

**AGREGASI TANAH PADA BERBAGAI PENGGUNAAN LAHAN
DI SUMBERBRANTAS**

SKRIPSI

Oleh :

**RHOMADONA HERLIS OKTAVIANO
0110430037- 43**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2008**

**AGREGASI TANAH PADA BERBAGAI PENGGUNAAN LAHAN
DI SUMBERBRANTAS**

Oleh :
RHOMADONA HERLIS OKTAVIANO
0110430037 – 43

SKRIPSI

**Disampaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2008**

RINGKASAN

Rhomadona Herlis Oktaviano (0110430037). Agregasi Tanah Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Sumberbrantas. Dibimbing oleh Sugeng Prijono and Zaenal Kusuma

Agregasi tanah merupakan kumpulan partikel-partikel tanah yang diikat bersama oleh bahan organik. Akumulasi C-organik di tanah memberikan kontribusi dalam proses pembentukan struktur tanah secara mikrobiologi dan fisikokimia. Ruang pori diantara agregat tanah akan menurunkan jumlah air dan udara kemudian mampu berpindah secara bebas melalui tanah. Agregasi tanah sangat penting untuk meningkatkan dan mempertahankan porositas yang baik (mempunyai proporsi pori makro yang tinggi). Perubahan penggunaan lahan mengakibatkan kepekaan tanah terhadap erosi oleh air meningkat terutama pada daerah berlereng. Penggunaan lahan tanpa olah tanah meningkatkan residu pada permukaan tanah dan menurunkan tingkat dekomposisinya. Hal tersebut menghasilkan akumulasi bahan organik di lapisan atas dan meningkatkan agregasi tanah.

Penelitian ini difokuskan pada studi ukuran agregat tanah dan kemandapan agregat tanah terhadap pembasahan, pembentukan agregat pada matriks tanah dan bagaimana akumulasi karbon mempengaruhi sifat fisik tanah lainnya serta memprediksi dampak jangka panjang pada sumber-sumber mata air di Sumberbrantas. Parameter yang diamati adalah tekstur, ukuran agregat, kemandapan agregat, C-organik, berat isi, porositas, pori makro, konduktifitas hidraulik jenuh, dan penetrasi tanah. Penelitian ini dilakukan di empat penggunaan lahan (hutan alami, kebun apel, lahan rumput, tegal), tiga kelerengan (lereng atas 25-40%, lereng tengah 15-25%, lereng bawah 8-15%), dan dua kedalaman yaitu 0-20 cm dan 20-40 cm. Analisis data melalui anova, korelasi, regresi dengan menggunakan program SPSS 11 dan Excel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hutan alami memiliki kemandapan agregat tinggi (4,97 mm), kemudian lahan rumput (4,48 mm), kebun apel (2,45 mm), dan tegal (1,39 mm). Ukuran agregat mampu meningkatkan kemandapan agregat tanah terhadap pembasahan 69%, dan perbaikan agregasi tanah mampu memperbaiki berat isi tanah (67%), KHJ (59%), dan ketahanan penetrasi (30%).

SUMMARY

Rhomadona Herlis Oktaviano (0110430037). Soil Aggregation In The Different Land Use at Sumberbrantas. Guidance by Sugeng Prijono and Zaenal Kusuma

Soil aggregates are clumps of soil particles that are held together by organic matter. Accumulation of carbon in soil is a microbiologically and physico-chemically driven process that contributes to the formation of soil structure. The Spaces, or pores, within and between soil aggregates will greatly reduce the amount of air and water than can move freely through the soil. Soil aggregation is important to developing and maintaining good soil porosity (have a high proportion of macro pores). Vegetation removal leaves soils vulnerable to massive increases in soil erosion by water, especially on steep terrain. Non tillage increases surface residue and decreases the decomposition rate. This results in organic matter accumulation in the upper layer of soil and improved soil aggregation.

This research interest emphasizes the study of the soil aggregate size and soil wet aggregate stability, the arrangement of the aggregates in the soil matrix and how soil carbon accumulation affect the soil physical properties to predict the long-term impact on spring water at Sumberbrantas.

The parameter and method used are texture, aggregate size, aggregate stability, C-organic, bulk density, porosity, macro pores, saturated hidraulic conductivity and soil penetration. While the research design is group random design with four treatments (natural forest, apple garden, grass field, and non irrigated field), three terrains (upper terrain 25-40%, middle terrain 15-25%, lower terrain 8-15%) and two depth (0-20 cm and 20-40 cm). The data analysis is done by using general analysis, correlation, and regression in SPSS 11 and Excell software.

This research result shows that natural forest has higher aggregate size (4,97 mm.), than grass field (4,48 mm), apple garden (2,45 mm), and non irrigated field (1,39 mm). Aggregate size improves soil wet aggregate stability 69% and soil aggregation improves bulk density (67%), saturated hidraulic conductivity (59%), and soil penetration (30%).

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

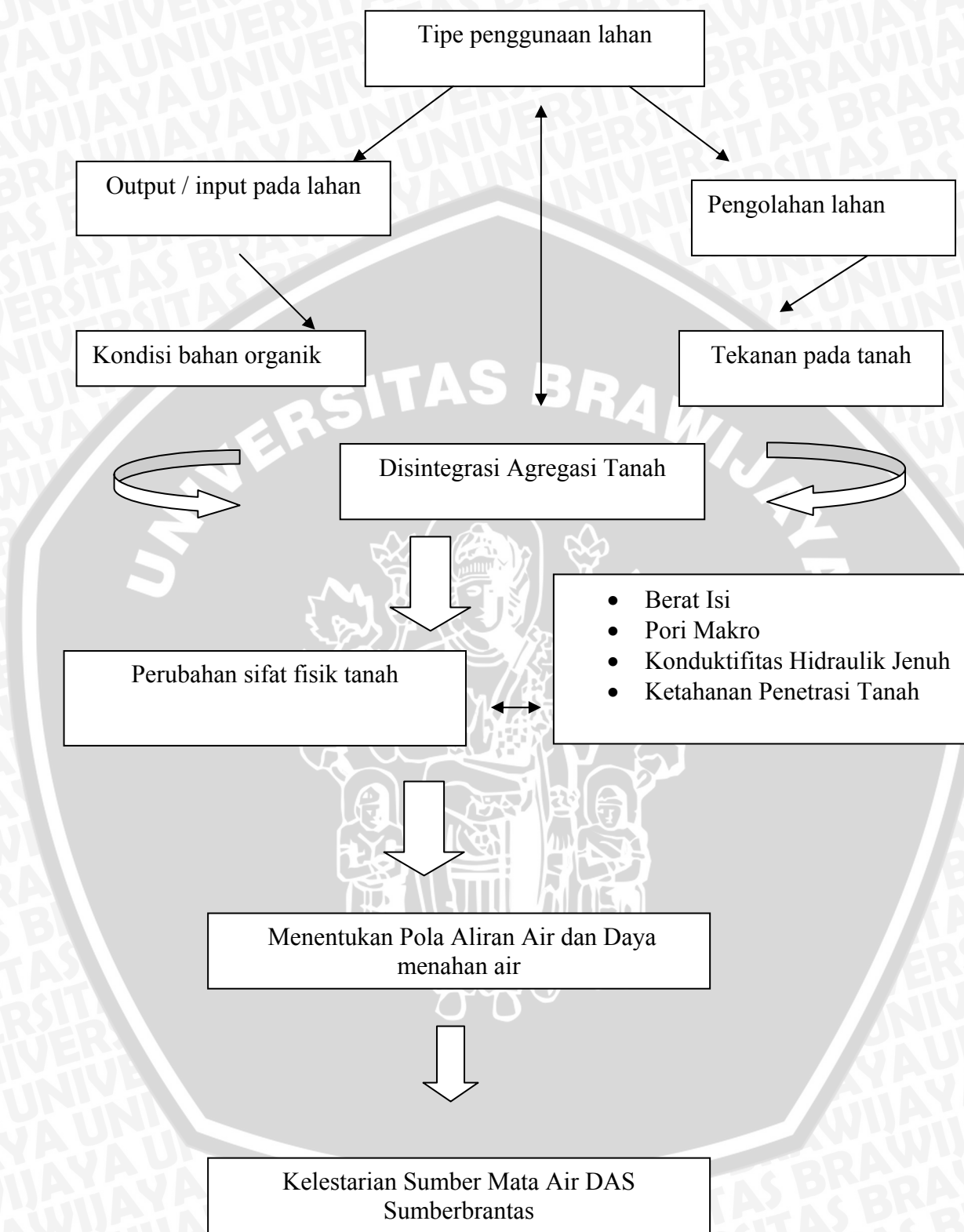
Eksplorasi sumberdaya alam tanpa memperhatikan aspek konservasi akan mempercepat laju degradasi lingkungan. Keberadaan vegetasi dan pengelolaan tanah yang terjadi sangat mempengaruhi peranan tanah terhadap tata air pada wilayah tangkapan air. Perubahan kawasan hutan menjadi lahan-lahan pertanian di hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) menyebabkan berkurangnya daerah-daerah resapan air. Akibat lain dari menurunnya luas hutan adalah meningkatnya lahan-lahan kering dan menurunnya kualitas struktur tanah di hulu Daerah Aliran Sungai (DAS).

Di Sumberbrantas, banyak terjadi pembukaan lahan hutan menjadi kebun, ataupun tegal dengan cara pembersihan permukaan tanah. Kegiatan ini diduga sebagai penyebab rusaknya struktur tanah baik di lapisan atas maupun lapisan bawah. Kerusakan struktur tanah akan menyebabkan berubahnya pola aliran air di dalam sistem tata guna lahan. Penurunan kestabilan agregat tanah berkaitan dengan penurunan kandungan bahan organik tanah, aktivitas perakaran tanaman dan mikroorganisme tanah. Penurunan ketiga agen pengikat agregat tanah tersebut menyebabkan agregat tanah relatif mudah pecah sehingga menjadi agregat atau partikel yang lebih kecil. Agregat atau partikel-partikel yang halus akan terbawa aliran air ke dalam tanah sehingga menyebabkan penyumbatan pori tanah. Akibat proses penyumbatan pori tanah ini porositas tanah, distribusi pori tanah, dan kemampuan tanah untuk mengalirkan air mengalami penurunan dan limpasan permukaan akan meningkat. (Suprayogo *et al.*, 2001).

