

**Penilaian Kelestarian Daerah Aliran Sungai dengan Kualitas Tanah
Berdasar Sifat Fisika Tanah Berbagai Tipe Agroforestri**
*Assessment the Sustainability of Watershed with Soil Quality Based on Soil
Physical Properties of Various Type Agroforestry*

Supriyadi¹, Sumarno¹, Sri Hartati¹, Cristiningsih R²

¹Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret

²Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret

^{*}Tel./Faks. +62271632477/+628179488860

email: supriyadi_uns@yahoo.com

ABSTRACT

The watershed has degraded because of the land use and changes of building in upstream watershed. The agroforestry is one of the attempt to restore watershed from degradation. Therefore need to evaluated to describe of the soil properties use of soil quality index. This research purpose to get information of the soil quality index the best based on physical properties in different type agroforestry. The research used descriptive exploration method. Statistical analysis was using correlation analysis further the principal component analysis (PCA). The research result showed the soil quality's the best is agrisilvikultur type.

Key words: Agroforestry, physical properties, soil quality index

ABSTRAK

Daerah aliransungaimengalami degradasi akibat perubahan tata guna lahan dan pembuatan bangunan yang dilakukan didaerah hulu. Agroforestri merupakan salah satu upaya untuk memperbaiki kembali DAS dari kerusakan. Maka dari itu perlu dilakukan penilaian yang dapat menggambarkan kondisi sifat tanahmenggunakan indeks kualitas tanah. Penelitian ini bertujuan mengetahui kualitas tanahberdasar atas sifat fisika yang paling baikpadaberbagaitipeagroforestri. Penelitian dilaksanakan dengan metode deskriptif eksploratif. Analisis statistik menggunakan analisis korelasi dilanjutkan dengan *principal component analysis* (PCA). Hasil penelitian menunjukkan kualitas tanah paling baik adalah tipeagrisilvikultur.

Kata kunci: Agroforestri, indeks kualitas tanah, sifat fisika

PENDAHULUAN

Pembukaan lahan diawali dengan perubahan tataguna lahan dan pembuatan bangunan. Daerah yang banyak mengalami alih fungsi lahan adalah di daerah aliran sungai (DAS). Hal ini dibuktikan dengan penelitian Anna *et al.* (2010), yakni luas penggunaan lahan hutan dari tahun 1989 ke tahun 2000 mengalami penurunan sebesar 121.477.856 m² serta luas pemukiman bertambah 272.873.136 m². Dampak terbesar dari perubahan tataguna lahan adalah erosi dan kerusakan vegetasi yang mengakibatkan sedimentasi daerah dibawahnya. Sedimentasi mengakibatkan terjadinya penurunan kesuburan tanah daerah hulu karena material tanah tersedimentasi ke daerah hilir.

Agroforestri merupakan salah satu upaya untuk memperbaiki kembali DAS dari kerusakan. Agroforestri merupakan budidaya campuran tanaman pertanian dan tanaman hutan. Seresah agroforestri dapat melindungi tanah dari aliran permukaan, meningkatkan infiltrasi tanah, dan menambah kandungan bahan organik tanah. Hal ini sesuai dengan Sitompul et al. (2006) resapan air dengan sistem agroforestri (75%) lebih tinggi dari pada penanaman monokultur (<70%).

Maka dari itu perlu dilakukan penilaian yang dapat menggambarkan kondisi sifat tanah. Salah satu tolak ukur penilaian tersebut adalah kualitas tanah. Kualitas tanah diukur berdasarkan pengamatan kondisi dinamis indikator-indikator kualitas tanah dan menghasilkan indeks kualitas tanah. Indeks kualitas tanah merupakan indeks yang dihitung berdasarkan nilai dan berat tiap indikator kualitas tanah. Indikator-indikator kualitas tanah dipilih dari sifat-sifat yang menunjukkan kapasitas fungsi tanah (Partoyo, 2005). Pemilihan indikator kualitas tanah harus mencerminkan kapasitas tanah untuk menjalankan fungsinya (Karlen et al. 1996). Fungsi tanah dalam mengatur dan mengarahkan aliran air dan zat terlarutnya dapat dilihat dari sifat fisika. Penelitian ini bertujuan mengetahui kualitas tanah berdasar atas sifat fisika yang paling baik pada berbagai tipe agroforestri.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Materi Penelitian. Penelitian telah dilaksanakan di Sub-DAS Bengawan Solo Hulu pada 07°58'48" LS sampai 08°04'48"LS dan 110°53'24" BT sampai 111°05'24" BT, bulan Juni 2013 sampai Maret 2014. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain peta, ring sampel, GPS (*Global Positioning System*), klinometer, piknometer KCl 1 N, H₂O, HCL 2 N, KCNS 10 %, K₃Fe(CN)₆ 0,5%, HCl 1,2 N, H₂O, dan Na₄P₂O₇.10 H₂O 4%.

