

VEGETASI POHON HUTAN MEMPERBAIKI KUALITAS TANAH ANDISOL-NGABAB

Budi Prasetya , Sugeng Prijono, Yuyun Widjiawati

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang

Abstrak

Penelitian agregasi tanah pada beberapa penggunaan lahan dilakukan dengan tujuan mengetahui pengaruh penggunaan lahan (hutan alami, agroforestri, semak belukar, dan ladang) terhadap kualitas tanah. Penelitian dilaksanakan di desa Ngabab, Kecamatan Pujon. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah kemantapan agregat, ukuran agregat, C-Organik, tekstur, konduktivitas hidrolis jenuh, pori-pori tanah, dispersi liat, kepadatan perakaran, ketahanan penetrasi, dan berat isi tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada lima kedalaman yaitu 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm, dan 80-100 cm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah-tanah di Desa Ngabab, pada penggunaan lahan hutan alami, memiliki kemantapan agregat tanah yang mantap, memiliki nilai DMR paling tinggi yaitu memiliki rata-rata 2.17 mm, sedangkan tanah-tanah yang digunakan sebagai ladang memiliki kemantapan agregat paling rendah dengan rata-rata DMR 1.38 mm. Penurunan agregasi tanah tersebut berhubungan erat dengan besarnya C-Organik tanah dan perakaran tanaman.

Kata kunci: pohon, agregasi tanah, Andisol

Abstract

Landuse alteration in Ngabab village have been degraded soil physics, especially soil aggregation. Degrading soil aggregates results in lower water infiltration and water recharge in Ngabab village. This study is conducted at some landuse (natural forest, agroforestry, scrub and croplands) to analyze soil aggregation. This study have taken place in Ngabab village, Pujon. Parameters examined in this study is aggregate stability, aggregate size, C organic, texture, saturated hydraulic conductivity, soil pores, clay dispersion, root density, penetration resilience and soil bulk density. Soil sampling conducted at five depth, that is 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm and 80-100 cm. Design used at this study is Randomize Complete Block Design with four treatment and three replications.

Result of study indicated that (i) natural forest landuse have stable soil aggregate due to the high MWD (Mean Weight Diameter) value (2.17 mm), while agricultural landuse have lowest aggregate stability which have the mean of MWD 1.38 mm; (ii) soil aggregation is closely related with C organic content and root density; soil organic matter 2-3% C and root density 25-28 mm cm⁻³, and the MWD >2 mm, (iii) Landuse alteration from natural forest become agricultural landuse decreased the MWD about 37%.

Keywords: tree, soil aggregate, Andisol

PENDAHULUAN

Andisol merupakan tanah subur yang baik digunakan untuk lahan pertanian, tetapi andisol mempunyai beberapa masalah yaitu sifat kemampuan menyerap dan menyimpan air yang tak pulih kembali seperti semula apabila mengalami kekeringan (Arnalds, Hallmark dan Wilding, 1995; Munir, 1996; Caner *et al.*, 2000), hal ini erat hubungannya dengan kemantapan agregat. Kemantapan agregat adalah salah satu sifat fisik tanah yang dapat mempengaruhi sifat fisik yang lain. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kemantapan agregat tanah, antara lain bahan organik tanah, mikroorganisme tanah, aktivitas perakaran, pengaruh kation dan

pengaruh pengolahan tanah (Buckman dan Brady, 1969; Miyamoto, Takeyuki dan Chikushi, 2003; Huygens *et al.*, 2005a, 2005b).

Penggunaan lahan di daerah Pujon cukup bervariasi yaitu ladang, hutan dan sawah. Adanya variasi ini menyebabkan perbedaan jumlah dan kualitas bahan organik tanah pada masing-masing penggunaan lahan berbeda pula (Helfric *et al.*, 2006; Zhang Jinbo, Song Changchun dan Yang Wenyan, 2006; Shrestha *et al.*, 2008). Bahan organik tanah dapat mempengaruhi agregasi tanah (Chenu *et al.*, 2000). Oleh karena itu penggunaan lahan yang menghasilkan bahan organik tanah sedikit atau tidak seimbang dengan kebutuhan tanah dan tanaman dapat menyebabkan degradasi sifat fisik tanah, apabila tanpa dilakukan penambahan masukan bahan organik tanah lebih lanjut.