Penggunaan lahan serta pengelolaan vegetasi dapat menyebabkan tekanan pada tanah sehingga dapat mengakibatkan perubahan sifat fisik dan kimia tanah terutama agregasi tanah dan bahan organik. Tanaman penutup tanah dan penggunaan lahan mempengaruhi kandungan bahan organik, permeabilitas, kapasitas infiltrasi, agregat mantap air dan porositas. Dengan adanya penambahan bahan organik kedalam tanah maka jumlah pori makro dan meso yang bersifat kapiler akan meningkat dan air yang dapat disimpan dalam pori-pori akan meningkat (Hardjowigeno, 1989).

Faktor-faktor yang mempengaruhi terbentuknya agregat adalah mineral-mineral liat, oksida-oksida besi dan mangan yang bersifat koloid serta bahan organik koloidal termasuk gum yang dihasilkan oleh aktifitas jasad-jasad renik. Proses pembentukan agregat oleh mineral-mineral liat dapat terjadi karena partikel-partikel koloidnya bermuatan negatif sehingga molekul-molekul air dipolar akan terabsorpsi ke permukaan liat begitu juga dengan oksida-oksida besi dalam tanah. Sedangkan peranan bahan organik adalah sebagai bahan dalam proses dekomposisi oleh mikroba-mikroba dalam tanah sehingga terdapat sejumlah bahan kimia (asam-asam) yang dapat merekat partikel-partikel tanah (Hakim, 1986).

Melalui penelitian ini diharapkan dapat diketahui peranan penggunaan lahan terhadap agregasi tanah dan sifat fisik tanah lainnya. Alur pemikiran penelitian ini disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pemikiran Penelitian

1.2 Hipotesa

Hutan alami memiliki ukuran dan kemantapan agregat lebih baik daripada penggunaan lahan lainnya

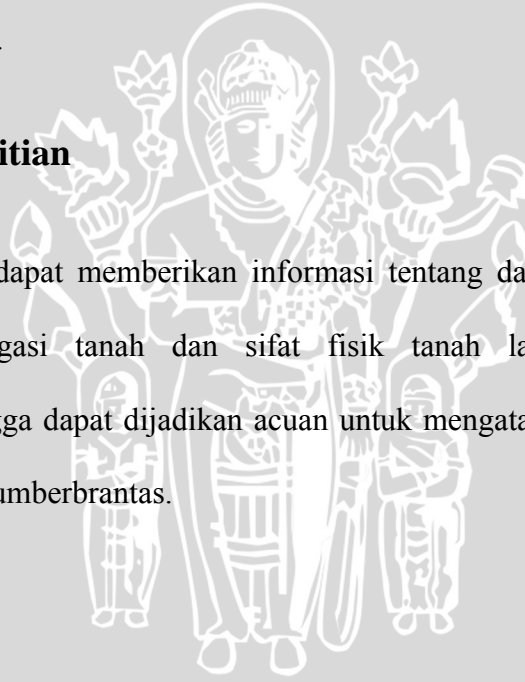
1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengkaji dampak penggunaan lahan terhadap agregasi tanah di Sumberbrantas sebagai kawasan hulu.
2. Mengetahui pengaruh agregasi tanah terhadap sifat fisik tanah lainnya di Sumberbrantas.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan informasi tentang dampak penggunaan lahan terhadap agregasi tanah dan sifat fisik tanah lainnya di daerah Sumberbrantas, sehingga dapat dijadikan acuan untuk mengatasi degradasi lahan yang terjadi di DAS Sumberbrantas.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Agregasi Tanah

2.1.1 Definisi Agregasi Tanah

Agregasi tanah adalah penyusunan partikel-partikel primer menjadi gumpalan yang dinamakan agregat dengan bahan perekat yaitu bahan organik. Agregat yang tidak mudah pecah karena pengaruh dari luar menyebabkan keberadaan ruangan pori juga mantap sehingga menjamin kelancaran sirkulasi udara dan air selain itu berpengaruh terhadap pengangkutan baik oleh massa udara (angin) maupun oleh aliran air, sehingga dikatakan tanah tahan terhadap erosi. Menurut Hardjowigeno (2003), agregasi tanah merupakan gumpalan kecil dari butir-butir tanah, gumpalan ini terjadi karena butir-butir pasir, debu dan liat yang terikat satu sama lain oleh perekat bahan organik atau oksida-oksida besi dan lain-lain. Gumpalan ini mempunyai bentuk, ukuran dan kemantapan agregat yang berbeda-beda. Agregasi tanah merupakan sifat fisik yang berpengaruh terhadap perbaikan peredaran air, udara dan aktifitas jasad hidup tanah, tersedianya unsur hara bagi tanaman, perombakan bahan organik dan mudah tidaknya akar menembus tanah (Syarief, 1986).

Agregasi tanah adalah sifat fisik tanah yang sangat mudah berubah karena kondisi alami, aktifitas biologi, dan pengelolaan tanah. Agregasi tanah bisa menjadi hancur bila terlalu sering diolah dan terbuka terhadap pukulan butiran hujan (Hillel, 1971).

Struktur tanah merupakan gambaran hasil pengelompokan partikel partikel primer tanah menjadi suatu agregat agregat tanah dengan penyusunan, tipe,

kemantapan tertentu dengan sejumlah ruang pori diantara partikel penyusunnya. Tanah berstruktur kasar/keras atau granuler lebih sering dan lebih terbuka sehingga mampu menyerap air lebih cepat dibanding tanah berstruktur mantap (Subroto, 1997).

2.1.2 Faktor Yang Mempengaruhi Agregasi

Faktor faktor yang mempengaruhi terbentuknya agregat adalah mineral-mineral liat, oksida-oksida besi dan mangan yang bersifat koloid serta bahan organik koloidal termasuk gum yang dihasilkan oleh aktifitas jasad-jasad renik. Proses pembentukan agregat oleh mineral-mineral liat dapat terjadi karena partikel koloidnya bermuatan negatif sehingga molekul-molekul air dipolar akan terabsorpsi ke permukaan liat begitu juga dengan oksida-oksida besi dalam tanah. Sedangkan peranan bahan organik adalah sebagai bahan dalam proses dekomposisi oleh mikroba-mikroba dalam tanah sehingga terdapat sejumlah bahan kimia (asam-asam) yang dapat merekat partikel-partikel tanah (Hakim, 1986).

Peranan bahan organik dalam mengikat butir-butir primer menjadi agregat terjadi melalui mekanisme sebagai berikut :

1. Pengikatan secara fisik butir-butir primer oleh mycelia jamur dan actinomycetes
2. Pengikatan secara kimia butir-butir liat melalui ikatan antara bagian-bagian (kedudukan) positif pada butir-butir liat oleh gugusan negatif (*carboxyl* atau *hidrosulfit*) pada senyawa organik yang berbentuk rantai panjang (*polymer*)
3. Pengikatan secara kimia butir-butir liat melalui ikatan antara bagian

(kedudukan) negatif liat dengan gugusan negatif (*carboxyl*) pada senyawa organik berantai panjang dengan perantara pertautan basa (Ca, Mg, Fe) dan ikatan hidrogen

4. Pengikatan secara kimia butir-butir liat melalui ikatan antara bagian-bagian negatif pada butir liat dengan gugusan positif (gugusan amne, amide, amino) pada senyawa organik berbentuk rantai (*polymer*) (Arsyad, 1989).

2.1.3 Disintegrasi Agregat Tanah

Soil *crusting* adalah lapisan tipis yang mengeras di permukaan tanah, terjadi pada tanah kering. Istilah *soil sealing* digunakan untuk menjelaskan impermeabilitas secara dangkal terutama pada lingkungan basah. *Soil sealing* terjadi jika agregat-agregat yang hancur menjadi partikel-partikel yang lebih kecil masuk ke dalam pori tanah untuk membentuk horizon tanah yang padat dan kemudian dapat menurunkan infiltrasi (Scheffer-Schachtschabel, 1998 dalam Thierfelder *et al*, 2002).

Le Bissonnais (1996) merangkum dari peneliti-peneliti sebelumnya, bahwa pembentukan *crust* didahului oleh pecahnya agregat tanah yang dapat dibedakan ke dalam empat proses utama:

1. *Slaking*, yaitu pecahnya agregat tanah oleh desakan udara yang terjepit, Selama terjadi pembasahan, volume udara berkurang dan terjadi penurunan gradien potensial matrik. Chan dan Mullins (1994) mengemukakan bahwa pecahnya agregat tanah akibat *slaking* berkurang apabila kadar liat tanah meningkat.
2. Pecahnya agregat oleh perbedaan pembengkakan dan pengkerutan

pada saat basah dan kering liat tanah sehingga menyebabkan terbentuknya *microcracking* pada agregat. Terbentuknya *microcracking* dapat mempercepat pembentukan struktur *crust*

3. Pecahnya agregat oleh energi kinetik hujan, dan
4. Dispersi fisiko-kimia akibat tekanan osmotik. Selama terjadi pembasahan, gaya tarik antar partikel koloid tanah berkurang. Stabilitas atau dispersi agregat tergantung pada ukuran kation dan valensinya. Kation monovalen menyebabkan dispersi dan kation polivalen menyebabkan flokulasi. Dispersi juga dipengaruhi oleh *electrolyte concentration* (EC) dan *exchangeable sodium percentage* (ESP) tanah.

Zhang dan Miller (1996) mengemukakan bahwa terbentuknya *crusting* disebabkan oleh dua proses yang saling komplementer, yaitu

1. disintegrasi fisik agregat tanah dan pemadatan tanah yang disebabkan oleh energi tetesan butir hujan, dan
2. dispersi kimia dan pergerakan partikel liat yang menyebabkan tertutupnya pori-pori dan membentuk lapisan kurang permeabel di bawah permukaan tanah.

