

INDEKS KUALITAS TANAH DAN PEMANFAATAN LAHAN SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI SUCO KABUPATEN JEMBER

Sukron Romadhona^{1*}, Josi Ali Arifandi²

^{1,2}Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Indonesia
sukronromadhona@gmail.com

ABSTRAK

Abstrak: Tanah merupakan medium alami untuk pertumbuhan tanaman daratan. Tersusun atas padatan, cairan dan gas. Tanah adalah tubuh alam bebas, tersusun atas bahan mineral dan organik, memiliki lapisan-lapisan yang berbeda dengan bahan induk. Degradasi Daerah Aliran Sungai (DAS) umumnya disebabkan oleh lahan gundul, erosi pada lereng-lereng curam yang digunakan untuk pertanian. Sub DAS Suco masuk dalam DAS Mayang Kabupaten Jember. Sungai Mayang memiliki panjang 24,5 km yang bermuara di Kecamatan Ambulu. Pemilihan sebuah MDS yang representatif dari sifat tanah terpilih menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA). PCA untuk ekstraksi faktor digunakan faktor prosedur reduksi data menggunakan perangkat lunak SPSS 15 (SPSS Inc.). Indeks kualitas tanah disusun berdasarkan nilai pembobot (*weighted*) yang didapatkan dari pembagian antara % varian dengan % kumulatif. Empat komponen utama dengan enam indikator MDS. Faktor pembobot yang dihasilkan PC1, PC2, PC3, dan PC4 berturut-turut adalah 0,398, 0,258, 0,195, dan 0,148. Penggunaan lahan yang kompleks tersebut memiliki indeks kualitas tanah terendah akibat terletak pada kelerengan tertinggi dengan klasifikasi bergunung. Hal ini memungkinkan terjadinya erosi tanah.

Kata Kunci: DAS, Kualitas Tanah, Evaluasi Lahan

Abstract: Soil is a natural medium for the growth of land plants. Composed of solids, liquids and gases. Soil is a natural environment, composed of mineral and organic material, having different layers from the parent material. DAS degradation generally depends on deforested land, erosion on steep slopes used for agriculture. Suco sub-watershed is included in the Mayang watershed in Jember Regency. Mayang River has a length of 24.5 km which empties into Ambulu District. The selection of an MDS that represents soil properties was selected using principal component analysis (PCA) (Doran and Parkin, 1994). PCA for the extraction of factors used data reduction procedure factors using SPSS 15 software (SPSS Inc.). The soil quality index is arranged based on the weighted value (weighted) obtained from the division between% variation and cumulative%. The four main components with six MDS indicators. The weighting factors produced by PC1, PC2, PC3, and PC4 produced respectively were 0.398, 0.258, 0.195, and 0.148. Land use which has the highest soil quality index in the highest slope with mountainous classification. This allows the use of soil erosion.

Keywords: Watershed, Soil Quality, Land Evaluation



Article History:

Received: 25-02-2020
Revised : 22-04-2020
Accepted: 26-04-2020
Online : 27-04-2020



*This is an open access article under the
CC-BY-SA license*

A. LATAR BELAKANG

Tanah merupakan medium alami untuk pertumbuhan tanaman daratan. Tersusun atas padatan, cairan dan gas. Tanah adalah tubuh alam bebas, tersusun atas bahan mineral dan organik, memiliki lapisan-lapisan yang berbeda dengan bahan induk. Fungsi tanah adalah menggambarkan tindakan yang tanah lakukan. Penelitian ilmiah di daerah tropis terfokus pada penggunaan input luar tinggi yang diaplikasikan pada tanah (Wang et al., 2016). Komponen spesifik program pengujian tanah yang dapat diterapkan dalam penggunaan lahan sangat perlu untuk digali dan diketahui (Santi et al., 2019). Lahan memerlukan pengevaluasian. Evaluasi lahan adalah suatu proses penilaian sumber daya lahan untuk tujuan tertentu dengan menggunakan suatu pendekatan atau cara yang sudah teruji. Perbincangan mengenai konsep dasar kualitas tanah sangat penting, sebab tidak seperti kualitas udara dan air, standar baku belum atau mungkin tidak perlu ditentukan (J. Manuputty., 2014). Para peneliti berupaya untuk mendefinisikan kualitas tanah. Definisi kualitas tanah yang sederhana adalah kapasitas tanah untuk berfungsi (Manning et al., 2017). Penurunan kualitas tanah memberikan kontribusi akan bertambah buruknya kualitas lingkungan secara umum.