Selain pengaruh bahan organik tanah, perkembangan struktur tanah juga dipengaruhi

* Alamat Korespondensi

Budi Prasetya

Email : budiprasetya@ub.ac.id

Alamat : Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang

oleh pengolahan tanah yang berlebihan atau intensif oleh petani Pujon. Praktek pengolahan

Tabel 1. Analisis Sifat Fisika, Kimia dan Biologi Tanah dan Metode yang Digunakan

| No. | Sifat fisika, kimia dan biologi tanah | Metode |
|-----|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1. | Tekstur | Pipet |
| 2. | Berat isi tanah | Silinder |
| 3. | C-organik | Walkey and Black |
| 4. | Kemantapan agregat | Ayakan basah |
| 5. | Ukuran agregat | Ayakan kering |
| 6. | Distribusi pori | Kurva pF |
| 7. | Perakaran | Newman (1966) dan Tennant (1975) |
| 8. | Permeabilitas/KHJ | Constant Head |
| 9. | Dispersi liat | Pipet |
| 10. | Ketahanan penetrasi | Hand penetrometer |

Tabel 2. Ukuran Agregat Pada Berbagai Penggunaan Lahan

| Jenis Penutupan Lahan | Kedalaman (cm) | | | | |
|-----------------------|----------------|--------|-------|-------|--------|
| | 0-20 | 20-40 | 40-60 | 60-80 | 80-100 |
| Hutan alami | 4.70b | 4.36c | 4.07 | 3.74 | 3.35ab |
| Semak belukar | 3.94b | 4.01ab | 3.94 | 3.75 | 3.45ab |
| Hutan produksi | 2.46a | 4.10ab | 4.08 | 3.84 | 3.70c |
| Ladang | 2.86a | 3.56a | 3.49 | 3.06 | 2.81a |

Tabel 3. Rerata Kepadatan perakaran (mm cm^{-3})

| Jenis penutupan Lahan | Kedalaman (cm) | | | | |
|-----------------------|----------------|---------|--------|--------|--------|
| | 0-20 | 20-40 | 40-60 | 60-80 | 80-100 |
| Hutan Alami | 44.64c | 36.61c | 29.83b | 18.4a | 10.1bc |
| Semak Belukar | 36.3bc | 25.6bc | 17.05a | 27.98a | 16.57c |
| Hutan Produksi | 5.45a | 2.46a | 2.56ab | 1.35b | 1.27a |
| Ladang | 23.05a | 12.93ab | 5.71a | 2.8b | 4.72ab |

Ket. : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5%

tanah berpengaruh langsung terhadap kerusakan agregat, pemadatan, pengaruh buruk terhadap distribusi pori, dan porositas tanah. Kerusakan agregat tanah tersebut berdampak buruk terhadap konduktivitas hidraulik dan permeabilitas tanah yang mengakibatkan laju infiltrasi dan perkolasi rendah (El Titi, 2003), sedangkan volume runoff nya tinggi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan lahan yang berbeda (hutan alami, agroforestri, semak belukar dan tegalan) terhadap agregasi tanah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di desa Ngabab Kecamatan Pujon, sedangkan analisis sampel tanah dilakukan di laboratorium fisika dan kimia tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilakukan dengan metode survei lapangan dan analisis laboratorium dengan tahapan penelitian meliputi : (1) persiapan, (2) survei lapangan, (3) analisis sampel tanah, (4) analisa data dan (5) penyusunan laporan. Pada tahap persiapan yang dilakukan adalah persiapan

alat dan bahan, pada tahap survei lapangan yaitu penentuan titik pengamatan dan pengambilan sampel tanah. Penentuan titik pengamatan dilakukan melalui *overlay* peta jenis tanah, penggunaan lahan, dan peta lereng, sedangkan pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, dan 80-100 cm pada jenis penutupan lahan hutan alami (kontrol), agroforestri, belukar dan ladang. Analisa sampel tanah tertera pada Tabel 1. Analisa data menggunakan uji F, design analisa data menggunakan RAK dengan empat perlakuan dan tiga ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekstur

Lokasi penelitian didominasi oleh ukuran partikel debu pada seluruh kedalaman. Kelas tekstur pada lokasi penelitian meliputi kelas tekstur lempung, lempung liat berdebu, lempung berliat, liat berdebu dan liat.