2.2 Sifat Fisik Tanah

2.2.1 Tekstur

Tekstur merupakan gabungan komposisi dari fraksi tanah halus (diameter $\leq 2\text{mm}$) yaitu pasir, debu dan liat (Djaenuddin *et al.*, 1997). Tekstur tanah menentukan kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh

tanah (Darmawijaya, 1980). Partikel Debu mempunyai permukaan yang lebih luas dan mempunyai laju pelapukan dan pelepasan hara terlarut yang lebih cepat untuk pertumbuhan tanaman dibanding pasir. Partikel debu terasa halus seperti tepung dan mempunyai kecenderungan untuk saling melekat atau menempel pada partikel lain. Tanah berdebu mempunyai kapasitas besar untuk menyimpan air untuk yang tersedia untuk pertumbuhan tanaman. (Foth, 1994).

Sifat fisik tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Perkembangan akar, pergerakan air dan udara serta kemampuan tanah untuk menyimpan air dan unsur hara sangat ditentukan oleh sifat fisik tanah seperti tekstur, struktur, porositas dan konsistensi tanah. Tekstur berpengaruh terhadap kualitas fisik tanah maupun kimia tanah, terutama dalam hal struktur tanah, kapasitas menahan air serta kandungan dan ketersediaan hara. Tekstur tanah turut pula menentukan tata air dalam tanah berupa kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh tanah. (Darmawijaya, 1980).

Tanah yang bertekstur pasir, karena butir-butirnya berukuran lebih besar, maka setiap satuan berat (misal setiap gram) mempunyai luas permukaan lebih kecil sehingga sulit menyerap atau menahan air dan unsur hara. Sedangkan tanah bertekstur liat didominasi oleh pori-pori mikro atau pori kapiler. Tanah yang didominasi oleh liat memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga kemampuan menahan air dan menyediakan unsur hara tinggi. Dan umumnya banyak mengandung bahan koloid. (Hardjowigeno, 2003).

2.2.2 Distribusi Pori Tanah

Pori-pori tanah adalah bagian yang tidak terisi bahan padat tanah (terisi oleh udara dan air). Pori-pori tanah dapat dibedakan menjadi pori-pori kasar (*macro pore*) dan pori-pori halus (*micro pore*). Pori-pori kasar berisi udara atau air gravitasi (air yang mudah hilang karena gaya gravitasi), sedang pori-pori halus berisi air kapiler atau udara. Tanah dengan banyak pori-pori kasar sulit menahan air sehingga tanaman mudah kekeringan. (Hardjowigeno, 2003). Sarief (1986) menyebutkan bahwa ukuran pori adalah faktor penentu kecepatan air dalam tanah. Dengan adanya penambahan bahan organik kedalam tanah maka jumlah pori makro dan meso yang bersifat kapiler akan meningkat dan air yang dapat disimpan dalam pori-pori akan meningkat (Hardjowigeno, 1993).

Ruang pori tanah berisikan udara dan air dan menjadi tempat pertukaran kation. Ruang pori yang berguna dalam mendukung pertumbuhan tanaman adalah pori drainase cepat atau pori makro, pori drainase lambat atau pori meso, dan pori air tersedia atau pori mikro. Hillel (1982) menyebutkan bahwa kemampuan tanah untuk menahan serta melewatkan air melalui pori- pori tanah dapat diketahui dari penyebaran ukuran pori tanah. Hillel (1982) menyatakan kemampuan tanah untuk menahan serta melewatkan air melalui pori-pori tanah dapat dilihat adanya penyebaran ukuran pori tanah tersebut. Peningkatan berat isi tanah akan berpengaruh terhadap peningkatan pori-pori mikro tanah, sehingga akan meningkatkan penahan lengas di dalam tanah.

Mudah tidaknya tanah ditembus oleh akar tergantung pada kandungan air dan bobot isi tanah. Tanah dengan sedikit pori makro akan sulit ditembus terutama jika tanah dalam keadaan kering dan keras. Kandungan air kapasitas lapang dalam

tanah dapat melunakkan tanah dan membantu akar dalam menembus tanah (Siger dan Hunns, 1998).

2.2.3 Permeabilitas Tanah

Pada tanah yang jenuh, semua pori akan terisi oleh air dan mengalirkan air, sehingga kontinuitas dan keterhantaran/permeabilitas dalam keadaan maksimum. Sebaliknya bila tanah menjadi kering, beberapa bagian pori akan terisi oleh udara dan bagian pengaliran dari luas penampang melintang tanah juga menurun. Saat terbentuknya hisapan, pori-pori yang pertama kali kosong adalah pori-pori terbesar yang bersifat mudah mengalirkan air sehingga air hanya mengalir pada pori-pori yang lebih kecil. Pori-pori yang kosong harus dihindarkan karena dengan pengeringan akan meningkatkan kelokan. Tanah-tanah pasir yang jenuh mengalirkan air lebih cepat dibandingkan tanah liat. Akan tetapi, hal yang sebaliknya akan berlaku bila tanah dalam kondisi tidak jenuh. Pada tanah yang memiliki pori-pori besar, pori-pori ini cepat kosong dan bersifat tidak mengalirkan saat terbentuk hisapan, hingga akan mempercepat penurunan dari keterhantaran awal yang tinggi. Sebaliknya pada tanah dengan pori-pori kecil, kebanyakan pori akan menahan dan mengalirkan air meski pada hisapan yang rendah, sehingga keterhantaran hidraulik turun tetapi tidak secepat dan bahkan lebih besar dibandingkan tanah dengan pori-pori besar, pada hisapan yang sama (Hillel, 1982).

2.3 Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Agregasi tanah

Hutan merupakan sistem penggunaan lahan tertutup, tumbuh berkembang secara alami dan stabil, tidak ada campur tangan manusia dan belum pernah mengalami gangguan eksploitasi manusia. Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian intensif akan menyebabkan perubahan jumlah dan kualitas masukan seresah. Lahan pertanian mempunyai tingkat masukan bahan organik lebih rendah dari pada hutan karena terjadi pengangkutan sisa panen.

Hairiah *et al* (2003) menyebutkan bahwa hutan primer merupakan sumber karbon tertinggi terutama pada biomassa diatas tanah, seresah, mikrobia, dan bahan organik tanah labil atau aktif.

Bahan organik umumnya ditemukan di permukaan tanah yang jumlahnya hanya sekitar 3–5 %. Sumber bahan organik digolongkan menjadi dua yaitu sumber primer dan sekunder. Sumber primer bahan organik adalah jaringan tanaman berupa akar, batang, ranting, daun, bunga dan buah. Sedangkan sumber sekunder dari bahan organik adalah binatang (Hakim, 1986). Selain meningkatkan kekuatan dan stabilitas ikatan antar agregat, produk produk organik lebih lanjut mampu merangsang stabilitas agregat dengan mengurangi kemampuan menjadi basah dan mengembang (Hillel, 1982). Penelitian Chenu *et al* (2000) menyebutkan bahwa kandungan C organik berpengaruh kuat sebesar 71 % terhadap kemantapan agregat, dan C organik juga berpengaruh kuat sebesar 86 % terhadap sudut kontak air pada fraksi liat, dimana hal ini dapat mempengaruhi kecepatan basah dan mengembang suatu agregat.

Tanah yang banyak memperoleh kandungan bahan organik, terutama pada lapisan atas. Dari penelitian Victor *et al* (1998) diperoleh bahwa bahan organik

pada sistem pertanian lebih rendah dari hutan primer. Bahan organik juga akan lebih tinggi pada tanah lapisan atas dibandingkan dengan tanah lapisan bawah. Lapisan atas sebesar 7 % dan pada tanah lapisan bawah sebesar 1,9 %.

Bahan organik sangat berpengaruh terhadap perbaikan sifat-sifat tanah dan pertumbuhan tanaman. Soepardi (1983), mengemukakan bahwa bahan organik berpengaruh terhadap hampir semua sifat fisik tanah, kecuali tekstur. Pengaruh-pengaruh tersebut antara lain terhadap porositas tanah sehingga aerasi dapat diperbaiki dan meningkatkan air tersedia bagi tanaman. Bahan organik cenderung menaikkan jumlah air yang dapat ditahan oleh tanah dan jumlah air yang tersedia bagi tanaman. Penelitian Widiyanti (2007) menyebutkan bahwa hutan alami yang memiliki bahan organik 7,12 % memiliki kadar air tanah 58,60 %, sedangkan pada lahan tebu dengan bahan organik 2,32% memiliki kadar air tanah 42,47 %.

Sebagai bahan pembenah tanah, bahan organik dapat mencegah terjadinya erosi, pergerakan permukaan tanah dan retakan tanah, mempertahankan kelangsungan tanah serta memperbaiki drainase (Sutanto, 2002). Hal ini berhubungan dengan perbaikan bahan organik terhadap kemantapan agregat tanah karena bahan organik merupakan perekat butiran lepas. Perbaikan terhadap kemantapan agregat tanah akan diikuti dengan penurunan berat isi dan berat jenis tanah. Penurunan dari berat isi tanah akan menyebabkan terjadinya penurunan ketahanan penetrasi karena bertambahnya rasio ruang pori sehingga memudahkan perakaran tanaman menembus tanah (Taylor, 1966 dalam Utomo, 1994). Penelitian Widiyanti (2007) menyebutkan bahwa hutan alami yang memiliki DMR 4,03 mm serta sifat fisik berat isi ($1,2 \text{ g cm}^{-3}$) menyebabkan ketahanan

penetrasi (18,3 kgf) lebih baik daripada penggunaan lahan tegal (24 kgf) dengan DMR 1,63 mm berat isi ($1,5 \text{ g cm}^{-3}$).

