

**STUDI STABILITAS AGREGAT DAN MAKROPOROSITAS TANAH PADA BERBAGAI SISTEM PENGGUNAAN LAHAN BERBASIS AGROFORESTRI****Yoga Lorensa<sup>1</sup>, Budi Prasetya<sup>2</sup>, Danny Dwi Saputra<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya<sup>2</sup>Dosen Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

---

**Abstrak**

Land degradation is a decrease in the ability of land to support productivity due to physical, chemical and biological damaged, increased agricultural land requirements and rampant agricultural conversion caused environmental degraded, especially land degraded. This study focused on how soil aggregate stability and soil macroporosity on various agroforestry based land used. Determination of observation plot based on agroforestry based land use system (AF), there are 5 plots with 3 replications which are differentiated on the use of pine + coffee (AF PC), pine + annual crops (AF PAC), mahogany + coffee (AF MC), mahogany + annual crops (AF MC ) and annual crops (AC) with a plot area of 20x20 m<sup>2</sup>. Given the differences in land use. In this research obtained the result of the highest of bulk density on AC 0.86 g cm<sup>-3</sup>, the lowest at AF PC 0.64 g cm<sup>-3</sup>, where value of the contents was not different from that obtained in the AF PAC 0.62 g cm<sup>-3</sup>. The highest total porosity in AF PC was 69,92% and the lowest at AC 62.22%. Aggregate stability (DMR) in overall land use is very stable >2mm, then macropore distribution (macroporosity) in deeper agroforestry (> 20 cm) compared to annual crops (<20 cm). Then the relationship between soil C-organic soil with total soil porosity ( $r = 0.99$ ) with coefficient determination value ( $R^2$ ) C-organic soil affects the total soil porosity of 98.43% and 1.57% is influenced by other factors. The correlation of between soil C-organic soil with soil macroporosity ( $r = 0.88$ ) with coefficient determination value ( $R^2$ ) C-organic soil affect the soil macroporosity equal to 78.06% and 21.94% influenced by other factor. Based on the result of soil C-organic did not have a close correlation to aggregate stability ( $r = -0.53$ ) and aggregate stability also to soil macroporosity ( $r = -0.16$ ). Overall, in terms of various research parameters. Agroforestry based land use areas are better than annual crops.

**Keywords :** *Agroforestry, Soil aggregates stability, Soil macroporosity,*

---

**Pendahuluan**

Pada abad ke-21 ini degradasi lahan tetap menjadi isu global yang penting, karena berdampak buruk terhadap produktivitas pertanian, lingkungan, dan ketahanan pangan (Eswaran *et al.*, 2001).

Perubahan iklim turut berperan dalam proses terjadinya penurunan kualitas lahan (UNCCD, 2015). Yang berpengaruh terhadap sumberdaya tanah dan air pada bidang pertanian (Soil and Water

Conservation Society, 2003). Proses-proses yang meliputi terjadinya degradasi lahan meliputi kimia, fisika dan biologi, degradasi tanah sifat fisik seperti penurunan struktur tanah, proses kimia seperti salinitas. Kebutuhan akan lahan pertanian saat ini semakin meningkat dan dengan semakin maraknya konversi lahan pertanian menyebabkan terjadinya degradasi lingkungan terutama penurunan kualitas tanah (Suryana, 2002).

Kawasan UB *Forest* merupakan hutan pendidikan yang dimiliki oleh Universitas Brawijaya dan berada dikawasan Gunung Arjuno Kec. Karangploso, Kab. Malang. Pada kawasan ini terdapat berbagai penggunaan lahan, seperti Kawasan Lindung, Agroforestri, dan Semusim.