Kemantapan Agregat

Penggunaan lahan hutan alami memiliki rata-rata DMR paling tinggi yaitu sebesar 2.17

mm, sedangkan jenis penutupan lahan ladang memiliki DMR paling rendah sebesar 1.38 mm (Gambar 1).

Ukuran Agregat

Ukuran agregat pada penggunaan lahan hutan alami memiliki rata-rata 4.05 mm berbentuk gumpal membulat dan merupakan penggunaan lahan yang memiliki ukuran agregat paling besar. Ladang memiliki ukuran agregat paling kecil yaitu sebesar 3.16 mm mempunyai bentuk granular (Tabel 2).

C-Organik

Berdasarkan hasil penelitian agroforestri memiliki persentase C-Organik paling tinggi dari pada penggunaan lahan yang lain. Persentase C-Organik pada hutan alami berkisar antara 0.47% - 5.52%. Sedangkan ladang memiliki C-Organik rata-rata sebesar 1.28%. Semakin bertambahnya kedalaman persentase C-Organik semakin menurun (Gambar 2).

Perakaran

Berdasarkan uji statistik kepadatan perakaran antar perlakuan menunjukkan perbedaan nyata. Kepadatan perakaran pada jenis penutupan lahan hutan alami merupakan yang paling tinggi yaitu antara 10.10 - 4.64 mm cm⁻³, sedangkan pada ladang memiliki rata-rata sebesar 2.62 mm cm⁻³ (Tabel 3).

Ketahanan Penetrasi

Ketahanan penetrasi tertinggi pada lokasi penelitian adalah pada agroforestri yang memiliki rata-rata sebesar 1674.67 N cm⁻². Sedangkan ketahanan penetrasi yang paling rendah adalah pada hutan alami. Semakin bertambahnya kedalaman ketahanan penetrasi semakin tinggi (Gambar 4).

Konduktivitas Hidrolik Jenuh

Konduktivitas hidrolik jenuh pada lokasi penelitian masuk kedalam kelas cepat sampai lambat. Hutan alami memiliki rata-rata konduktivitas hidrolik jenuh sebesar 7.83 cm jam⁻¹, semak belukar memiliki konduktivitas hidrolik jenuh sebesar 8.3 cm jam⁻¹ ladang memiliki konduktivitas hidrolik jenuh sebesar 4.27 cm jam⁻¹ sedangkan agroforestri memiliki konduktivitas hidrolik jenuh paling rendah yaitu sebesar 3.8 cm jam⁻¹ (Gambar 3).

Bobot Isi (BI) Tanah

Pada lokasi penelitian hutan alami memiliki berat isi yang paling rendah yaitu rata-rata sebesar 0.64 g cm⁻³, sedangkan penggunaan lahan agroforestri memiliki berat isi tanah yang paling tinggi yaitu sebesar 0.82 g cm⁻³.

Distribusi Pori

Menurut Konhke (1968) distribusi pori tanah dibagi menjadi tiga bagian yaitu pori drainase cepat berukuran > 0.006 mm, pori drainase lambat berukuran 0.06–0.009 mm dan pori penyimpanan air mempunyai ukuran 0.009-0.00002. Berdasarkan uji statistik secara umum distribusi ukuran pori baik pori drainase cepat, pori drainase lambat, dan pori penyimpanan air menunjukkan perbedaan antar penggunaan lahan, tetapi pada kedalaman 60-80 cm dan 80-100 cm tidak menunjukkan perbedaan. Hutan alami memiliki pori drainase cepat dan pori penyimpanan air paling tinggi yang memiliki rata-rata 18.5% dan 19.74%. Sedangkan persentase pori drainase lambat paling rendah yaitu sebesar 2.45. Pada jenis penutupan lahan agroforestri memiliki pori drainase lambat paling tinggi sebesar 4.05%.