Terbentuknya agregat tanah dengan ukuran butir yang cukup besar akan menghasilkan porositas tanah yang tinggi dan akan memperbesar daya serap tanah terhadap air (Prayoto, 1990). Penurunan kemantapan agregat tanah sebagai dampak dari menurunnya kandungan bahan organik tanah berhubungan dengan pembersihan permukaan tanah dan pengolahan lanjut (Golchin *et al.*, 1995).

Penggunaan lahan yang berbeda akan mempengaruhi sifat fisik tanah. Kemantapan agregat sangat dipengaruhi oleh penggunaan lahannya. Lahan yang digunakan untuk tanaman pangan akan menghasilkan tingkat kemantapan agregat tanah yang lebih rendah dibandingkan lahan yang digunakan untuk pohon maupun untuk rumput. Penelitian Hidayat (2007) menyebutkan bahwa hutan alami dan semak belukar dominan rumput memiliki kelas stabilitas yang sama masing-masing dengan DMR 4,21 mm dan 3,57 mm, sedangkan penggunaan lahan tegal yang ditanami pisang memiliki DMR terendah yaitu 1,53 mm.

Pengelolaan yang dilakukan pada suatu lahan berpengaruh terhadap tanah. Pengelolaan lahan tanpa peralatan mempunyai persen pori makro lebih besar dibandingkan dengan pengelolaan lahan menggunakan peralatan. Penurunan persen pori makro sekitar 10,6 % (Soepardi, 1983).

Adanya pemadatan juga berdampak pada peningkatan berat volume tanah. Peningkatan berat volume tanah berpengaruh terhadap aerasi dan ukuran pori. Penelitian Gonggo *et al* (1997) menyebutkan bahwa pengolahan tanah sebelum tanam pada lahan rumput dibawah kondisi tanpa olah dan diolah terjadi penurunan

berat isi tanah masing-masing sebesar 25,26 % dan 22,74 % sedangkan porositas total sedikit meningkat masing masing 12,50 % dan 12,12 %.

2.4 Sifat Tanah Andisol

Andisol merupakan tanah yang berasal dari bahan induk abu vulkanik, yang biasanya banyak mengandung gelas vulkanik yang amorf, sedikit feldspar, mineral – mineral kelam (mineral Fe, Mn) dan sejumlah kuarsa. Abu vulkanik yang berasal dari gunung api di Indonesia umumnya bersifat andesit sampai basalt. Tanah-tanah mengandung alofan mempunyai sifat *irreversible drying*, artinya jika alofan mengering maka alofan akan kembali menjadi senyawa berkrystal. Dalam kristalisasi tersebut partikel-partikel liat, debu dan kadang-kadang pasir ikut terkristalkan dan disementasikan, sehingga terbentuk pseudosand (pasir semu) yang sulit didispersikan. Masalah yang paling menonjol pada andisol adalah sifat kemampuan menyerap dan menyimpan air yang tak pulih kembali seperti semula apabila mengalami kekeringan (*irreversible drying*). Hal ini disebabkan koloid amorf seperti abu volkan dan bahan organik yang mempunyai daya serap air tinggi (equivalen 80-90 % dari bobotnya) kalau mengalami kekeringan sampai 15 atmosfer atau lebih, maka film air yang terikat pada permukaan partikel akan menguap (hilang) dan selanjutnya permukaan antar partikel akan terjadi kontak (mendekat) ikatan kimia antara partikel makin meningkat, sehingga tanah mengkerut dan bersifat *irreversible*, akibatnya jika sudah mengalami kekeringan sulit untuk dibasahi kembali karena kehalusan porinya serta adanya resin, lemak dan minyak dari bahan organik yang bersifat hidrofobik (Munir, 1999).

Tanah Andisol pada prinsipnya cukup baik dikembangkan untuk usaha pertanian khususnya yang berada di daerah-daerah yang cukup datar. Andisol pada umumnya tersusun dari bahan/partikel lepas, sehingga andisol mempunyai permeabilitas dan aerasi cukup tinggi, ketahanan penetrasinya cukup rendah dan mengandung bahan organik yang cukup tinggi maka seharusnya pengolahan tanah untuk budidaya pertanian tidak diperlukan lagi. Sifat andisol yang meretensi air sangat tinggi dan bersifat *irreversible drying* maka andisol harus selalu dalam keadaan lembab. Untuk itu usaha konservasi tanah dan air senantiasa perlu diperhatikan, jangan sampai kondisi air tanah berada dibawah titik kritis tanah dapat menyediakan air untuk tanaman (Munir, 1999).



III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di daerah Desa Sumberbrantas, Kotamadya Batu. Analisis sifat fisik tanah akan dilaksanakan di Laboratorium Fisika Tanah, dan analisa C-organik di lakukan di Laboratorium Kimia Tanah, Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini akan dilaksanakan selama 4 bulan mulai bulan April 2007 – Agustus 2007 .

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat survei yang meliputi sekop, bor, cangkul, *Clinometer*, pisau, *Munsell Soil Colour Chart*, dan ring sampel. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah peta penggunaan lahan (Peta Landuse). Peta penggunaan lahan merupakan hasil analisis dari Foto Udara pankromatik skala 1:50.000, peta Rupa Bumi tahun 1997 dan beberapa perubahan penutupan lahan diambil dari hasil klasifikasi citra Landsat TM-7 tahun 2002.

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam analisis laboratorium adalah H_2O_2 (peroksida) dan Na pirofosfat (NaP_2O_5). H_2O_2 (peroksida) digunakan untuk membakar bahan organik dalam analisis sampel tanah, dan Na pirofosfat (NaP_2O_5) berfungsi sebagai pendispersi ikatan antar partikel-partikel tanah.

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari berbagai tahapan kerja, yaitu : (1) persiapan, (2) Survei utama, (3) Analisis Laboratorium, dan (4) Analisis Data

3.3.1. Persiapan

Tahap ini meliputi studi literatur, pengumpulan data sekunder, dan persiapan alat survei, dan survei pendahuluan. Penentuan titik pengamatan secara sistematis berdasarkan pada tipe penggunaan lahan dan kelerengan. Pengamatan dan pengambilan contoh tanah dilakukan diempat macam penggunaan lahan yang berbeda yaitu hutan alami, kebun apel, lahan berumput, dan tegal. Luas penggunaan lahan di DAS Sumberbrantas adalah Hutan sebesar $\pm 3.898.416$ Ha atau 20,22%; tegal $\pm 6.294.920$ Ha atau 32,65 %; lahan semak dan rumput ± 680584 Ha atau 3.53 % dan kebun ± 1457568 Ha atau 7.56 %. Secara umum keberadaan hutan, semak dan rumput Di DAS Sumberbrantas lebih dominan terdapat di desa Sumberbrantas. Kemudian, plot pengamatan masing-masing kelerengan pada penggunaan lahan memakai luasan 100m x 100m (1 Ha).

Survei pendahuluan bertujuan untuk orientasi di daerah survei agar memperoleh gambaran menyeluruh tentang kondisi lapangan dan identifikasi problema-problema yang mungkin didapat, sehingga survei utama dapat dipersiapkan dengan baik.

3.3.2. Survei Utama

Pembuatan profil atau minipit tanah ditujukan untuk menentukan jenis tanah di lokasi penelitian. Parameter tanah yang diamati di lapang meliputi lapisan dan horizon tanah, warna, tekstur, struktur, konsistensi, perakaran dan pori tanah.

Pengamatan dan pengambilan contoh tanah dilakukan di empat macam penggunaan lahan yang berbeda di desa Sumberbrantas yaitu

1. hutan alami (HA)
2. kebun apel (KA)

3. lahan rumput (R), dan
4. tegal (TG).

Plot pengamatan masing-masing dengan luasan 100m x 100m (1 Ha).

Pengamatan dilakukan pada masing-masing penggunaan lahan berdasarkan perbedaan lereng yang meliputi :

1. lereng atas (25-40%) (LA)
2. lereng tengah (18-25%) (LT) dan
3. lereng bawah (5-18%) (LB).

Pengambilan contoh tanah dilakukan pada tiap-tiap lereng pada kedalaman

1. 0 – 20 cm (lapisan atas), dan
2. 20 – 40 cm (lapisan bawah).

Seluruh pengamatan diulang dengan tiga kali ulangan.

Pengambilan contoh tanah berupa contoh tanah dengan ring sample dan agregat utuh. Jenis tanah ditentukan berdasarkan pengamatan profil tanah dilapangan dibantu dengan hasil analisis tanah di laboratorium terhadap contoh-contoh tanah yang diambil.

3.3.3. Analisis Laboratorium

Sampel tanah dan agregat utuh yang diperoleh di lapangan kemudian di analisis di laboratorium. Analisis tersebut meliputi sifat fisik dan kimia tanah.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1: Metode Analisis Sifat Fisik dan Kimia Tanah

No	Sifat Fisik dan Kimia Tanah	Metode
1	Tekstur	Pipet
2	Berat Isi	Silinder
3	C-Organik	Walkey and Black
4	Pori Makro	Sand Box (pF 0 – pF 2,5)
5	Penetrasi Tanah	Penetrometer
6	Kemantapan Agregat	Ayakan Basah (Diameter Massa Rata-rata)
7	Ukuran Agregat	Ayakan Kering (Diameter Massa Rata-Rata)
8	Konduktifitas Hidraulik Jenuh	Constant Head