Pada perbedaan penggunaan dan pengelolaan lahan pada kawasan UB Forest diduga akan berpengaruh terhadap sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, dimana sifat fisik meliputi (stabilitas agregat dan makroporositas tanah), sifat kimia meliputi (pH, total C-organik), serta biologi yang meliputi (populasi makro dan mikro fauna) (USDA, 2001)

Penelitian ini penting dilakukan untuk mengevaluasi kualitas sifat fisik tanah yang meliputi stabilitas agregat tanah dan makroporositas dikawasan UB Forest pada berbagai penggunaan lahan Agroforestri Pinus, Mahoni dan Semusim, Evaluasi ini dilakukan agar bisa memberikan informasi terkait kualitas tanah (sifat fisik) tanah UB Forest, sehingga informasi ini dapat menjadi rujukan dalam perencanaan pengelolaan UB Forest yang berkelanjutan untuk dapat melakukan adaptasi terkait perubahan iklim yang berpengaruh terhadap kualitas tanah.

### **Bahan dan Metode**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli - September 2017, Pengambilan contoh tanah dilakukan di Kawasan UB Forest (Koordinat 7°49'300" – 7°51'363" LS dan 112°34'378" – 112°36'526" BT). Penentuan plot pengamatan berdasarkan sistem penggunaan lahan berbasis agroforestri (AF), terdapat 5 plot dengan 3 kali ulangan yang dibedakan atas penggunaan lahan berbasis AF pinus+kopi (PK) pinus+semusim (PS) mahoni+kopi (MK) mahoni+semusim (MS) dan tanaman semusim (TS) dengan luas plot 20x20 m<sup>2</sup>.

Pengambilan contoh tanah dilakukan pada kedalaman 0-10, 10-20, 20-30, 30-50 cm. Alat yang digunakan GPS, *frame* besi

100x50cm, timbangan digital, cangkul. Bahan yang digunakan yaitu contoh tanah, metilen biru, air. Parameter pengamatan yaitu, BI, BJ, stabilitas agregat, makroporositas, C-organik, tekstur.

### **Hasil dan Pembahasan**

#### **Hasil**

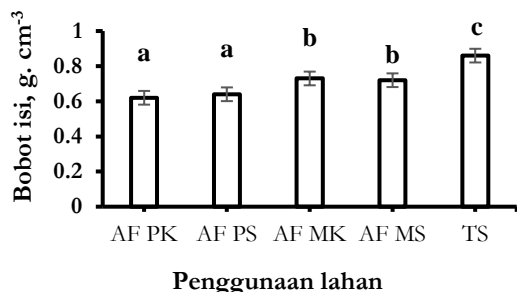
UB Forest dengan perbedaan vegetasi maka diduga akan berpengaruh terhadap masukan serasah sebagai salah satu sumber bahan organik yang dihasilkan, karakteristik kimia tanah seperti kandungan C-organik dari hasil penelitian Mukaromah (2017) pada berbagai penggunaan lahan didapatkan hasil yang beragam. Dengan rata-rata pada Pinus+Kopi 5,75%, Pinus+semusim 4,70%, Mahoni+semusim 4,39%, Mahoni+Kopi 3,78%. Serta pada penggunaan lahan semusim kandungan C-organik rata-rata 2,60%.

Karakteristik fisika yang meliputi tekstur tanah berdasarkan hasil penelitian Hermita (2017) didominasi oleh lempung, lempung berdebu, namun juga ada lempung liat berpasir, liat, dan lempung liat berdebu.

#### **Bobot Isi**

Berdasarkan hasil analisis ragam, bobot isi tanah pada berbagai penggunaan lahan menunjukkan hasil yang sangat berbeda nyata ( $p < 0,01$ ) sedangkan antar kedalaman menunjukkan hasil yang berbeda nyata ( $p < 0,05$ ). Bobot isi tanah tertinggi terdapat pada penggunaan lahan tanaman semusim, yaitu 0,86 g cm<sup>-3</sup>. Sedangkan bobot isi yang lebih rendah didapatkan pada penggunaan lahan pinus+semusim dan

pinus+kopi, masing-masing sebesar  $0,64 \text{ g cm}^{-3}$  dan  $0,62 \text{ g cm}^{-3}$  (Gambar 1).