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu sistem yang berpotensi besar untuk mengalami polusi atau pencemaran (Mubarokah et al., 2020). Degradasi DAS disebabkan oleh lahan gundul, erosi pada lereng-lereng curam yang digunakan untuk pertanian, tidak adanya konservasi tanah, kemampuan penggunaan lahan (KPL) dan vegetasi penutup lahan berupa vegetasi permanen (tahunan), seperti hutan dan perkebunan tanaman keras. Erosi dan sedimen merupakan masalah utama pada daerah pertanian lahan kering yang berlereng (Tarigan, 2016). Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah tangkapan hujan yang dibatasi oleh punggung bukit atau gunung yang mengalirkan air menuju sungai utama. DAS merupakan suatu sistem yang berpotensi besar untuk mengalami polusi atau pencemaran (Loomis & Lancellotti, 2018). Degradasi DAS umumnya disebabkan oleh lahan gundul, erosi pada lereng-lereng curam yang digunakan untuk pertanian. Sub DAS Suco masuk dalam DAS Mayang Kabupaten Jember. Sungai Mayang memiliki panjang 24,5 km yang bermuara di Kecamatan Ambulu. Sungai ini melintasi beberapa kecamatan. Kecamatan Mumbulsari yang merupakan lokasi sub DAS Suco juga dilewati oleh sungai Mayang (Affandi et al., 2018). Sebagian besar wilayah sub DAS Suco merupakan daerah pertanian dengan tanaman padi, jagung, tembakau dan sengon. Wilayah ini mempunyai kelerengan lebih dari 30%. Wilayah yang datar umumnya ditanami dengan tanaman padi. Wilayah atas (*up land*) juga dimanfaatkan sebagai lahan pertanian tanaman semusim. Sedikit sekali data penelitian pada wilayah ini. Data indeks kualitas tanah belum banyak tersaji pada sub DAS Suco kabupaten Jember, Penelitian kualitas tanah ini menekankan bahwa sumberdaya tanah ditentukan oleh dua faktor yaitu tanah dan faktor pembentukannya serta manajemen pengelolaan tanah yang dilakukan oleh manusia. Kualitas tanah diukur berdasarkan pengamatan sifat kimia, fisika dan biologi serta interaksinya.

B. METODE PENELITIAN

Teknik yang digunakan diusulkan oleh Havlin (2005) dan Tan (2000) untuk mengkonstruksi indeks kualitas tanah. Tiga langkah utama teknik ini adalah (i) memilih sebuah minimum data set (MDS) indikator yang paling mewakili fungsi tanah, (ii) memberikan nilai (skoring) indikator MDS berdasarkan penampilannya pada fungsi tanah, dan (iii) mengintegrasikan skor indikator ke dalam indeks

kualitas tanah komparatif (Manning et al., 2017) Langkah pertama adalah pemilihan sebuah MDS yang representatif dari sifat tanah terpilih menggunakan principal component analysis (PCA) (Neris, 2017) PCA untuk ekstraksi faktor digunakan faktor prosedur reduksi data menggunakan perangkat lunak SPSS 15 (SPSS Inc.). Langkah kedua berupa pemberian skor indikator kualitas tanah menggunakan persamaan yang diusulkan oleh (Corstanje, 2017) yaitu :

$$y = (x-s) / (1,1t - s) \quad (1) \text{ untuk "lebih adalah lebih baik", dan}$$

$$y = 1-[(x-s) / (1,1t-s)] \quad (2) \text{ untuk "kurang adalah lebih baik"}$$

Dimana y adalah skor dari indikator tanah, x adalah nilai dari sifat tanah yang dikonversikan ke dalam suatu skala 0 – 1, s adalah nilai terendah yang mungkin terjadi dari sifat tanah (s = 0), t adalah nilai tertinggi dari sifat tanah tersebut, Indikator tersebut dikelompokkan menjadi dua berdasarkan persamaan [1] dan [2] pada tabel 1.