Pelaksanaan Penelitian. Penelitian dilaksanakan dengan metode deskriptif eksploratif (Depdiknas 2008). Lokasi pengambilan sampel ditetapkan dengan metode *stratified random sampling* dengan menggunakan SPL (Satuan Peta Lahan) berdasarkan overlay antara peta penggunaan lahan agroforestri, peta sebaran jenis tanah, dan peta kemiringan lereng kemudian titik sampel diambil *purposive sampling* (Setiawan 2005). Analisis di laboratorium meliputi tekstur tanah, kemantapan agregat, berat volume, berat jenis, kadar lengas tanah menggunakan, permeabilitas, bahan organik tanah, kapasitas lapang, dan batas berubah warna.

Analisis Data. Data-data yang telah diamati dianalisis korelasi dan *principal component analysis* (PCA) kemudian diskoring menggunakan indikator tanah terpilih. Data yang diperoleh kemudian dianalisis korelasi untuk mengetahui hubungan antar variabel. Variabel saling berkorelasi apabila nilai p-value kurang dari α . Nilai signifikan yang digunakan adalah $\alpha = 5\%$ menunjukkan korelasi dan $\alpha = 10\%$ menunjukkan korelasi sangat kuat (Baretto et al. 2012). Variabel yang berkorelasi kemudian dianalisis menggunakan komponen utama atau *principal component analysis* (PCA). Penilaian Indeks Kualitas Tanah (Liu et al. 2014; Partoyo 2005) dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$SQ_i = \sum_{i=1}^n W_i x_i$$

Dimana SQ_i adalah indeks kualitas tanah (*Soil Quality Index*), S_i adalah skor pada indikator tanah yang terpilih dalam Minimum Data Set (MDS), n adalah jumlah indikator kualitas tanah dalam MDS, W_i adalah indeks bobot pada *principal component*.

HASIL

Kondisi Umum dan Vegetasi. Jenis tanah pada lokasi penelitian adalah Litosol dan Latosol coklat kemerahan. Lahan pada lokasi penelitian juga telah mengalami pengolahan tanah karena pada pembentukan hutan sekunder maupun agroforestri terdapat campur tangan manusia. Vegetasi yang ditanami di lokasi penelitian meliputi Sengon (*Albizia chinensis*), Akasia (*Acacia auriculiformis*), Pisang (*Musa paradisiaca*), Jati (*Tectona grandis*), Pinus (*Pinus merkusii*), Kelapa (*Cocos Nucifera*), Jambu mete (*Anacardium occidentale*), Cengkeh (*Syzygium aromaticum*), Mahoni (*Swietenia mahagoni*), Kacang tanah (*Arachis hypogaea*), Kedelai (*Glycine max*), Lamtoro (*Lucaena leucocephala*), Merica (*Piper nigrum*) Mangga (*Magnifera indica*), Ketela rambat (*Ipomoea batatas*) dan Ketela pohon (*Manihot utilissima*). Terdapat dua tipe agroforestri di lokasi penelitian, antara lain agrisilvikultur, dan silvopastoral.

Tabel 1. Tipe agroforestri di lokasi penelitian

SPL	Tipe agroforestri	Jenis vegetasi
1	Agrisilvikultur	Mahoni, Cengkeh, Pisang, Kapulaga, Ketela pohon
2	Agrisilvikultur	Sengon, Kacang tanah, Cengkeh, Rumpun, Merica
3	Hutan pinus	Jati, Pinus, Pisang, Rumpun
4	Silvopastura	Jati, Kelapa, Rumpun
5	Silvopastura	Jati, Rumpun gajah, Rumpun
6	Agrisilvikultur	Jati, Kelapa, Pisang, Kedelai, Rumpun
7	Agrisilvikultur	Jati, Lamtoro, Ketela pohon, Rumpun
8	Agrisilvikultur	Jati, Jambu mete, Akasia, Mahoni, Kacang tanah, Rumpun
9	Agrisilvikultur	Jati, Pinus, Kelapa, Akasia, Jambu mete, Rumpun
10	Agrisilvikultur	Jati, Mahoni, Kaliandra, Lamtoro, Nanas, Ketela pohon, Rumpun. Bambu, Lamtoro
11	Agrisilvikultur	Jati, Mahoni, Kapulaga, Pisang, Cengkeh, Rumpun
12	Agrisilvikultur	Jambu Mete, Akasia, Ketela rambat, Rumpun
13	Agrisilvikultur	Jati, Pisang, Mahoni, Ketela pohon, Rumpun, Cengkeh
14	Agrisilvikultur	Jati, Pisang, Ketela pohon, Paku-pakuan, Rumpun, Mahoni