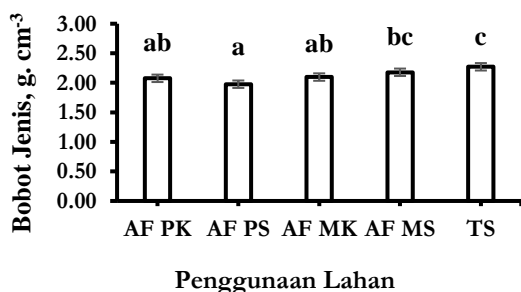


Gambar 1. Bobot Isi Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan

### Bobot Jenis

Bobot jenis partikel adalah perbandingan antara massa total fase padat tanah, dan volume fase padat massa bahan organik dan anorganik, diperhitungkan sebagai massa padatan tanah dalam penentuan bobot jenis partikel tanah. Penentuan bobot jenis partikel penting apabila diperlukan ketelitian pendugaan ruang pori total (Hillel, 1982).

Berdasarkan hasil analisis ragam, bobot jenis tanah pada berbagai penggunaan lahan menunjukkan hasil yang sangat berbeda nyata ( $p < 0,01$ ) pada penggunaan lahan tanaman semusim memiliki bobot jenis tertinggi dibanding penggunaan lahan lainnya sebesar  $2,27 \text{ g cm}^{-3}$  (Gambar 2) sedangkan antar kedalaman menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) dengan rerata  $2,11 \text{ g cm}^{-3}$

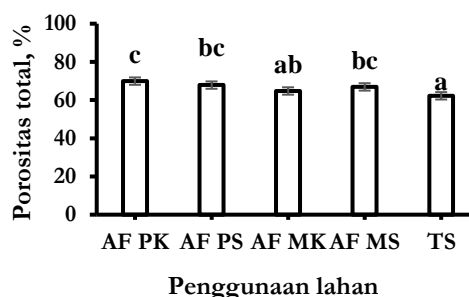


Gambar 2. Bobot Jenis Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan

### Porositas Total

Berdasarkan hasil analisis ragam, porositas tanah pada berbagai penggunaan lahan dan antar kedalaman menunjukkan hasil yang berbeda nyata ( $p < 0,05$ )

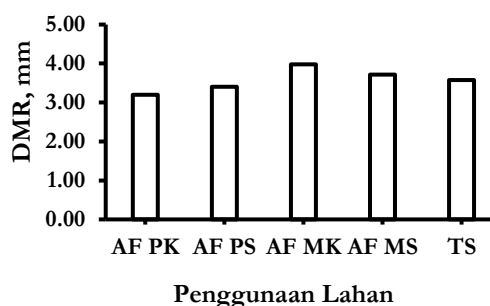
Porositas total tertinggi hingga terdapat pada lahan pinus+kopi  $69,92\%$  dan terendah terdapat pada penggunaan lahan semusim  $62,22\%$ . Hasil pengukuran yang didapat, bahwasanya kondisi porositas tanah pada berbagai penggunaan lahan termasuk kedalam kelas porous ( $60-80\%$ ) (Gambar 3).



Gambar 3. Porositas Total Pada Berbagai Penggunaan Lahan

### Stabilitas Agregat

Berdasarkan hasil analisis ragam, stabilitas agregat tanah pada berbagai penggunaan lahan dan antar kedalaman menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Rerata DMR pada keseluruhan penggunaan lahan adalah  $3,58 \text{ mm}$  (Gambar 4), nilai ini termasuk kedalam kelas agregat sangat stabil sekali, karena nilai  $> 2 \text{ mm}$  (Titiek & Utomo, 1996)



Gambar 4. DMR Pada Berbagai Penggunaan Lahan

### Pori Makro (Makroporositas)

Berdasarkan hasil analisis ragam, sebaran pori makro tanah pada bidang vertikal diberbagai penggunaan lahan tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) dengan rata-rata 4,16%. Namun demikian antar kedalaman tanah (0-50 cm), hasil pori makro sangat berbeda nyata ( $p < 0,01$ ). Tertinggi pada kedalaman 0-10 cm, kemudian menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah.

