampuan Lahan dan Arahan Pemanfaatan Lahan di Daerah Aliran Sungai Wai Tina Kabupaten Buru Selatan Provinsi Maluku. Jurnal Agrologia. Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman 3 (1): 62-74
- [4] FAO, 1996. Population Change-Natural Resources- Environment Linkages In East and Southeast Asia. Prepared by the Population Information Network (POPIN) of the United Nations Population Division, Department for Economic and Social Information and Policy Analysis. FAO Population Programme Service, Rome.
- [5] Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Propinsi Maluku. 1996. Rencana Struktur Tata Ruang Propinsi Daerah Tingkat I Maluku. Fakta dan Analisis.
- [6] Dinas Kehutanan Propinsi Maluku. 1994. Peta Penggunaan Lahan Pulau Seram Propinsi Maluku skala 1 : 100.000. Sebagai Hasil Penafsiran

- Citra Satelit (Citra Landsat *False Colour Composite* TM Tahun 1992 dan *False Colour Composite* MSS Tahun 1990).
- [7] Swiecki, T. J. dan E. A. Bernhardt. 2001. Guidelines for Developing and Evaluating Tree Ordinances. USDA Forest Service through the National Urban and Community Forestry Advisory Council and the International Society of Arboriculture.
- [8] Dissmeyer G.E and G.R. Foster. 1980. A Guide For Predicting Sheet and Rill Erosion on Forest Land. USDA Forest Service Southeastern Area 1720 Peachtree Road, N.W. Atlanta, Gorgia 30367.
- [9] Talakua, S.M. 2009. Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Kerusakan Tanah Karena Erosi di Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku. *Jurnal Budidaya Pertanian* 5 (1): 27-34.
- [10] Draper. N.R. dan H. Smith. 1992. Terjemahan Analisis Regresi Terapan. P.T. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [11] Morrison D.F. 1976. *Multivariate Statistical Methods*. Second Edition. Mc.Graw-Hill Book Company. New York St. Louis San Francisco Auckland Düsseldorf Johannesburg Kulala Lumpur London Mexico Montreal New Delhi Panama paris São Paulo Singapore Sydney Tokyo Toronto.
- [12] Sherbinin. 2002. Guide to Land-Use and Land-Cover Change (LUCC) Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) Columbia University Palisades, NY, USA. A collaborative effort of SEDAC and the IGBP/IHDP LUCC Project. <http://sedac.ciesin.columbia.edu/notice_s.html> [06/06/05].
- [13] Kokh and Shrestha. 2002. Soil Erosion Modelling Using Remote Sensing and GIS: A Case Study of Jhikhu Khola Watershed, Nepal. Part of aM. Tech. Thesis Submitted to Andhra University.
- [14] FAO, 1999. Land and Crop Management in the Hilly Terrains of Central America : Lessons Learned and Farmer to Farmer Transfer of Technologies. FAO Soil Bulletin 76e. Land and Water Publication Series. Land and Water Development Division.
- [15] FAO, 1999. New Concepts and Approaches to Land Management in The Tropics with Emphasis on Steeplands. FAO Soil Bulletin 75. Land and Water Publication Series. Land and Water Development Division.
- [16] FAO dan CIFOR. 2005. Hutan dan Banjir. Tenggelam Dalam Suatu Fiksi Atau Berkembang Dalam Fakta. RAP Publication 2005/3. Forest Perspective 2. Food and Agriculture Organization - Centre of International Forestry Research.