Hasil analisis korelasi (tabel 2.) menunjukkan bahwa sifat fisika tanah berupa kemantapan agregat, porositas, permeabilitas, berat volume, bahan organik, dan air tersedia saling berkorelasi. Semua faktor fisika yang kemudian dianalisis menggunakan *principal component analysis* (PCA). Dalam penelitian yang dijadikan indikator MDS berdasarkan *principal component analysis* adalah porositas, air tersedia, dan kedalaman efektif tanah (tabel 3.). Indeks kualitas tanah hanya dihitung berdasarkan indikator yang terpilih dalam MDS (Supriyadi *et al.* 2014; Sinha *et al.* 2014).

Tabel 2. Korelasi sifat fisika tanah di Sub-DAS Bengawan Solo Hulu

	Kemantapanagr egat	Porosit as	Permeabili tas	Beratvolu me	Bahanorga nik	Air tersed ia
Porositas	0.685 0.010					
Permeabilitas	-0.854 0.000	-0.708 0.007				
Bobot volume	-0.683 0.010	-0.944 0.000	0.701 0.008			
Bahanorganik	0.016 0.959	0.046 0.882	-0.037 0.905	0.004 0.989		
Air tersedia	0.660 0.008	0.774 0.002	-0.814 0.001	-0.838 0.000	-0.057 0.854	
Kedalamanefektift anah	0.174 0.569	0.215 0.480	-0.013 0.966	-0.162 0.597	0.107 0.728	-0.098 0.749

Sumber : Analisis Korelasi, 2014

Tabel 3. Hasil *principal component analysis*

Parameter statistik	PC1	PC2	<i>Communalities</i>
<i>Eigenvalue</i>	3.9477	1.1696	
<i>% of variance</i>	0.564	0.167	
<i>Cumulative variance (%)</i>	0.564	0.731	
Parameter tanah			
Kemantapan agregat	0.425	0.124	0.730
Porositas	0.456	0.041	0.822
Permeabilitas	-0.448	0.017	0.793
Bobot volume	-0.444	0.066	0.785
Bahan organik	0.014	0.649	0.493
Air tersedia	0.457	-0.205	0.872
Kedalaman efektif tanah	0.070	0.718	0.622