Tabel 1. Pemilahan Skor

Lebih adalah lebih baik	Kurang adalah lebih baik
Stabilitas agregat	Berat volume
Porositas	pH
Jeluk perakaran	
Respirasi	
N-total	
C-organik	
P-tersedia	
Nitrat	
K-tertukar	

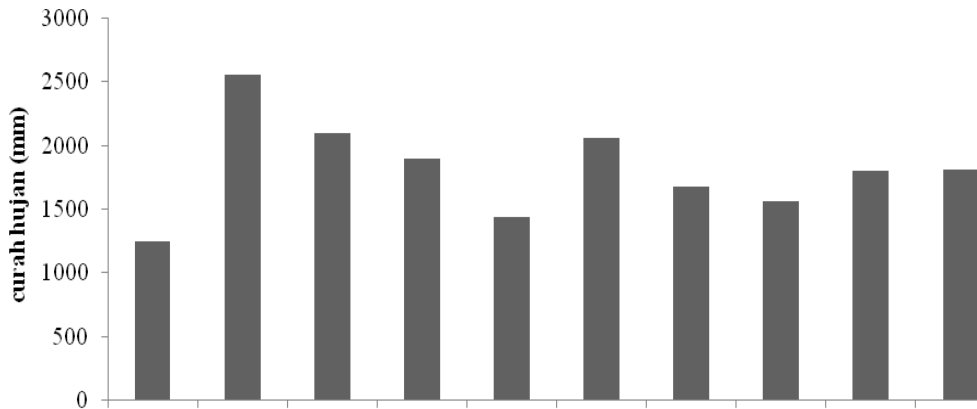
Langkah ketiga yaitu menggabungkan skor-skor tersebut dalam suatu indeks kualitas tanah dengan persamaan yang digambarkan oleh (Mei et al., 2019) :

$$SQI = \sum_{i=1}^n W_i \times S_i \quad (3)$$

Dimana SQI (Soil Quality Index) adalah indeks kualitas tanah (nilainya berkisar 0 - 1), W adalah faktor pembobot dari komponen utama (PC), S adalah skor indikator (y pada persamaan [1] dan [2])

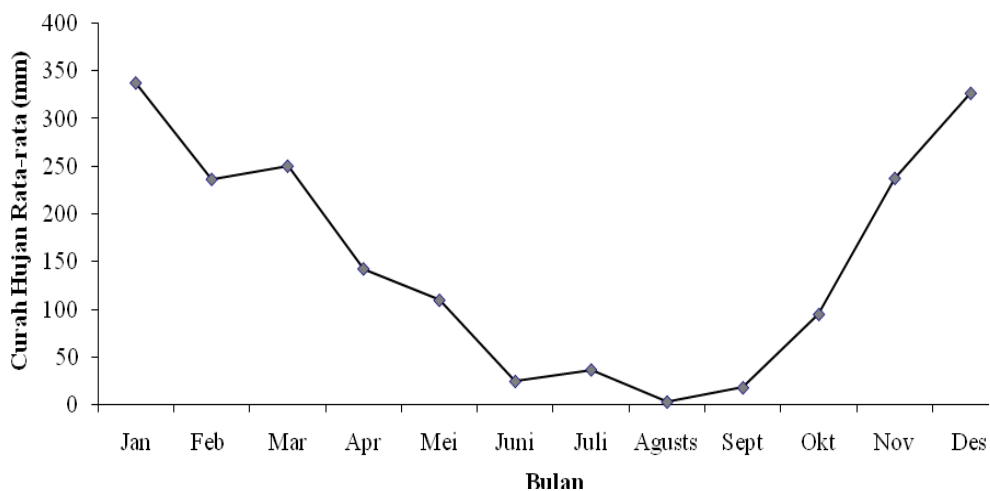
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sub DAS Suco secara geografis terletak antara 08°15'00"-08°16'88,4" LS dan 113°42'56"-113°46'26,4" BT sehingga terletak pada wilayah yang beriklim tropis. Musim yang berkembang hanya ada dua yaitu kemarau dan penghujan. Sepanjang dekade terakhir, rerata curah hujan tahunan sebesar 1818 mm.. Rerata curah hujan bulanan mencapai puncaknya pada bulan Januari yaitu sebesar 337 mm sedangkan curah hujan terendah terjadi bulan Agustus yaitu sebesar 3 mm. Pola tanam sawah – sawah – palawija memungkinkan dilaksanakan pada wilayah ini sebagaimana kebiasaan masyarakat setempat. Penggarapan lahan sawah bisa dimulai bulan Oktober dan diakhiri pada bulan Mei.