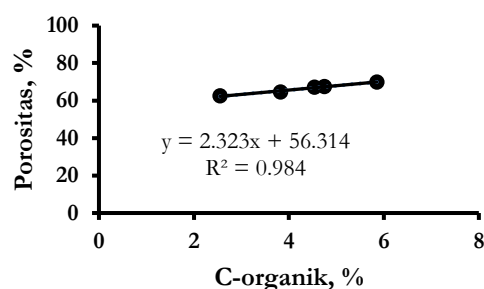
Hasil pengukuran pori makro pada berbagai penggunaan lahan berkisar 2,86% hingga 5,08%. Sebaran pori makro pada penggunaan lahan agroforestri pinus+kopi dan mahoni+kopi lebih dalam ( $> 20$  cm) dan lebih merata dibanding penggunaan lahan tanaman semusim ( $< 20$  cm). Hal ini di lapangan ditunjukkan dengan banyaknya warna biru pada bidang vertikal profil tanah, yang ditunjukkan dengan warna hitam pada gambar, bagaimanapun pengamatan pori makro (makroporositas) dengan teknik infiltrasi pelacakan warna tidak mengidentifikasi semua pori makro, tetapi hanya mengidentifikasi pori-pori yang terhubung dengan jalur infiltrasi dipermukaan tanah.

### Pembahasan Umum

Berdasarkan beberapa parameter yang diamati berhubungan dengan kandungan C-organik, Porositas total, Pori makro (makroporositas). Berdasarkan hasil penelitian Mukaromah (2017) kandungan C-organik pada berbagai penggunaan lahan rata-rata tertinggi pada kedalaman 0-10 cm, kemudian menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah hal ini disebabkan oleh berbagai faktor seperti masukkan serasah serta sebaran perakaran tanaman yang pada umumnya banyak terdapat pada lapisan tanah bagian atas (Marinho *et al.*, 2017).

Kandungan C-organik tanah sangat berpengaruh terhadap porositas total tanah, berdasarkan hasil korelasi antar parameter menunjukkan bahwa C-organik

berpengaruh searah terhadap porositas total tanah, dibuktikan dengan nilai korelasi  $r = 0,99$ . Hal ini dapat diartikan bahwa kedua parameter memiliki hubungan yang sempurna dengan variabel positif. Berdasarkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) C-organik hanya mempengaruhi 98,43 % terhadap porositas total tanah, dan 1,57% lainnya dipengaruhi oleh faktor lain (Gambar 5).



Gambar 5. Hubungan C-organik dengan porositas

Kandungan C-organik tanah yang tinggi akan dapat meningkatkan porositas total tanah, sebab C-organik yang tinggi dapat diindikasikan dengan tingkat pemadatan tanah yang rendah dicirikan dengan nilai bobot isi tanah rendah pula.

Bobot isi tanah bermanfaat untuk mengevaluasi kemampuan akar dalam menembus tanah, akar tanaman akan sulit dalam menembus tanah apabila bobot isi tanah tinggi, pada umumnya semakin rendah bobot isi tanah akan terbentuk banyak pori tanah yang menyebabkan tanah mudah meloloskan air serta memudahkan perakaran tanaman dalam menembus tanah, karena banyaknya ruang pori pada tanah berdampak terhadap meningkatnya porositas total tanah dan ruang-ruang pori ini juga dapat tercipta karena adanya aktivitas organisme tanah (Hardjowigeno, 1992)

Selain itu kandungan C-organik pada tanah dapat berpengaruh terhadap stabilitas agregat tanah, berdasarkan hasil korelasi antar parameter menunjukkan bahwa C-organik berpengaruh terbalik terhadap stabilitas agregat tanah, Agregat tanah

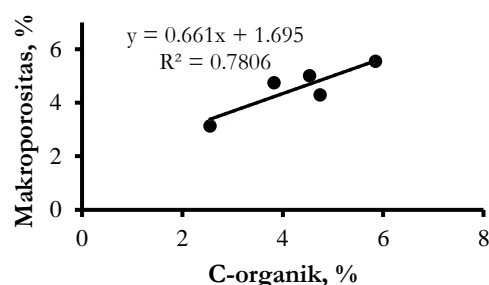
sangat penting dalam menjaga sifat fisik tanah dan berperan dalam menjalankan siklus nutrisi pada tanah, pada umumnya pembentukan agregat tanah dipengaruhi oleh faktor abiotik seperti bahan organik dan kandungan liat pada tanah.