Sumber : Analisis *principal component analysis*, 2014

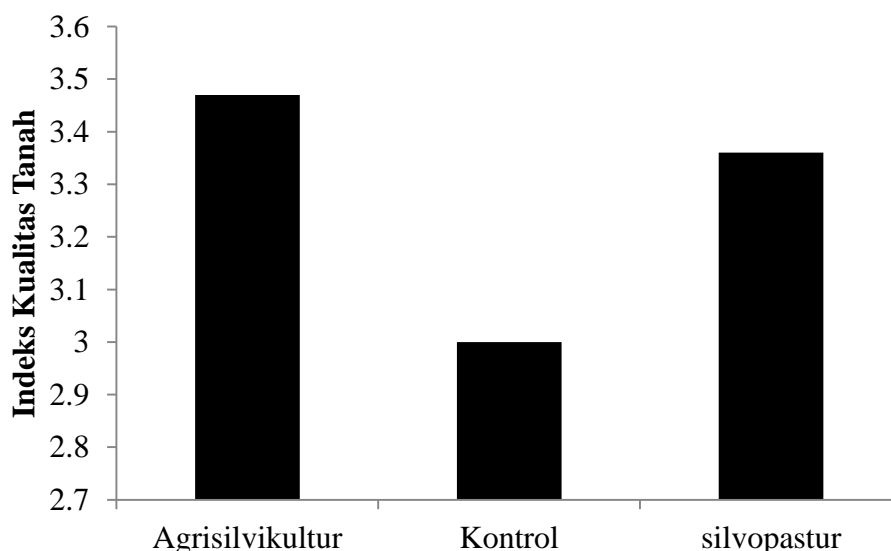
PEMBAHASAN

Korelasi antar sifat fisika tanah. Perubahan penggunaan lahan akan sangat mudah diketahui dari berat volume dan porositas. Berat volume dan porositas dapat menggambarkan keadaan permeabilitas, tekstur, kandungan bahan organik (Simanjuntak 2005; Supangat *et al.* 2010), kemantapan agregat serta ketersediaan air yang terdapat dalam tanah. Kedalaman efektif tanah (jeluk) merupakan kedalaman tanah yang masih sampai dapat ditembus akar tanaman. Kedalaman tanah berhubungan dengan penetrasi akar tanaman. Apabila akar tanaman mudah menembus tanah, biasanya pertumbuhan tanaman secara keseluruhan akan semakin cepat dan memberikan hasil yang tinggi (Tambunan 2008). Hal ini menunjukkan jika kedalaman efektif dalam, maka akar tanaman lebih luas menjangkau air dan hara dalam tanah. Secara fisik, akar tanaman menembus tanah mengakibatkan retakan dan menekan butiran tanah menjadi lebih padat sehingga kohesi semakin besar dan membentuk agregat yang mantap. Agregat sangat berpengaruh terhadap berat dan ruang pori dalam tanah. Ruang pori dalam tanah dapat diketahui dari porositas. Porositas di lokasi penelitian tergolong harkat sedang. Hal ini menunjukkan bahwasanbah bahan padat terhadap ruang pori dalam tanah seimbang sehingga gerakan air dan udara dalam tanah lancar. Ruang pori tanah yang stabil memudahkan air mengalir dan

diserap matriks tanah sehingga kemampuan mengikat air meningkat (Zulkarnain *et al.* 2013). Air tersedia di lokasi penelitian berdasar Sutanto (2005) mempunyai harkat sedang. Menurut Li *et al.* (2006) berat volume dan porositas mempengaruhi kemampuan mengikat air. Pori tanah sangat berpengaruh dalam penyimpanan air dalam tanah. Menurut Sutanto (2005) tanah yang mempunyai pori meso dominan mempunyai air tersedia bagi tanaman yang tinggi. Pori meso mempunyai rerata diameter 0,2 μ sampai 10 μ sehingga air terikat sebagai air kapiler dan tersedia bagi tanaman.

Kualitas tanah. Kualitas tanah pada berbagai tipe agroforestri dalam kelas rendah berdasar Pamoengkas (2006) (Gambar 1.). Agrosilvikultur merupakan kombinasi antara komponen pertanian dengan kehutanan. Silvopastoral merupakan kombinasi antara komponen peternakan dengan kehutanan (World Agroforestry Centre (ICRAF) 2003; Razak 2008). Penilaian terhadap efektifitas sistem agroforestri terhadap kesuburan tanah, maka digunakan hutan sekunder, berupa hutan pinus (*Pinus merkusii*), sebagai pembandingan.

Indeks kualitas tanah paling tinggi pada agrisilvikultur (3,47) selanjutnya silvopasture (3,36) kemudian hutan pinus (3) sebagai kontrol. Lahan agroforestri di lokasi penelitian didominasi oleh jati dan tanaman penutup tanah. Menurut Syahidah *et al.* (2006), akar tanaman jati mempunyai kandungan lignin 34,065; selulosa 42,865; dan hemiselulosa 14,6. Lignin dan selulose merupakan fraksi yang sukar larut (Sulistiyanto *et al.* 2005). Seresah kualitas rendah lambat terdekomposisi sehingga banyak seresah yang menutupi permukaan tanah. kombinasi antara seresah dengan tanaman penutup tanah dapat mengurangi erosi yang terjadi di permukaan tanah sehingga kualitas tanah menjadi lebih baik.