Gambar 1. Distribusi Curah Hujan (mm/tahun) di Sub DAS Suco
Sumber: Stasiun Pengamatan Karang Kedawung Mumbulsari
secara berurutan Tahun 2010 - 2019 dengan gubahan.

Rerata curah hujan bulanan mencapai puncaknya pada bulan Januari yaitu sebesar 337 mm sedangkan curah hujan terendah terjadi bulan Agustus yaitu sebesar 3 mm. Gambar 2 menunjukkan rerata curah hujan bulanan selama sepuluh tahun yang sama.



Gambar 2. Rerata Curah Hujan (mm/bulan) di Sub DAS Suco
Sumber: Stasiun Pengamatan Karang Kedawung Mumbulsari
Tahun 2010 - 2019 dengan gubahan.

Bulan selanjutnya bisa ditanami palawija. Irigasi di wilayah ini juga lancar sehingga sangat bagus untuk pola tanam ini. Rerata curah hujan bulanan dapat dilihat pada gambar 2. Sub DAS Suco memiliki kelerengan berombak sampai bergunung. Akibat sangat beragamnya kelerengan tersebut maka pemanfaatan lahan menjadi beragam pula. Penggunaan lahan merupakan penyebab yang secara langsung dapat mempengaruhi kondisi kualitas tanah suatu wilayah. Semakin intensif penggunaan lahan maka akan semakin besar pula peluang suatu lahan mengalami degradasi. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa tingkat penggunaan lahan belum tentu secara signifikan atau bahkan langsung memberikan dampak merusak bagi lahan garapan, tetapi tergantung juga dari peran aktif petani dalam meremajakan kondisinya. Menyatakan bahwa tanaman pangan semusim dapat menguruskan tanah.



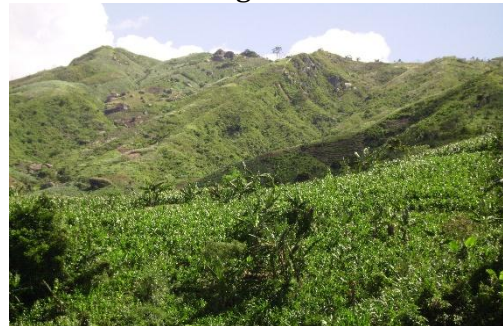
Sawah



Tegalan



Kebun



Kompleks (Tegalan, Rumput, Kebun)

Gambar 3. Berbagai Penggunaan Lahan pada Sub DAS Suco, Jember

Lahan sawah memiliki peluang menurunkan kualitas tanah tercepat akibat lebih intensifnya penanaman dan pemanenan tanaman. Riwayat penggunaan lahan sawah di wilayah sub DAS Suco Jember adalah tidak dipergunakan sebagai lahan selain sawah sebab faktor yang mendukung pengolahan lahan sawah terdapat di wilayah tersebut diantaranya adalah mudahnya irigasi dan hasil panen yang tinggi. Hampir semua lahan yang sesuai untuk sebagai lahan sawah dimanfaatkan sebagai lahan sawah. Penggunaan lahan sebagai tegalan banyak memanfaatkan wilayah dengan kriteria lahan berbukit sampai bergunung di wilayah Sub DAS Suco. Mereka mengungkapkan adanya hubungan antara penggunaan lahan dan perubahan penggunaan lahan, *Land use Land cover* (LULC) dengan degradasi lahan. Tipe tutupan lahan memainkan peran penting dalam melindungi tanah dari degradasi lahan di DAS ini (Widiyanto, 2020). Wilayah ini seharusnya merupakan lahan konservasi yang memang merupakan lahan dengan kesuburan tanah tinggi, tetapi indeks kualitas tanahnya hanya sedang. Besar kemungkinan lahan ini telah mengalami degradasi besar selama beberapa tahun terakhir.

Kebun dalam penggunaan lahan di wilayah Sub DAS Suco dikelola lebih teratur karena langsung dibawah manajemen PTPN XII. Maka sudah menjadi suatu kelaziman bahwa indeks kualitas tanahnya tertinggi karena memang dikelola lebih teratur dengan tingkat pengalaman yang lama dalam hal pengelolaan sumberdaya alam. Selain itu tanaman yang diusahakan adalah tanaman tahunan yang tidak memerlukan pengolahan seintensif lahan sawah maupun tegalan. Kompleks penggunaan lahan pada sub DAS Suco ini berupa tegalan, rumput dan kebun. Penggunaan lahan yang kompleks tersebut memiliki indeks kualitas tanah terendah akibat terletak pada kelereng tertinggi dengan klasifikasi bergunung. Hal ini memungkinkan terjadinya erosi tanah.