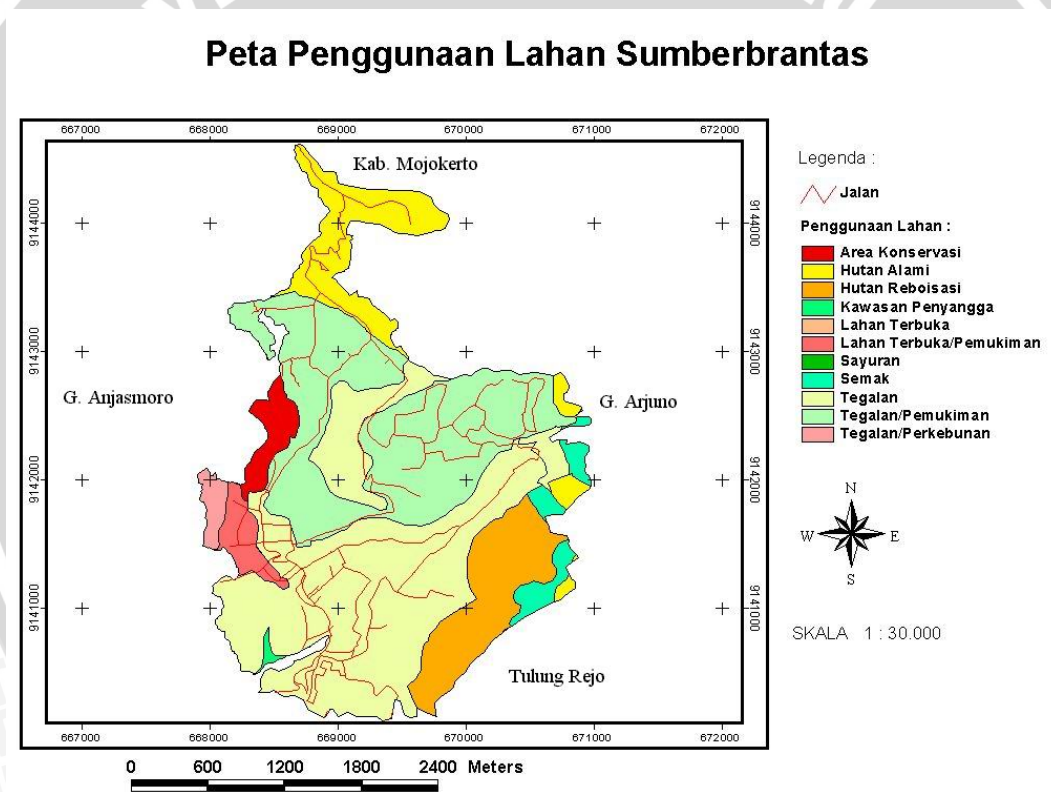
2.3.4. Analisis Data

Data hasil penelitian ini dianalisis dengan menggunakan software SPSS 11.00 dan Microsoft Excel for *Windows*. Penelitian disusun dalam Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Uji F dalam Anova ditujukan untuk mengetahui keragaman data. Uji korelasi dan regresi pada dasarnya merupakan suatu analisis yang mempunyai hubungan erat satu sama lainnya. Suatu hubungan antara dua variabel pada dasarnya dapat dilukiskan dalam gambar yang dibuat secara grafis ataupun dengan membuat persamaan matematis. Korelasi merupakan angka yang menunjukkan arah dan kuatnya hubungan antar dua variabel atau lebih. Arah dinyatakan dalam bentuk hubungan positif dan negatif, sedangkan kuatnya hubungan dinyatakan dalam besarnya nilai koefisien korelasi. Hubungan dua variabel atau lebih dinyatakan negatif apabila nilai satu variabel dinaikkan maka akan menurunkan nilai variabel yang lainnya demikian juga sebaliknya bila nilai variabel yang satu diturunkan maka akan menaikkan variabel yang lain.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Wilayah

Lokasi penelitian terletak di wilayah kecamatan Bumiaji Batu yaitu desa Sumberbrantas ($7^{\circ} 45' 57''$ lintang selatan, $112^{\circ} 31' 45''$ lintang timur). Sumberbrantas merupakan lokasi salah satu mata air Kali Brantas yang selanjutnya mengalir melalui Kota Malang, Blitar, Kediri, Jombang, Mojokerto, Surabaya dan bermuara di selat Madura.



Gambar 2. Peta Penggunaan lahan di Sumberbrantas

Berdasarkan peta geologi Malang 1 : 100.000, wilayah Sumberbrantas merupakan daerah dengan tipe Qpva yaitu daerah dengan bahan geologi yang terbentuk oleh breksi gunung api, tuf, lava, anglomerat dari dan lahar gunung

Anjasmoro serta dipengaruhi oleh tipe Qva yaitu breksi gunung api, lava, breksi tufan dan tuf yang dihasilkan oleh gunung Arjuno.

Pengaruh batuan geologi Qpva dan Qva menunjukkan bahwa daerah ini sangat dipengaruhi oleh sistem landform vulkanik. wilayah Sumberbrantas merupakan daerah yang terbentuk oleh gugus gunung berapi dan strato muda basa hingga sedang, serta terbentuk oleh aliran lava dasar. Wilayah Sumberbrantas mempunyai bentuk lahan dari berombak (3 – 8 %) sampai curam (25-40 %).

4.1.1 Sifat Morfologi Tanah

Tanah pada daerah penelitian ini terdiri dari tanah yang berordo Andisol. Berdasarkan analisis morfologi serta hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah, lokasi penelitian memiliki sub ordo Udands dengan rejim kelembaban udik, tingkat group Melanudands yang memiliki epipedon melanik dan group Hapludands. Jenis tanah pada tingkat sub group diklasifikasikan menjadi Typic melanudands dan Typic hapludands. Deskripsi profil tanah disajikan pada Lampiran 5.

Andisol merupakan tanah yang berasal dari bahan induk abu vulkanik, yang biasanya banyak mengandung gelas vulkanik yang amorf, sedikit feldspar, mineral – mineral kelam (mineral Fe, Mn) dan sejumlah kwarsa. Abu vulkanik yang berasal dari gunung api di Indonesia umumnya bersifat andesit sampai basalt. (Munir, 1999).

Menurut Santoso (1993) Andisol mempunyai sifat “*irreversible drying effect*” bilamana tanah tersebut telah mengalami kekeringan akan sulit untuk

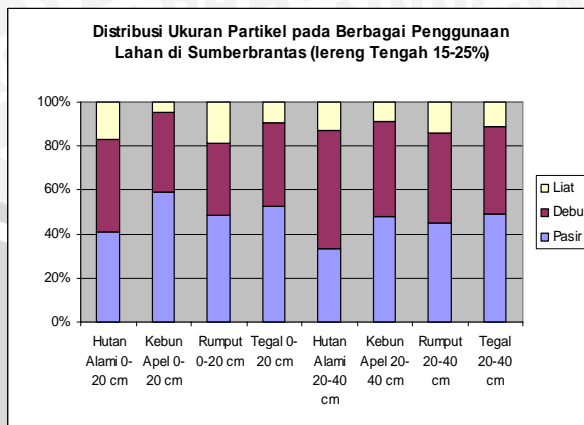
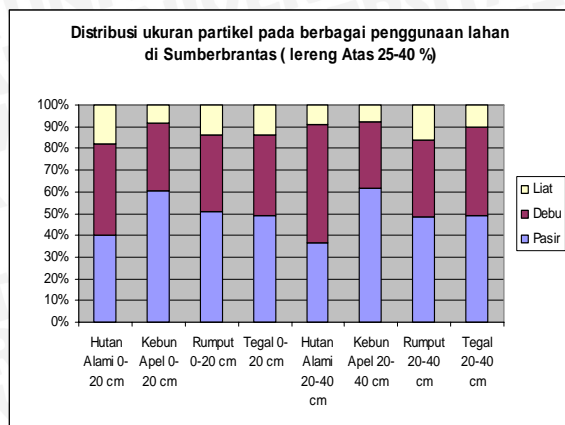
mencapai kandungan air yang sama seperti keadaan semula walaupun sudah dibasahi.

Melanisasi merupakan proses pembentukan warna kelam dari warna tanah mineral terang, karena bercampur dengan bahan organik, seperti horison A₁, epipedon molik atau umbrik (Hardjowigeno, 1993). Pada Andisol, hal ini terjadi sebagai hasil kombinasi antara bahan amorf dan bahan organik yang sangat resisten terhadap dekomposisi mikroorganisme tanah. Warna hitam tersebut terjadi jika alofan masih segar dan pelapukan bahan organik berlangsung lambat (karena iklim temperature basah atau iklim dengan periode kering).

4.1.2 Tekstur Tanah

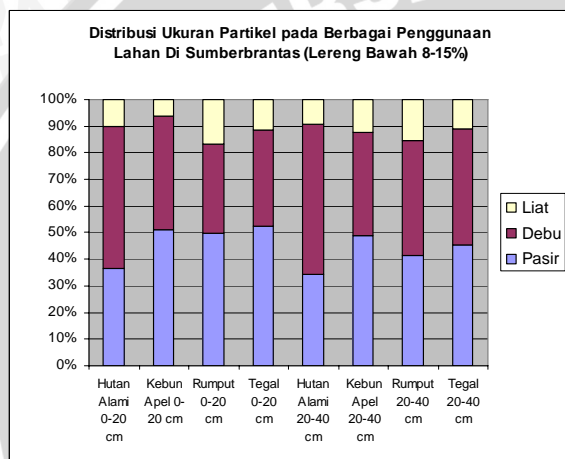
Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kedalaman dan penggunaan lahan mempengaruhi distribusi partikel untuk persentase pasir dan debu, terbukti secara nyata dari uji analisis sidik ragam ($p < 0.05$), tetapi tidak berbeda nyata pada persentase partikel liat ($p > 0.05$). Pada tes pengaruh antar subjek diketahui bahwa kelerengan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap distribusi ukuran partikel (Lampiran 3). Hal ini dikarenakan sebaran kandungan C organik di berbagai lereng relatif sama. Bahan Organik sebagai bahan perekat agregat mampu mengikat butir-butir primer tanah sehingga tidak mudah terdispersi dan tidak mudah terbawa oleh gaya pengangkut oleh air.

Pada penggunaan lahan hutan alami mempunyai persentase debu tertinggi dan mempunyai persentase pasir paling rendah karena pada penggunaan lahan hutan alami tidak terdapat pengolahan tanah sehingga fraksi tanah halus masih berada pada lapisan atas.