Dispersi liat

Lokasi penelitian didominasi oleh liat kasar, sedangkan persentase liat halus lebih banyak ditemukan pada ladang. Semakin bertambahnya kedalaman persentase liat semakin tinggi akibat proses pencucian.

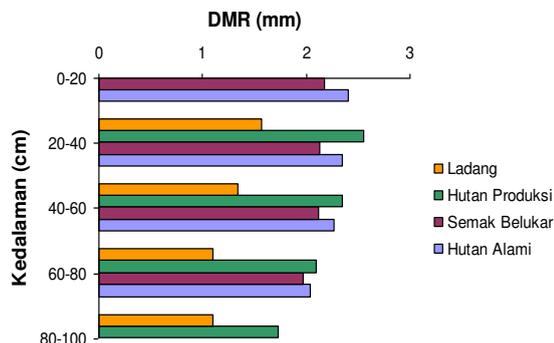
Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Agregasi Tanah

C Organik

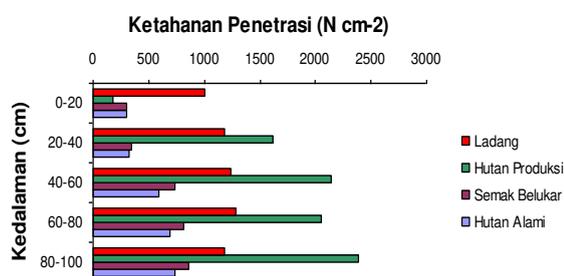
C organik erat kaitannya dengan agregat tanah. C organik dan agregasi tanah memiliki hubungan positif ($r = 0.80^{**}$), maka C organik yang tinggi akan membentuk agregat tanah yang mantap. Berdasarkan penelitian Baver (1935) dalam Baver (1972) menemukan bahwa terdapat korelasi yang besar antara agregat dengan kandungan karbon pada bahan organik. Demikian pula yang terjadi pada hasil penelitian, yang menunjukkan bahwa antara agregat dengan C organik menunjukkan pengaruh sebesar 0.65 (Gambar 4a).

Berdasarkan penelitian, hutan alami memiliki kemantapan agregat paling mantap dibandingkan perlakuan yang lain, disebabkan oleh tingginya C organik.. Pengaruh C organik yang tinggi terlihat nyata pada agroforestri kedalaman 20-40 cm dan 40-60 cm. Pada kedalaman tersebut agroforestri memiliki nilai DMR lebih tinggi dari pada jenis penutupan lahan hutan alami yaitu sebesar 2.31 mm dan 2.35 mm. Hal ini dikarenakan agroforestri memiliki persentase C organik lebih besar yaitu sebesar 3.53% dan 2.21%. Penggunaan lahan yang memiliki DMR paling rendah adalah pada jenis penutupan lahan ladang pada seluruh kedalaman. Hal ini disebabkan pada ladang memiliki persentase C organik paling rendah,

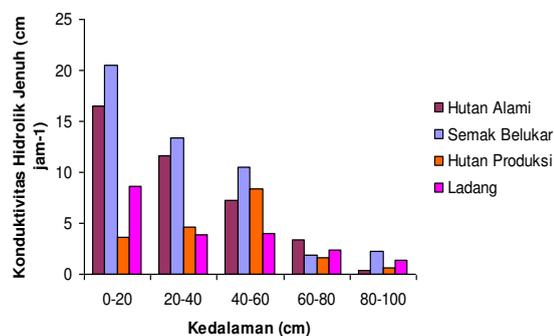
sehingga agregat tanah menjadi lebih remah, padahal bahan organik tanah dapat membantu pematangan agregat dan terbentuknya pori makro (Suprayogo *et al.*, 2003).