Penggunaan lahan di daerah penelitian berupa kompleks (tegalan, rumput, kebun), sawah, tegalan dan perkebunan. Satuan lahan sub DAS Suco adalah

sebanyak enam satuan. Tiap satuan lahan memiliki karakter biofisik yang tidak sama. Deskripsi satuan lahan tersebut seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi SPT pada Wilayah Sub DAS Suco, Jember

SPT	Kelerengan (%)	Klasifikasi	Penggunaan Lahan	Jenis Tanaman
1	64	Bergunung	Kompleks (Tegalan, Rumput, Kebun)	J, S, A, Sm
2	41	Bergunung	Tegalan	J, T
3	20	Berbukit	Tegalan	J, T
4	44	Bergunung	Tegalan	J, PG, K
5	6	Berombak	Kebun	S
6	8	Berombak	Sawah	P, J

Keterangan: J: jagung, S: sengon, A: alang-alang, Sm: semak, T: Tembakau, PG: Padi gogo, K: Ketela pohon, P: Padi

Variasi penggunaan lahan nampak jelas pada sub DAS Suco. Hal ini terkait dengan kondisi kelerengan yang bervariasi tiap SPT. SPT 1, 2 dan 4 mempunyai kelerengan sama yaitu bergunung. Kondisi yang demikian ini sangat membahayakan bagi kehidupan, tanah-tanah yang mempunyai kelas lereng tersebut sangat peka terhadap erosi. Tanah yang berlereng curam (berbukit sampai bergunung) dapat meneruskan air hujan. Air hujan yang turun berpotensi menimbulkan aliran permukaan. Akibatnya akan menimbulkan dua kerugian, pertama tanaman akan menderita kekurangan air yang seharusnya meresap ke dalam tanah dan yang kedua air yang mengalir dengan cepat juga mengangkut bahan-bahan tanah atas (lapisan olah) yang umumnya subur. SPT 3 memiliki klasifikasi kelerengan berbukit, sedangkan SPT 5 dan 6 bergelombang. Setiap jenis tanaman yang diusahakan lebih mampu menutup permukaan tanah, karena setiap pola tanaman akan memberikan penutupan permukaan tanah yang berbeda satu sama lain.

Tabel 3. Matriks 4 Komponen Utama Indikator-indikator Kualitas Tanah

PCs ^δ	PC1	PC2	PC3	PC4	
Eigenvalue:	3,154	2,045	1,544	1,173	
% of Variance	28,677	18,588	14,032	10,667	
Cumulative %	28,677	47,265	61,297	71,964	
Eigenvector ^ε :					Communalities
Respirasi	0,857	0,090	-0,084	-0,061	0,753
N Total	-0,110	-0,015	<u>0,725</u>	0,171	0,567
C Organik	-0,546	-0,166	0,318	-0,431	0,613
Nitrat	0,456	0,574	0,361	-0,126	0,684
K Tertukar	0,016	<u>0,746</u>	-0,122	0,360	0,701
P Tersedia	0,106	<u>-0,805</u>	0,130	0,151	0,700
pH	-0,040	-0,371	-0,293	<u>0,754</u>	0,794
BV	<u>-0,894</u>	0,265	0,117	0,204	0,924
Stabilitas Agregat	-0,270	0,325	<u>-0,707</u>	-0,184	0,712
Pori	0,850	-0,255	-0,164	-0,174	0,844
Panjang Akar	0,543	0,309	0,349	0,334	0,625

δ : PC (Principal Component), komponen-komponen utama

ε : faktor loading bergaris bawah adalah indikator yang termasuk dalam MD

Tabel 4 merupakan kumpulan indikator-indikator kualitas tanah hasil dari ekstraksi Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis, PCA*). Hasil analisis tersebut menunjukkan ada enam indikator kualitas tanah. Urutan signifikansi dari indikator kualitas tanah tersebut ditentukan oleh besarnya nilai *eigenvalue*. Keenam indikator tanah tersebut adalah berat volume, K-tertukur, P tersedia, N total, stabilitas agregat, dan pH.