Gambar 1. Indeks kualitas tanah berbagai SPL di Sub-DAS Bengawan Solo Hulu

Agrisilvikultur mempunyai tekstur tanah *sandy loam*. Hal ini menunjukkan fraksi pasir lebih dominan sehingga kemampuan meloloskan air dan udara lebih cepat. Walau mempunyai tekstur kasar, kandungan bahan organik dan bobot volume tanah tergolong sedang. Agroforestri menghasilkan beraneka ragam seresah yang menutupi permukaan tanah mengundang semakin banyak biota tanah untuk mendekomposisi bahan organik (Suprayoga *et al.* 2003). Bahan organik mampu meningkatkan aktivitas organisme sehingga semakin banyak liang maupun rongga yang dibuat dalam tanah. Aktivitas tersebut

meningkatkan porositas tanah dan menurunkan bobot volume. Porositas mempunyai harkat sedang sehingga sebaran pori makro dan mikro seimbang. Hal ini mengakibatkan air atau udara cepat diloloskan dalam tanah dan pori mikro mampu mengikat air sehingga air tersedia dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Kedalaman efektif tanah pada agrisilvikultur sangat dalam sehingga akar tanaman mampu menembus tanah dan akar tanaman lebih luas menjangkau air dan hara dalam tanah. Akar tanaman mampu menembus tanah mengakibatkan retakan dan menekan butiran tanah menjadi lebih padat sehingga membentuk agregat yang mantap. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan lahan agroforestri mampu memperbaiki sifat fisika tanah sehingga kualitas tanah berdasar atas sifat fisika di lahan agroforestri lebih tinggi dari hutan pinus (kontrol). Sejalan penelitian Amighi (2013) bahwa, sistem agroforestri mampu memperbaiki sifat fisika tanah.

KESIMPULAN

Sifat fisika tanah pada hutanpinus mempunyai fraksi *clay* lebih dominan sehingga berat volumerendah, porositas, permeabilitas, dan ketersediaan air sedang namun mempunyai agregat agak mantap, kandungan bahan organik rendahsertakedalaman efektif tanah dangkal, sedangkan sifat fisika tanah padaagroforestri mempunyai perbandingan fraksi *clay*, debu dan pasir seimbang denganberat volume rendah, porositas tinggi, permeabilitas sedang dan ketersediaan air tinggi dan mempunyai agregat yang mantap, kandungan bahan organik sedang, dankedalaman efektif tanah sedang. Indeks kualitas tanah berdasar atas sifat fisika tanah paling baik adalah SPL 10. Saran yang diberikan berdasarkan hasil penelitian adalah diharapkan pemerintah dapat menerapkan kebijakan penanaman agroforestri tipe agrisilvi kultur di Sub-Das Bengawan Solo Hulu sehingga dapat memperbaiki sifat fisika tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Sebelas Maret Surakarta karena kegiatan penelitian ini dibiayai dari dana dalam program penelitian unggulan perguruan tinggi UNS tahun 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- Amighi SJ, Asgari H, Sheikh VB, Saardo MS 2013. Assesment of agroforestry system impacts on soil physical and chemical properties. *Journal of Agriculture* 3(4): 894-899.
- Anna An, Cholil M 2010. Analisis fluktuasi air permukaan akibat perubahan variable fisik permukaan lahan untuk pencegahan banjir di Surakarta dan Sukoharjo Jawa Tengah. *PIT IGI*. Surabaya, 11-12 Desember 2010.
- Baretto AC, Chaer GM, Fernandes MF 2012. Hedgerow pruning frequency effects on soil quality and maize productivity in alley cropping with *Gliricidia sepium* in Northeastern Brazil. *J. Soil and Tillage Research* 120: 112-120.
- Chaudhari PR, Ahire DV, Chkravarty M, Maity S 2013. Soil bulk density as related to soil texture, organic matter content and available total nutriens of Coimbatore soil. *International Journal of Scientific and Research Publications* 3(2):1-8.
- Depdiknas 2008. *Pendekatan, Jenis, Dan Metode Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Junedi H 2010. Perubahan Sifat Fisik Aultisol Akibat Konversi Hutan Menjadi Lahan Pertanian. *Jurnal Hidrolitan* 1 (2): 10-14.