(a)

(b)



(c)

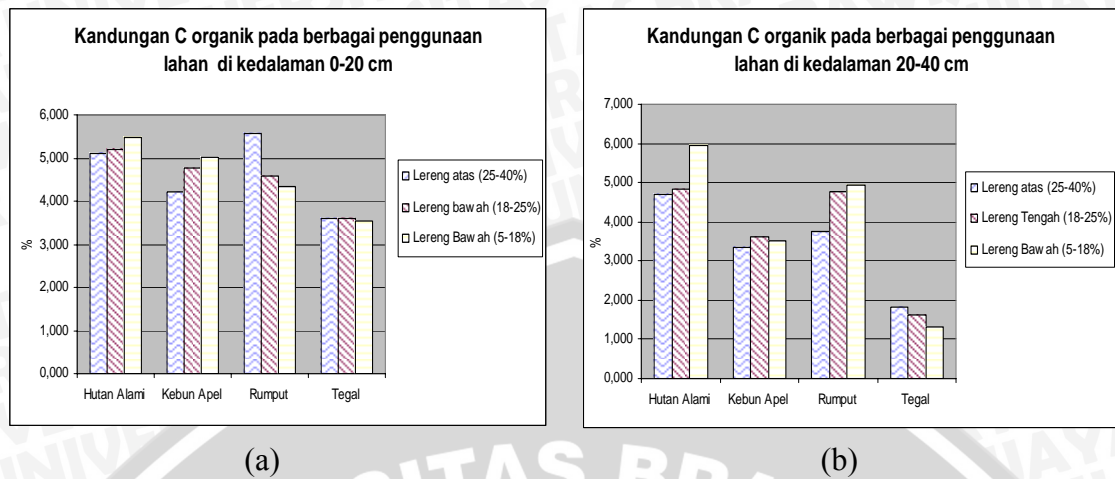
Gambar 3. Sebaran Tekstur pada Berbagai Penggunaan Lahan dan Kedalaman di Lereng Atas (a), Lereng Tengah (b), dan Lereng Bawah (c).

Tekstur tanah di lokasi penelitian adalah dominan lempung. Berdasarkan pengukuran diperoleh bahwa persentase pasir pada kedalaman 20-40 cm menurun pada masing-masing penggunaan lahan. Peningkatan persentase butir pasir pada lapisan atas disebabkan oleh pencucian dengan erosi permukaan karena meningkatnya terpaan dan jumlah air hujan pada tanah secara langsung setelah terbukanya permukaan lahan yang disebabkan berkurangnya jumlah kanopi / tajuk daun.

Tekstur berpengaruh terhadap kualitas fisik tanah maupun kimia tanah, terutama dalam hal struktur tanah, kapasitas menahan air serta kandungan dan ketersediaan hara. Tekstur tanah turut pula menentukan tata air dalam tanah berupa kecepatan infiltrasi, penetrasi dan kemampuan pengikatan air oleh tanah. (Darmawijaya, 1980).

4.2 Pengaruh Penggunaan Lahan, Kelerengan, dan Kedalaman Tanah Terhadap Kandungan C Organik

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan lahan hutan alami memiliki nilai C organik tertinggi lapisan permukaan (0-20 cm) berkisar antara 5,12– 5,47 %, sedangkan pada penggunaan lahan tegal memiliki nilai C organik terendah berkisar antara 3,53 – 3,61%. Penggunaan lahan mempunyai kandungan C organik mendekati hutan alami adalah penggunaan lahan rumput, yaitu dengan kandungan C organik berkisar antara 4,43 – 5,58 %. Pada kebun apel memiliki kandungan bahan organik berkisar antara 4,20 – 5,00 %. Demikian pula pada lapisan bawah (20-40 cm), penggunaan lahan hutan alami memiliki nilai C organik tertinggi lapisan bawah (20-40 cm) yaitu berkisar antara 4,68 – 5,96%, kemudian lahan rumput berkisar antara 3,74 – 4,92%, dan kebun apel berkisar antara 3,34 – 3,61 %, sedangkan pada penggunaan lahan tegal memiliki nilai C organik terendah yaitu berkisar antara 1,32 – 1,83% (Gambar 4).



Gambar 4. Kandungan C Organik pada Berbagai Penggunaan Lahan di kedalaman 0-20 cm (a) dan kedalaman 20-40 cm (b)

Berdasarkan analisis ragam ($p < 0.05$), lereng dan kedalaman tidak berbeda nyata terhadap kandungan C organik. Cacing tanah grup anesic berperan penting dalam membalik tanah, dimana lapisan bawah dibawa ke lapisan atas dan sebaliknya. Cacing tersebut tinggal di dalam tanah tetapi dia memakan bahan organik setengah lapuk yang ada dipermukaan tanah, dibawa ke lapisan bawah. Dengan demikian telah terjadi distribusi bahan organik dan partikel tanah di lapisan atas, masuk ke lapisan bawah (bioturbasi).

Tingginya nilai C organik pada hutan alami disebabkan karena masih tertutup vegetasi permanen sehingga tidak ada pengangkutan bahan organik keluar dari sistem. Pembukaan hutan menjadi tegal mengakibatkan penurunan kadar bahan organik tanah dengan cepat. Penurunan bahan organik di lapisan permukaan terjadi akibat pengangkutan keluar terhadap sisa panen secara besar-besaran tanpa diimbangi dengan pengembalian sisa-sisa panen dan pemasukan dari luar.

Pada lahan rumput bahan organik yang sudah didekomposisi akan bertahan lebih lama karena tidak diserap tanaman (rumput) dalam jumlah banyak sehingga lama kelamaan terakumulasi pada lapisan tanah atas. Menurut Foth (1994) akar rumput berumur pendek dan setiap tahun penguraian akar yang mati akan menambah bahan organik. Sekitar 90 % bahan organik pada ekosistem padang rumput terdapat dalam tanah.

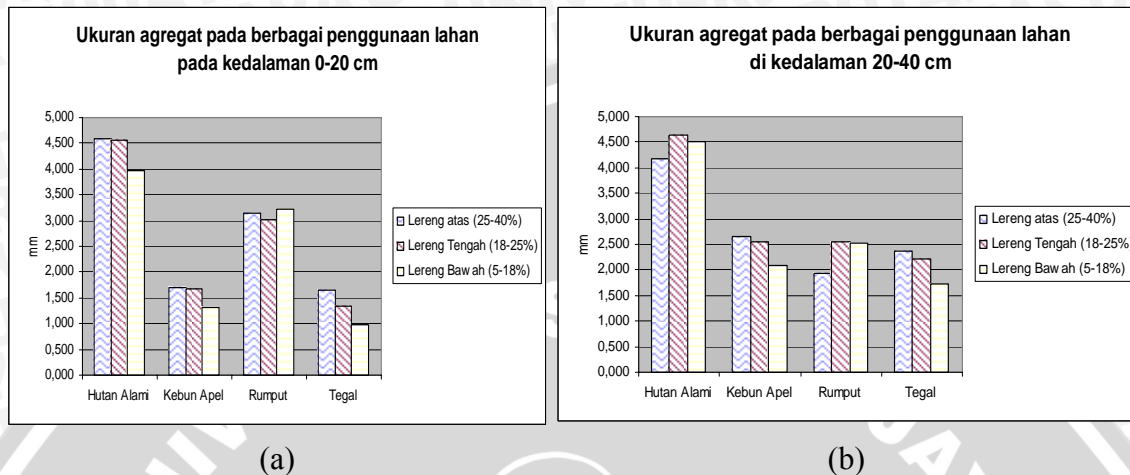
Sebagai bahan pembenah tanah, bahan organik dapat mencegah terjadinya erosi, pergerakan permukaan tanah dan retakan tanah, mempertahankan kelangsungan tanah serta memperbaiki drainase. Hal ini berhubungan dengan perbaikan bahan organik terhadap kemantapan agregat tanah karena bahan organik merupakan perekat butiran lepas. Perbaikan terhadap kemantapan agregat tanah akan diikuti dengan penurunan berat isi tanah.

Menurut Hairiah *et al.* (2000), tanah yang subur mengandung bahan organik sebesar 2,5 % - 4 %. Bahan organik hutan lapisan atas paling tinggi dibandingkan penggunaan lahan lainnya. Hal ini diduga karena tebalnya seresah pada hutan sehingga dapat meningkatkan bahan organik tanah.

Tanah yang banyak memperoleh kandungan bahan organik, terutama pada lapisan atas. Dari penelitian Victor *et al.* (1998), diperoleh bahwa bahan organik pada sistem pertanian lebih rendah dari hutan primer. Bahan organik juga akan lebih tinggi pada tanah lapisan atas dibandingkan dengan tanah lapisan bawah. Lapisan atas sebesar 7 % dan pada tanah lapisan bawah sebesar 1,9 %.

4.3 Agregasi Tanah

4.3.1 Ukuran Agregat



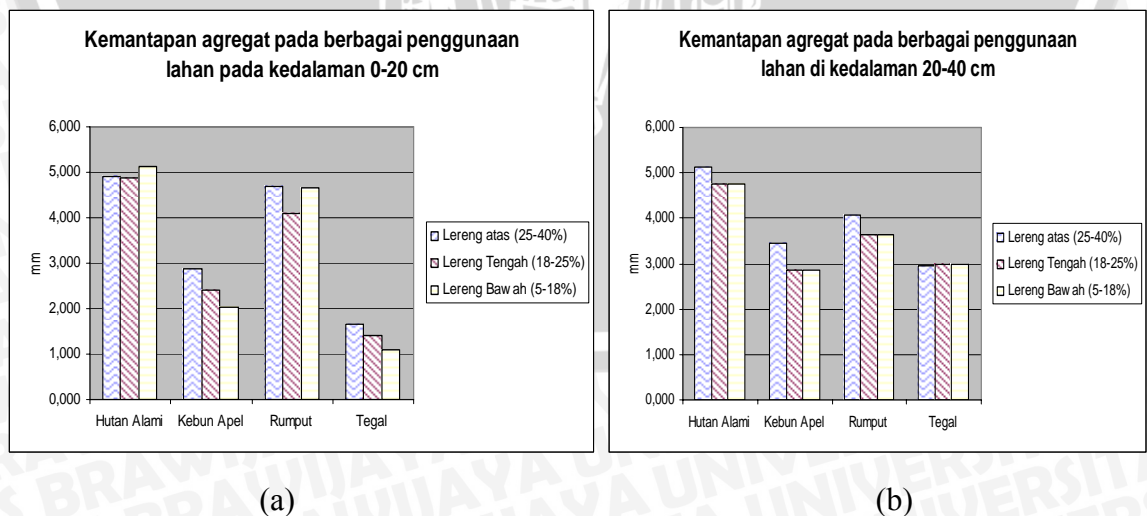
Gambar 5. Ukuran Agregat pada Berbagai Penggunaan Lahan di Kedalaman 0-20cm (a) dan kedalaman 20-40 cm (b)

Struktur tanah merupakan hasil pengelompokan partikel partikel primer tanah menjadi suatu agregat agregat tanah dengan penyusunan, tipe, kemantapan tertentu dengan sejumlah ruang pori diantara partikel penyusunnya. Tanah berstruktur kasar/keras atau granuler lebih sering dan lebih terbuka sehingga mampu menyerap air lebih cepat dibanding tanah berstruktur mantap (Subroto, 1997).