Tabel 4. Matriks Minimum Data Set (MDS) Indikator Kualitas Tanah

PC ^ð	% Varian	% Kumulatif	Pembobot [¢]	Indikator MDS
1	28,677	28,677	0,398	Berat Volume
2	18,588	47,265	0,258	K Tertukur, P Tersedia
3	14,032	61,297	0,195	N Total, Stabilitas Agregat
4	10,667	71,964	0,148	pH

ð : Principal Component (komponen utama)

¢ : Pembobot dihitung dari % varian dibagi total % kumulatif

Minimum data set (MDS) merupakan kumpulan data hasil reduksi indikator-indikator kualitas tanah yang dapat menggambarkan fungsi tanah terbaik untuk menyusun indeks kualitas tanah (*Soil Quality Indeks*). Indeks kualitas tanah disusun berdasarkan nilai pembobot (*weighted*) yang didapatkan dari pembagian antara % varian dengan % kumulatif. Empat komponen utama dengan enam indikator MDS tersaji pada Tabel 5. Faktor pembobot yang dihasilkan PC1, PC2, PC3, dan PC4 berturut-turut adalah 0,398, 0,258, 0,195, dan 0,148.

Tabel 5. Matriks Skor Indikator Kualitas Tanah

SPT	Lebih adalah lebih baik				Kurang adalah lebih baik	
	K Tertukur	P Tersedia	Stabilitas Agregat	N Total	Berat Volume	pH
1	0,496	0,186	0,683	0,404	0,261	0,258
2	0,666	0,390	0,496	0,619	0,246	0,179
3	0,666	0,456	0,580	0,391	0,364	0,258
4	0,356	0,351	0,505	0,467	0,420	0,284
5	0,365	0,596	0,686	0,518	0,323	0,171
6	0,237	0,691	0,497	0,328	0,340	0,188

Skor merupakan pemberian nilai terhadap suatu data berdasarkan skala tertentu. Skala skor tersebut berada pada rentang nol (0) sampai satu (1). Pemilahan indikator tanah berdasarkan kemampuannya untuk berfungsi lebih baik didasarkan pada kecenderungan indikator tersebut untuk memberikan fungsi perbaikan terhadap kualitas tanah. Apabila nilai indikator semakin besar lebih mampu memberikan kontribusi positif terhadap fungsi tanah maka dikategorikan dalam "lebih adalah lebih baik", sedangkan apabila nilai indikator semakin kecil lebih mampu memberikan kontribusi positif terhadap fungsi tanah maka dikategorikan dalam "kurang adalah lebih baik"

Tabel 5. Indeks Kualitas Tanah Metode Hermiyanto pada Tiap SPT

SPT	Penggunaan Lahan	Indeks Kualitas Tanah
SPT 1	Kompleks (Tegalan, Rumput, Kebun)	0,53
SPT 2	Tegalan	0,62
SPT 3	Tegalan	0,66
SPT 4	Tegalan	0,58
SPT 5	Kebun	0,64
SPT 6	Sawah	0,56

Indeks kualitas tanah pada tiap SPT berturut-turut yaitu 0,53, 0,62, 0,66, 0,58, 0,64 dan 0,56 (tabel 10). SPT 1, penggunaan lahannya kompleks (tegalan, rumput, kebun), SPT 2, 3 dan 4 penggunaan lahannya adalah sebagai tegalan, sedangkan SPT 5 sebagai kebun dan SPT 6 sebagai sawah. Indeks kualitas tanah pada tiap penggunaan lahan di sub DAS Suco berupa kompleks, sawah, tegalan dan kebun berturut-turut sebesar 0,53, 0,56, 0,62 dan 0,64 (Tabel 6). Sawah memiliki indeks kualitas tanah terendah dilanjutkan dengan kompleks, tegalan dan yang tertinggi adalah kebun. Semakin intensif rotasi tanaman maka semakin besar pula penurunan indeks kualitas tanah tersebut. Rotasi tanaman tersebut bisa berupa pergiliran beberapa jenis tanaman atau satu jenis tanaman. Jenis tanaman yang sama akan lebih besar penurunannya terhadap fungsi tanah dari pada berbeda jenis tanamannya.