- Karlen DL, Ditzleer CA, Andrews S 2003. Soil quality: why and how?. *Journal Geoderma* 114:145-156.
- Li YY, Shao MA 2006. Change of soil physical properties under long-term natural vegetation restoration in the Loess Plateau of China. *Jurnal of Arid Environments* 64:77-6.
- Liu Z, Zhou W, Shen J, Li S, Liang G, Wang X, Sun J, Ai C. 2014. Soil quality assessment of acid sulfate paddy soil with different productivities in Guangdong province, China. *Journal of Integrative Agriculture* 13(1):177-186.
- Marwah Siti. 2012. Physical feasibility study of argoforestry farm system to support sustainable agriculture in Konawe Sub Watershed of Southeast Sulawesi. *J. Trop Soils* 17(3):275-282.
- Pamoengkas P. 2006. Kajian aspek vegetasi dan kualitas tanah system silvi kultur tebang pilih tanam jalur (studi kasus di areal HPH PT. Sari Bumi Kusuma, Kalimantan Tengah) [Disertasi]. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Pamukas NA. 2006. Perubahan Faktor Fisika Tanah Podsolik Merah Kuning Sebagai Tanda Dasar Kolam Dengan Pemberian Dosis Pupuk Kotoran Kambing Yang Berbeda. *Jurnal Berkala Perikanan Terubus*. 33(2):113-120.
- Partoyo 2005. Analisis indeks kualitas tanah pertanian di lahan pasir pantai samas Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 12(2): 140-151.
- Razak, Abdul 2008. Agroforestri, Upaya Konservasi Tanah dan Air dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) (Bentuk Pengelolaan Lahan dalam Rangka Memperbaiki Kesuburan Tanah dan Pengaturan Tata Air). Pascasarjana Kehutanan UGM.
- Rohmat D, Soekarno I. 2006. Formulasi efek sifat fisik tanah terhadap permeabilitas dan suction head tanah (Kajian empiric untuk meningkatkan infiltrasi). *Jurnal Bionatura* 8(1):1-9.
- Setiawan N. 2005. *Teknik Sampling*. Bogor: Inspektorat Jenderal Departemen Pendidikan Nasional.
- Simanjuntak BH. 2005. Studi alih fungsi lahan hutan menjadi lahan pertanian terhadap karakteristik fisik tanah (studik kasus DAS Kali Tundo, Malang). *Jurnal Agric* 18(1): 85-101.
- Sinha NK, Mohanty, Meena M, Das BP, Chopra UK. 2014. Soil quality indicator under continuous cropping systems in the arid ecosystem of India. *African Journal of Agriculture Research* 9(2):285-293.
- Sitompul SM, Utama AP, Rahman R, Budiastuti SM. 2006. Evaluasi dan parameter model rains pada Das Konto. Resapan air sistem irigasi Agroforestri Damar (*Agathis Dammara L*) dengan Kedelai dan Jagung. *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati* 18(2):97-110.
- Sulistiyanto Y, Rieley JO, Limin SH. 2005. Laju dekomposisi dan pelepasan hara dari serasah pada dua sub-tipe hutan rawa gambut di Kalimantan Tengah. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 9(2):1-14.
- Supangat AB, Supriyono H, Sudira P, Poedjirahajoe E. 2013. Status kesuburan tanah di bawah tegakan *Eucalyptus pellita* F. Muell: studik kasus di HPHTI PT. ARARA ABADI, RIAU. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 20(1): 22-34.
- Suprayoga D, Hairiah K, Wijayanto N, Sunaryo, Noordjwik MV. 2003. *Analisis komponen agroforestri sebagai kunci keberhasilan dan pemanfaatan lahan*. Bogor: World Agroforestry Centre.
- Supriyadi, Sudaryanto R, Winarno J, Hartati S, Jamil IS. 2014. The quantitative soil quality assessment tobacco plant in Sindoro mountainous zone. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 1(3):105-110.
- Sutanto R 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Yogyakarta: Kanisius.

- Syahidah, Hikmah, Yuniatnti AD. 2006. Kandungan kimia dan dimensi serat akar, cabang, dan batang bagian atas kayu Melina dan kayu jati di hutan rakyat Sulawesi Selatan. *J. Perennial* 3(1):11-14.
- Tambunan WA. 2008. Kajian sifat fisik dan kimia tanah hubungannya dengan produksi kelapa sawit (*Elaeisguineensis, Jacq*) di kebun kelapa sawit PTPN II [Tesis] Program Studi Ilmu Tanah. Universitas Sumatera Utara.
- Wander MM, Walter GL, Nissen TM, Bollero GA, Andrews SS, Cavanaugh DA. 2002. Soil quality: science and process. *J. Agronomy* 94:23-32.
- World Agroforestry Centre (ICRAF) 2003. Pengantar Agroforestri. <http://www.worldagroforestrycentre.org>. Diakses tanggal 25 Oktober 2013.
- Zulkarnain M, Prasetya B, Soemarno. 2013. Pengaruh kompos, pupuk kandang, dan custom-bio terhadap sifat tanah, pertumbuhan dan hasil tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada entisol di kebun Ngrangkah-Pawon, Kediri. *J. Indon. Green Tech.* 2 (1): 45-52.