Gambar 1. Nilai DMR pada Penggunaan Lahan yang Berbeda



Gambar 2. C-Organik pada Berbagai Penggunaan Lahan yang Berbeda



Gambar 3. Konduktivitas Hidrolik Jenuh pada Penggunaan Lahan yang Berbeda

Berdasarkan penelitian, dapat disimpulkan bahwa C-Organik ideal adalah sebesar 2-3%. Persentase C organik sebesar 2-3% dapat membentuk agregat sebesar > 2mm. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Lado, Paz dan ben-Hur (2004) bahwa C-Organik sebesar 2,3%-3,5% dapat membentuk agregat yang memiliki DMR sebesar 2-4 mm.

Perakaran

Agregat tanah banyak dipengaruhi oleh perakaran tanaman. Perakaran dan agregasi tanah memiliki hubungan sebesar 0.48 pada taraf

5%. Kepadatan perakaran tinggi mampu membentuk agregat dengan DMR yang mantap. Penggunaan lahan hutan alami memiliki DMR tertinggi salah satunya dipengaruhi oleh kepadatan perakaran tanaman (Gambar 4b).

Hubungan Kemantapan Agregat dan Ukuran Agregat

Hubungan kemantapan agregat dan ukuran agregat adalah berbanding lurus, yakni semakin besar ukuran agregat maka kemantapan agregat semakin tinggi (Gambar 4c). Demikian halnya dengan pernyataan Lado, Paz dan Ben-Hur (2004) bahwa tanah dengan agregat 2-4 mm memiliki kemampuan bertahan lebih lama terhadap proses pembasahan dan pencucian dari pada tanah yang memiliki ukuran agregat <2 mm. Berdasarkan hasil uji statistik antara kemantapan agregat dan ukuran agregat memiliki hubungan yang erat yaitu sebesar 0.86 pada taraf 1% Sedangkan berdasarkan uji linier juga menunjukkan pengaruh yang cukup besar yaitu memiliki R^2 sebesar 0.74. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis penutupan lahan hutan alami memiliki ukuran agregat paling tinggi dari pada penggunaan lahan yang lain sehingga menyebabkan kemantapan agregat juga memiliki DMR yang tinggi.

Hubungan Agregasi Tanah Dengan Distribusi Pori

Berdasarkan uji statistik agregat tanah lebih banyak mempengaruhi pori penyimpanan air. Pengaruh agregat tanah terhadap pori penyimpanan air sebesar $R^2 = 0.29$. Pori penyimpanan air tertinggi adalah pada hutan alami karena pada hutan alami memiliki agregasi tanah yang terbaik dari pada jenis penutupan lahan yang lain, sebaliknya agroforestri mempunyai pori penyimpanan air paling rendah, dan mempunyai hubungan berbanding lurus, yakni semakin tinggi nilai DMR maka pori penyimpanan air semakin tinggi (Gambar 4d).