Pengolahan tanah yang semakin lama dapat menurunkan agregasi sampai 85%. Pengolahan tanah selama 100 tahun hanya memiliki DMR 0,35 mm, sedangkan lahan dengan pengolahan 7 tahun memiliki DMR 2,34 mm (Chenu *et al.*, 2000).

4.3.2 Kemantapan Agregat

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada lapisan permukaan tanah (0-20 cm) DMR tertinggi pada hutan alami yaitu berkisar antara 3,95 – 4,58 mm, diikuti oleh lahan rumput yang berkisar antara 3.02 – 3.21 mm, kemudian kebun apel berkisar antara 1.30 – 1.70 mm, dan yang terendah pada tegal yaitu berkisar antara 0.98 – 1.64 mm. Indeks DMR pada hutan alami termasuk dalam kelas sangat stabil sekali. Sedang untuk DMR tegal termasuk dalam kelas sangat stabil. Nilai DMR sebagai tingkat kemantapan agregat tanah dipengaruhi oleh bahan organik. Peningkatan nilai DMR oleh bahan organik dapat menambah daya rekat antar partikel tanah untuk pembentukan agregat tanah. Nilai DMR pada tegal lebih rendah daripada penggunaan lahan lainnya disebabkan oleh tingkat kandungan bahan organik yang rendah. Pada lapisan bawah (20-40 cm) indeks DMR hutan alami paling tinggi yaitu berkisar antara 4,18 - 4,64 mm, diikuti oleh kebun apel memiliki indeks DMR berkisar antara 2,07-2,66 mm, serta lahan rumput dengan indeks DMR sebesar 1,93-2,56 mm, sedangkan pada tegal memiliki indeks DMR terendah yaitu berkisar antara 1.72 – 2.36 mm (Gambar 6).



Gambar 6. Kemantapan Agregat pada Berbagai Penggunaan Lahan di Kedalaman 0-20 cm (a) dan 20-40 cm (b)

Pada lokasi penelitian memiliki struktur tanah gumpal membulat dengan perkembangan sedang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada lapisan permukaan tanah (0-20 cm) DMR tertinggi pada hutan alami yaitu berkisar antara 4,86 – 5,12 mm, diikuti DMR lahan rumput yang berkisar antara 4,09 – 4,69 mm, kemudian DMR kebun apel berkisar antara 2,04 – 2,88 mm, dan yang terendah pada tegal berkisar antara 1,08 – 1,67 mm. indeks DMR pada hutan alami termasuk dalam kelas sangat stabil sekali. Sedangkan untuk DMR pada tegal termasuk dalam kelas sangat stabil. Pada lapisan bawah (20-40 cm) indeks DMR hutan alami paling tinggi yaitu berkisar antara 4,77 - 5,11 mm, diikuti oleh lahan rumput dengan indeks DMR sebesar 3,34 - 4,08 mm., serta kebun apel memiliki indeks DMR berkisar antara 2,86-3,43 mm, sedangkan pada tegal memiliki indeks DMR terendah yaitu berkisar antara 2,95 – 3,13 mm (Gambar 6).

Tingkat kemantapan agregat tanah dipengaruhi oleh bahan organik yang dicirikan dengan meningkatnya nilai DMR. Peningkatan nilai DMR oleh bahan organik dapat menambah daya rekat antar partikel tanah untuk pembentukan agregat tanah. Nilai DMR pada tegal lebih rendah daripada penggunaan lahan lainnya disebabkan oleh rendahnya kandungan bahan organik. Adanya bahan organik yang masih tinggi pada lahan yang tidak diusahakan dapat melindungi pecahnya agregat tanah oleh desakan udara. Bahan organik dapat memperlambat masuknya air ke dalam agregat, sehingga agregat tidak mudah pecah.

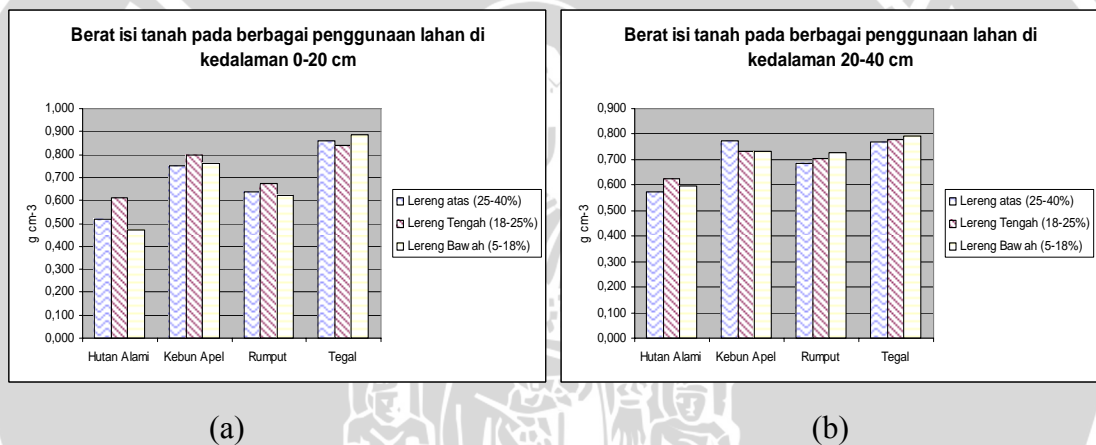
Secara langsung struktur tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan akar tanaman dan secara tidak langsung berpengaruh terhadap tata air, tata udara dan temperatur tanah (Sarief, 1986), sehingga struktur tanah memegang peranan yang sangat penting terhadap pertumbuhan tanaman. Penurunan kemantapan agregat

repository.ub.ac.id

tanah sebagai dampak dari menurunnya kandungan bahan organik tanah berhubungan dengan pembersihan permukaan tanah dan pengolahan lanjut (Golchin *et al.*, 1995).

4.3.3 Berat Isi

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan lahan mempengaruhi berat isi, secara sangat nyata terbukti dari uji analisis sidik ragam ($p < 0.01$), kedalaman terbukti secara nyata dari uji analisis sidik ragam ($p < 0.05$), sedangkan lereng tidak berbeda nyata berdasarkan uji analisis sidik ragam.



Gambar 7. Berat Isi Tanah pada Berbagai Penggunaan Lahan di Kedalaman 0-20 cm (a) dan 20-40 cm (b)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan lahan mempengaruhi berat isi, secara sangat nyata terbukti dari uji analisis sidik ragam ($p < 0.01$), kedalaman terbukti secara nyata dari uji analisis sidik ragam ($p < 0.05$), sedangkan lereng tidak berbeda nyata berdasarkan uji analisis sidik ragam.

Lapisan permukaan tanah (0-20 cm) pada hutan alami memiliki nilai berat isi paling rendah yaitu berkisar antara $0.47 - 0.60 \text{ g cm}^{-3}$, diikuti oleh penggunaan lahan rumput yang berkisar antara $0.62 - 0.67 \text{ g cm}^{-3}$, kemudian kebun apel antara

0.75- 0.79 g cm⁻³, dan berat isi paling tinggi pada penggunaan lahan tegal yang berkisar antara 0.84-0.88 g cm⁻³.

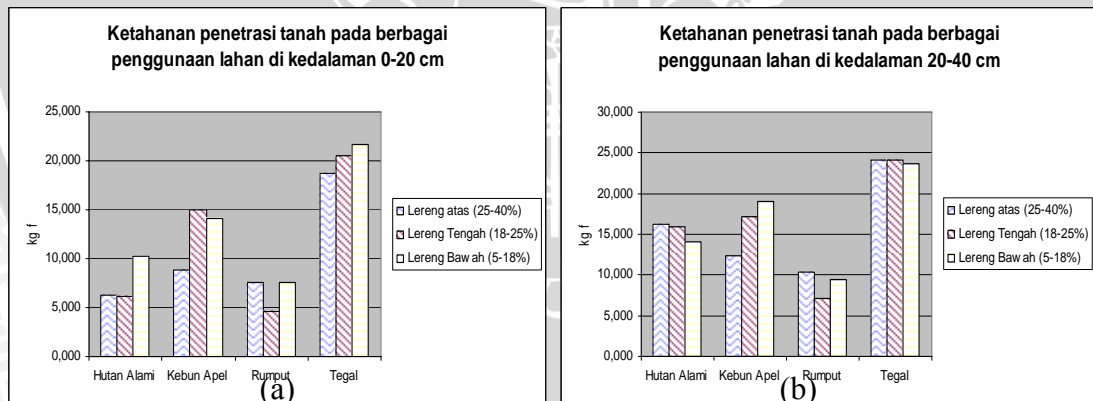
Pada lapisan bawah (20- 40 cm) pada hutan alami juga memiliki nilai berat isi paling rendah yaitu berkisar antara 0.57 – 0.62 g cm⁻³, diikuti oleh penggunaan lahan rumput yang berkisar antara 0.68 – 0.72 g cm⁻³, kemudian kebun apel antara 0.73- 0.77 g cm⁻³, dan berat isi paling tinggi pada penggunaan lahan tegal yang berkisar antara 0.77-0.79 g cm⁻³ (Gambar 7).