Pembentukan agregat tanah bisa berasal dari komponen biotik tanah seperti mikroba tanah, fungi, *actinomyctes*, serta organisme tanah lainnya. Proses pembentukan agregat tanah yang berasal dari hifa fungi, akan menghasilkan partikel tanah halus menjadi agregat yang stabil walaupun adanya fraksi lempung. Pada proses pembentukan agregat oleh miselium fungi, dapat digambarkan sebagai “tali perekat” yang mengikat secara fisik butir-butir primer oleh miselia fungi karena melibatkan partikel dalam jaringan hifa dan partikel pelekat yang bersama-sama memproduksi ekstraseluler polisakarida (Oades *et al.*, 1991).

Sesuai dengan prinsip teori hirarki agregat partikel pelekat adalah faktor utama dalam pembentukan agregat dan pada umumnya jamur berkorelasi lebih baik dengan stabilitas agregat daripada bakteri (Bossuyt *et al.*, 2001). Stabilitas agregat dapat meningkat tinggi dengan kandungan lempung yang tinggi (Denef *et al.*, 2002).

Kandungan C-organik tanah selain berpengaruh terhadap porositas total tanah, stabilitas agregat tanah, juga berpengaruh terhadap makroporositas tanah, sebab untuk menunjang fungsi hidrologi tanah seperti infiltrasi tanah diperlukan pori makro tanah yang memiliki sifat drainase cepat.

Berdasarkan hasil korelasi antar parameter menunjukkan bahwa C-organik berpengaruh searah terhadap makroporositas, dibuktikan dengan nilai korelasi  $r = 0,88$  (Gambar 6).



Gambar 6. Hubungan C-organik dan Makroporositas

C-organik dapat mempengaruhi makroporositas tanah salah satunya dengan residu perakaran tanaman yang telah terdekomposisi oleh organisme tanah, sehingga dapat dimungkinkan bisa meningkatkan C-organik tanah karena adanya masukan unsur hara kedalam tanah yang berasal dari dekomposisi perakaran tanaman (Su *et al.*, 2010).

Selain itu ada beberapa mekanisme bagaimana perakaran dapat mempengaruhi aliran makroporositas tanah, yaitu akar sering mengikuti celah antar agregat tanah dan adanya pori-pori yang ditinggalkan oleh perakaran yang telah mati (Lamandé *et al.*, 2011).

Selanjutnya diperoleh bahwa stabilitas agregat tanah tidak berhubungan dengan makroporositas tanah ( $r = -0,16$ ) terdapat faktor lain yang mempengaruhi pori makro (makroporositas) selain agregat tanah yaitu seperti kelimpahan dan jenis biota tanah seperti cacing, serta banyaknya vegetasi yang dapat mempengaruhi pori makro melalui sistem perakaran tanaman yang masih hidup ataupun yang telah mati.

### Kesimpulan

Tidak terdapat perbedaan stabilitas agregat tanah dan makroporositas pada berbagai penggunaan lahan berbasis agroforestri dan tanaman semusim. Namun demikian kedalaman sebaran makroporositas tanah pada penggunaan lahan berbasis agroforestri (>20 cm) lebih dalam dibandingkan tanaman semusim (<20 cm), Dengan adanya perbedaan

masuk serasah sebagai salah satu sumber bahan organik akan berpengaruh terhadap kadar C-organik tanah, kadar C-organik tanah pada penggunaan lahan berbasis agroforestri lebih tinggi (4,65 %) dibandingkan tanaman semusim (2,60 %). Serta dari hasil penelitian ini didapat bahwa kadar C-organik tanah berpengaruh kuat terhadap makroporositas tanah ( $R^2= 0,78$ ).