Hubungan Agregasi Tanah dengan Konduktivitas Hidraulik Jenuh

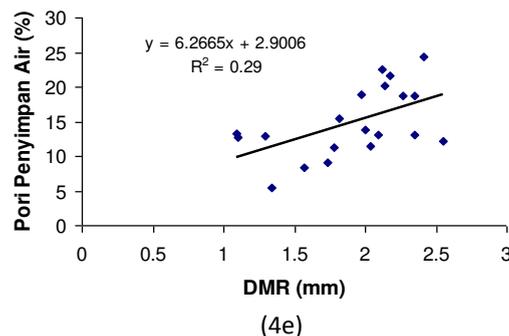
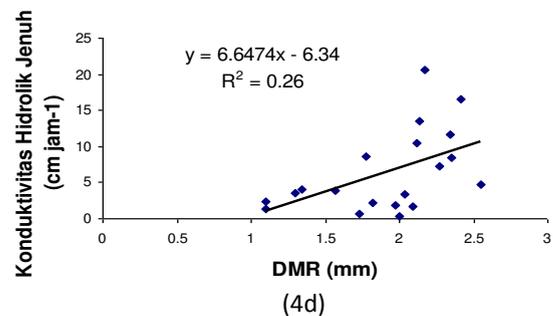
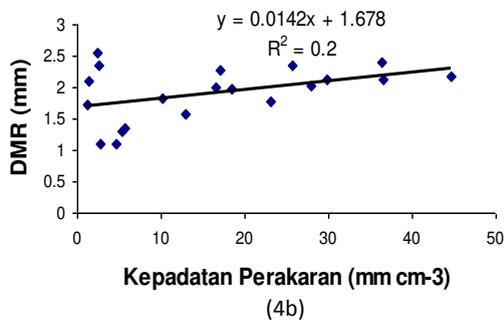
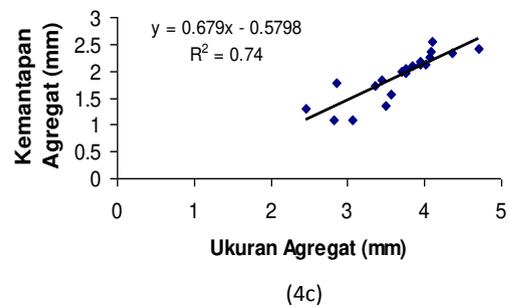
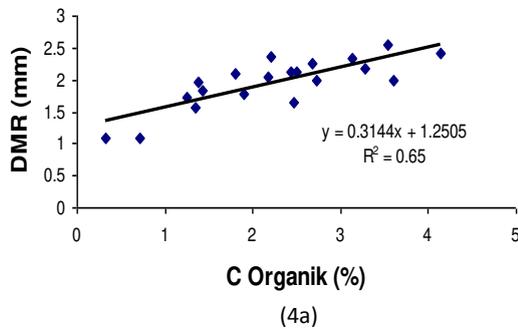
Agregasi tanah banyak mempengaruhi konduktivitas hidrolik jenuh. Pembentukan agregasi tanah akan membentuk ruang pori yang tinggi dan menyebabkan aliran air menjadi lebih baik. Berdasarkan uji statistik agregat berhubungan dengan konduktivitas hidrolik jenuh sebesar 0.51 pada taraf 5%, dengan pengaruh sebesar 26% (Gambar 4e).

Hubungan Agregasi Tanah dengan Konduktivitas Hidrolik Jenuh

Agregasi tanah banyak mempengaruhi konduktivitas hidrolik jenuh. Pembentukan

agregasi tanah akan membentuk ruang pori yang

tinggi dan menyebabkan aliran air menjadi lebih



Gambar 4. Hubungan Agregasi Tanah dengan(a) C-Organik (b) Kepadatan Perakaran (c) Ukuran Agregat (d) Konduktivitas Hidraulik Jenuh (e) Pori Penyimpanan Air

baik. Berdasarkan uji statistik agregat berhubungan dengan konduktivitas hidrolis jenuh sebesar 0.51 pada taraf 5%, dengan pengaruh sebesar 26%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Agregasi tanah dipengaruhi oleh perakaran dan persentase C organik tanah. Persentase C organik sebesar 2-3% dan kepadatan perakaran sebesar 25 mm cm^{-3} – 28 mm cm^{-3} diikuti dengan pembentukan agregat berukuran >2 mm.
2. Agregasi tanah mempengaruhi konduktivitas hidrolis jenuh dan pori-pori tanah. Kemantapan agregat sebesar >2 mm mempengaruhi KHJ sebesar 26% dan pori sebesar 29%.

3. Semakin besar ukuran agregat maka kemantapan agregat semakin tinggi. Ukuran agregat mempengaruhi kemantapan agregat sebesar 74%.
4. Degradasi struktur tanah di Desa Ngabab banyak dipengaruhi oleh rendahnya persentase C organik dan jumlah kepadatan perakaran tanaman.
5. Penggunaan lahan hutan alami memiliki agregasi tanah yang terbaik dibandingkan dengan penggunaan lahan yang lain karena persentase C organik dan jumlah perakaran pada hutan alami paling tinggi, sebaliknya ladang memiliki DMR paling rendah
6. Perubahan penggunaan lahan hutan alami menjadi ladang menyebabkan penurunan nilai DMR sebesar 37%.