Tabel 6. Indeks Kualitas Tanah Tiap Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan	Indeks Kualitas Tanah	
Kompleks (Tegalan, Rumput, Kebun)	0,53	a
Sawah	0,56	ab
Tegalan	0,62	ab
Kebun	0,64	b

D. SIMPULAN DAN SARAN

Indeks kualitas tanah pada penggunaan lahan kompleks (tegalan, rumput, kebun), sawah, tegalan dan kebun berturut-turut yaitu 0,53, 0,56, 0,62, 0,64. menghasilkan penggunaan lahan dengan tingkat indeks kualitas tanah dengan urutan yang berbeda. Urutan terendah sampai tertinggi pada metode ini adalah kompleks (tegalan, rumput, kebun), sawah, tegalan, kebun. yang berbeda terhadap sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Penggunaan lahan memberikan efek yang berbeda terhadap terjadinya erosi. Terdapat perbedaan nilai kualitas tanah pada setiap penggunaan lahan. Nilai kualitas tanah paling tinggi pada penggunaan lahan hutan. Nilai kualitas tanah paling rendah pada tegalan. Penelitian ini bias dilanjutkan dengan menggunakan metode lainya untuk memberikan gambaran utuh berkaitan dengan indeks kualitas tanah di wilayah Daerah Aliran Sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R., Maulana, J. A., Suparno, R. R., & Belakang, L. (2018). *Estimasi Limpasan Permukaan Sub Das Melamon Informasi Geografis*. 239–247.
- Corstanje, R. (2017). *Supplement of Physical soil quality indicators for monitoring British soils*. 1003–1016.
- J. Manuputty., E. Y. G. (2014). *Evaluasi Kemampuan Lahan Dan Arah Pemanfaatan Lahan Di Daerah Aliran Sungai Wai Tina Kabupaten Buru Selatan Provinsi Maluku J. Manuputty., E. Y. Gaspersz dan S. M. Talakua*.

- Jonay Neris Stefan H. Doerr Marisa Tejedor Concepción Jiménez José M. Hernández-Moreno. (2017). Using Thermogravimetry as a Simple Tool for Nutrient Assessment in Fire Affected Soils. *Land Degradation & Development*, 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ldr.2698>
- Loomis, G. W., & Lancellotti, B. V. (2018). *Nitrogen Loading from Onsite Wastewater Treatment Systems in the Greater Narragansett Bay (Rhode Island , USA) Watershed : Magnitude and Reduction Strategies*.
- Manning, G. C., Baer, S. G., & Blair, J. M. (2017). Effects of Grazing and Fire Frequency on Floristic Quality and its Relationship to Indicators of Soil Quality in Tallgrass Prairie. *Environmental Management*, 1062–1075. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0942-0>
- Mei, N., Yang, B., Tian, P., Jiang, Y., Sui, P., Sun, D., Zhang, Z., & Qi, H. (2019). *Using a modified soil quality index to evaluate densely tilled soils with different yields in Northeast China*. 13867–13877.
- Mubarokah, N., Rachman, L. M., & Tarigan, S. D. (2020). *Analisis Daya Dukung Lahan Pertanian Tanaman Pangan Daerah Aliran Sungai Cibaliung , Provinsi Banten (Analysis of Carrying Capacity of Crop Agricultural Land in Cibaliung Watershed , Banten Province)*. 25(1), 73–80. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.1.73>
- Santi, E., Dabboor, M., & Pettinato, S. (2019). *Combining Machine Learning and Compact Polarimetry for Estimating Soil Moisture from C-Band SAR Data*. 1.
- Tarigan, S. (2016). *Land Capability Evaluation For Land Use Recommendation In Di Daerah Aliran Sungai Lawo , Sulawesi Selatan (Land Capability Evaluation for Land Use Recommendation in Lawo Watershed)*. 5(April), 1–11. <https://doi.org/10.18330/jwallacea.2016.vol5iss1pp1-11>
- Wang, G., Mang, S., Cai, H., Liu, S., Zhang, Z., Wang, L., & Innes, J. L. (2016). Integrated watershed management: evolution , development and emerging trends. *Journal of Forestry Research*, 27(5), 967–994. <https://doi.org/10.1007/s11676-016-0293-3>
- Widiyanto, A., & Agency, D. (2020). *Pola Dan Evaluasi Penggunaan Lahan Di Sempadan Sungai Cinangka , Sub Daerah Aliran Sungai Cimanuk Hulu (Pattern and evaluation of land use in Cinangka Buffer Zone , Upper Cimanuk Sub ... August 2018*. <https://doi.org/10.20886/jppdas.2018.2.1.61-72>