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Budi Prasetya, Bapak Danny Dwi Saputra, Ibu Kurniatun Hairiah, Bapak Syahrul Kurniawan, Ibu Rika Ratna Sari dan seluruh tim jelajah UB *FOREST* atas bimbingan, evaluasi, serta semangatnya dalam penelitian ini serta kepada reviewer anonym yang bersedia mereview laporan penelitian saya.

### Daftar Pustaka

- Bossuyt H, Denef K, Six J, Frey S D, Merckx R, & Paustian K. 2001. Influence of microbial populations and residue quality on aggregate stability [J]. *Applied Soil Ecology*, 16(3): 195–208.
- Denef, K., Six, J., Merckx, R., & Paustian, K., 2002. Short-term effects of biological and physical forces on aggregate formation in soils with different clay mineralogy. *Plant and Soil* 246, 185–200
- Eswaran, H., R. Lal & P.F. Reich. 2001. Land degradation: an overview. In: Bridges, E.M., I.D. Hannam, L.R. Oldeman, F.W.T. Pening de Vries, S.J. Scherr, and S. Sompatpanit (eds.). *Responses to Land Degradation*. Proc. 2nd. International Conference on Land Degradation and Desertification, Khon Kaen, Thailand. Oxford Press, New Delhi, India.
- Hardjowigeno, S. 1992. *Ilmu Tanah*. Mediatama Sarana Perkasa, Jakarta
- Hermita P. O. 2017. *Studi Sifat Kimia tanah pada berbagai tutupan lahan di UB Forest*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Hillel, D. 1982. *Advances in irrigation: an overview*, Volume 1. Academic Press, New York.
- Islami, T. & Wani H.Utomo. 1996. *Hubungan air, tanah dan tanaman*. Semarang: IKIP Semarang Press
- Lamandé M, Labouriau R, Holmstrup M, Torp S B, Greve M H, Heckrath G, Iversen B V, De Jonger L W, Moldrup P, & Jacobsen O H. 2011. Density of macropores as related to soil and earthworm community parameters in cultivated grasslands [J]. *Geoderma*, 162(3): 319–326.
- Marinho, M. A., Pereira, M. W. M., Vázquez, E. V., Lado, M., & González, A. P. 2017. Depth distribution of soil organic carbon in an Oxisol under different land uses: Stratification indices and multifractal analysis. *Geoderma*, 287: 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.09.021>
- Mukaromah M. 2017. *Studi Kadar C-organik Tanah pada berbagai penggunaan lahan di UB Forest*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Oades J M, & Waters A G. 1991. Aggregate hierarchy in soils [J]. *Soil Research*, 29(6): 815–828
- Soil and Water Conservation Society. 2003. *Conservation Implications of Climate Change: Soil Erosion and Runoff from Cropland*. Ankeny, IA: Soil and Water Conservation Society.
- Su, Y.Z., Yang, R., Liu, W.J., & Wang, X.F., 2010. Evolution of soil structure and fertility after conversion of native sandy desert soil to irrigated cropland in arid region, China. *Soil Sci*. 175 (5), 246–254
- Suryana, A. 2002. *Perspektif dan upaya pemantapan ketahanan pangan berkelanjutan*. Di dalam: Krisnamurthi, B., Dwi, A.B.S., dan Kriswantriyono (Eds). *Prosiding Seminar: Tekanan Penduduk, Degradasi Lingkungan dan Ketahanan Pangan*. Jakarta: Kerjasama Pusat Studi Pembangunan Lembaga Penelitian IPB, Proyek Koordinasi Kelembagaan Ketahanan Pangan dan Badan Bimas Ketahanan Pangan Departemen Pertanian. hlm. 52-75
- UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification). 2015. *Climate change and land degradation: Bridging knowledge and stakeholders*. Outcomes from the UNCCD 3rd Scientific Conference. Bonn, Germany

USDA (United States Department of Agriculture).  
2001. Guidelines for soil quality assesment in  
conservation planning. United States  
Department of Agriculture. Washington DC