Saran

1. Ulangan sebaiknya ditambah disesuaikan dengan luas Satuan Peta Lahan untuk meningkatkan validitas data.
2. Perlunya pengukuran persentase tajuk tanaman untuk menentukan pengaruh tidak langsung penutupan lahan terhadap agregasi tanah.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh agregasi tanah terhadap perkolasi air tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnalds, O., C. T. Hallmark dan L. P. Wilding. 1995. Andisols from Four Different Regions of Iceland. *SSSAJ*. Vol. 59 No. 1, p. 161-169.
- Buckman, H. O dan N.C.Brady. 1969. *The Nature and Properties of Soils*. The Mac Millan Company. Canada. USA
- Caner, L., G. Bourgeon, F. Toutain, dan A. J. Herbillon. 2000. Characteristics of non-allophanic Andisols derived from low-activity clay regoliths in the Nilgiri Hills (Southern India). *European Journal of Soil Science*. Vol. 51, Issue 4, pages 553–563, December 2000.
- Chenu, C; Le Bissonnais, Y dan D.Arrouays. 2000. Organic matter influence on clay wettability and aggregate stability. *Soil Sci. Am. J.* 64:1479-1486
- El Titi, A. 2003. *Soil Tillage in Agroecosystems*. CRC Press LCC. Boca Raton. Florida
- Helfrich, M., Ludwig, B., Buurman, P. dan H. Flessa. 2006. Effect of land use on the composition of soil organic matter in density and aggregate fractions as revealed by solid-state ¹³C NMR spectroscopy. *Geoderma* 136:331-341.
- Huygens, D. , P. Boeckx, O. Van Cleemput, C. Oyarzún, and R. Godoy. 2005a. Aggregate and soil organic carbon dynamics in South Chilean Andisols. *Biogeosciences*, 2, 159-174, 2005.
- Huygens, D., P. Boeckx, O. Van Cleemput, R Godoy dan C. Oyarzún. 2005b. Aggregate structure and stability linked to carbon dynamics in a south Chilean Andisol. *Biogeosciences Discuss.*, 2, 203-238, 2005.
- Lado, M; A.Paz dan M.Ben-Hur. 2004. Organic Matter and Aggregate-Size Interaction in Saturated Hydraulic Conductivity. *Soil Sci. Am. J.* 68: 234-242
- Lado, M; A.Paz dan M.Ben-Hur. 2004. Organic Matter and Aggregate-Size Interaction in Infiltration, Sel Formation, and Soil Loss. *Soil Sci. Am. J.* 68: 935-942
- Miyamoto, T., A.Takeyuki dan J. Chikushi. 2003. Soil Aggregate Structure Effects on Dielectric Permittivity of an Andisol Measured by Time Domain Reflectometry. *Vadose Zone Journal*. Vol. 2 No. 1, p. 90-97.
- Munir, M. 1996. *Tanah-tanah Utama di Indonesia: Karakteristik, Klasifikasi dan Pemanfaatannya*. PT Dunia Pustaka Jaya. Jakarta
- Shrestha, B. M., Certini G., Forte C., and Singh B. R. 2008. Soil organic matter quality under different land uses in a mountain watershed of Nepal. *SSSAJ*. Vol.72 No. 6, p. 1563-1569.
- Suprayogo, D; Kurniatun, H; Nurheni; Wijayanto; Sunaryo; dan M.Van Noordwijk. 2003. *Peran Agroforestri Pada Skala Plot : Analisis Komponen Agroforestri Sebagai Kunci Keberhasilan atau Kegagalan Pemanfaatan Lahan*. World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor. Indonesia
- Zhang Jinbo, Song Changchun dan Yang Wenyan. 2006. Land Use Effects on the Distribution of Labile Organic Carbon Fractions through Soil Profiles. *SSSAJ*. Vol. 70 No. 2, p. 660-667.