Nilai berat isi dipengaruhi oleh bahan organik dan tingkat pengolahan. Dengan kandungan bahan organik yang tinggi maka nilai berat isi akan rendah, dan pengolahan tanah yang intensif memecahkan agregat pada lapisan permukaan, maka porositas tanahnya rendah sehingga nilai berat isi rendah. Bila hutan atau padang rumput digunakan untuk pertanian, terdapat penurunan dalam agregasi tanah dan tanah menjadi lebih padat. Pemadatan ini mendesak agregat dan pertikel tanah menjadi lebih mengumpul yang menyebabkan volume total ruangan pori berkurang dan berat isi (*bulk density*) meningkat (Foth, 1994).

Menurut Menurut Utomo (1994) berat isi tanah, selain dipengaruhi oleh tingkat pengolahan tanah juga dipengaruhi oleh struktur tanah yang berhubungan dengan ruang pori dan kandungan bahan organik. Masukan bahan organik yang berasal dari seresah merupakan salah satu penyumbang bahan organik pada tanah yang dapat memperbaiki struktur tanah. Penggunaan lahan dapat mempengaruhi berat isi dari masukan bahan organik dan perakaran tanaman. Masukan bahan organik yang tinggi akan menjadikan rendahnya berat isi, sedangkan kondisi perakaran yang baik akan meningkatkan porositas tanah, sehingga berat isi menjadi rendah.

4.3.4 Penetrasi Tanah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kedalaman 0-20 cm ketahanan penetrasi pada lahan rumput memiliki nilai ketahanan penetrasi terendah yaitu berkisar antara 4.66-7.61 kgf.cm⁻², diikuti oleh penggunaan lahan hutan alami yang berkisar antara 6.10-10.22 kgf.cm⁻². Kemudian pada kebun apel memiliki ketahanan penetrasi antara 8.82-14.94 kgf.cm⁻². sedangkan pada tegal memiliki nilai ketahanan penetrasi tertinggi yaitu berkisar antara 18.66-21.66 kgf.cm⁻². Begitu pula ada kedalaman 20-40 cm nilai ketahanan penetrasi terendah adalah lahan rumput yaitu berkisar antara 7.05-10.38 kgf.cm⁻², diikuti oleh penggunaan lahan hutan alami yang berkisar antara 14.05-16.27 kgf.cm⁻². Kemudian pada kebun apel memiliki ketahanan penetrasi antara 12.38-19.00 kgf.cm⁻². sedangkan pada tegal memiliki nilai ketahanan penetrasi tertinggi yaitu berkisar antara 23.72 - 24.05 kgf.cm⁻². (Gambar 8).



Gambar 8. Ketahanan Penetrasi Tanah pada Berbagai Penggunaan Lahan di Kedalaman 0-20 cm (a) dan 20-40 cm (b)

Pada lahan rumput, akar rumput berumur pendek dan setiap tahun penguraian akar yang mati akan menambah bahan organik sehingga kandungan bahan organik sebagai perekat butiran lepas akan meningkat. Nilai ketahanan

penetrasi yang tinggi disebabkan oleh tingkat pengolahan tanah yang intensif pada lapisan permukaan. bertambahnya kedalaman, nilai ketahanan penetrasi cenderung turun untuk tanah yang tidak banyak mengalami gangguan dan naik pada tanah dengan penggunaan lahan intensif. Ketahanan penetrasi digunakan untuk mengetahui kekuatan akar menembus tanah sehingga ketahanan penetrasi erat kaitannya dengan berat isi tanah. Semakin tinggi nilai berat isi tanah maka semakin tinggi pula ketahanan penetrasinya.

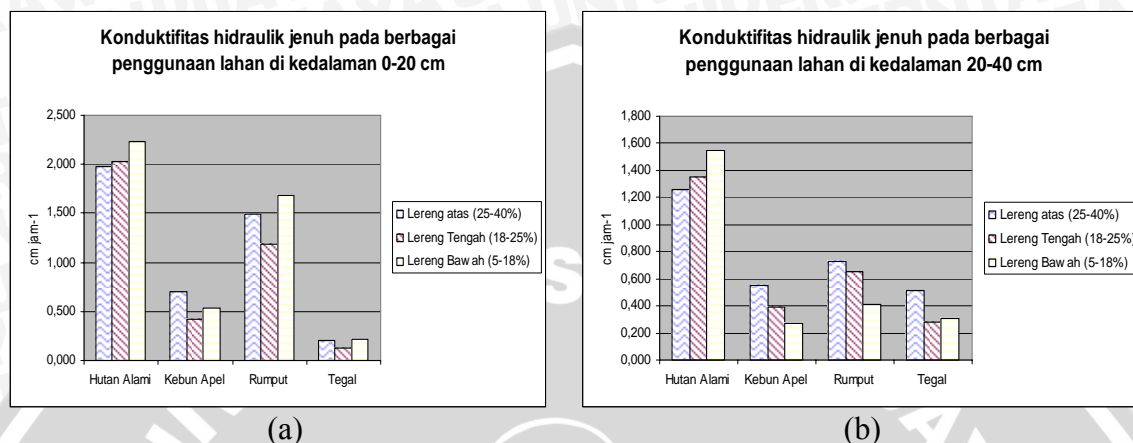
Pada kedalaman 20-40 cm nilai ketahanan penetrasi pada masing-masing penggunaan lahan mengalami peningkatan. Hancuran bongkah tanah yang halus menyumbat ruang pori pada lapisan bawah, sehingga pada lapisan *subsoil*, tanah menjadi lebih padat.

4.3.5 Konduktifitas Hidraulik Jenuh (KHJ)

Konduktifitas Hidraulik jenuh menunjukkan daya hantar air pada saat tanah dalam kondisi jenuh air. Pada penggunaan lahan hutan alami lapisan atas (0-20 cm) berkisar antara $1.97 - 2.22 \text{ cm.jam}^{-1}$ masuk ke dalam kelas KHJ agak lambat sampai sedang. Diikuti oleh lahan rumput antara $1.18 - 1.48 \text{ cm.jam}^{-1}$ masuk kedalam kelas KHJ agak lambat. Kemudian pada kebun apel berkisar antara $0.53 - 0.70 \text{ cm.jam}^{-1}$ masuk kedalam kelas KHJ agak lambat. Sedangkan penggunaan tegal berkisar antara $0.12-0.22 \text{ cm.jam}^{-1}$ masuk ke dalam kelas KHJ sangat lambat.

Pada penggunaan lahan hutan alami lapisan bawah (20-40 cm) berkisar antara $1.26-1.54 \text{ cm.jam}^{-1}$ masuk ke dalam kelas KHJ agak lambat. Diikuti oleh lahan rumput antara $0.68-0.72 \text{ cm.jam}^{-1}$ masuk ke dalam kelas KHJ agak lambat sampai lambat. Kemudian pada kebun apel berkisar antara $0.26-0.55 \text{ cm.jam}^{-1}$

masuk ke dalam kelas KHJ agak lambat sampai lambat. Sedangkan penggunaan tegal berkisar antara 0.27-0.51 cm.jam⁻¹ masuk ke dalam kelas KHJ agak lambat sampai lambat (Gambar 9).



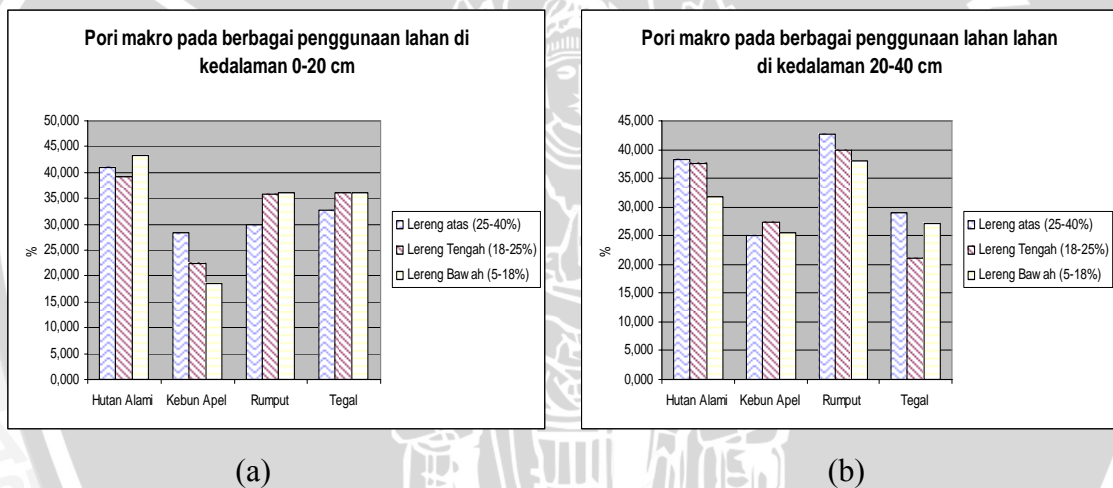
Gambar 9. Konduktifitas Hidraulik Jenuh pada Berbagai Penggunaan Lahan di Kedalaman 0-20 cm (a) dan 20-40 cm (b)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan lahan mempengaruhi nilai KHJ, secara sangat nyata terbukti dari uji analisis sidik ragam ($p < 0.05$), kedalaman terbukti secara nyata dari uji analisis sidik ragam ($p < 0.01$), sedangkan lereng tidak berbeda nyata berdasarkan uji analisis sidik ragam

Pada tanah yang memiliki pori-pori besar, pori-pori ini cepat kosong dan bersifat tidak mengalirkan saat terbentuk hisapan, hingga akan mempercepat penurunan dari keterhantaran awal yang tinggi. Sebaliknya pada tanah dengan pori-pori kecil, kebanyakan pori akan menahan dan mengalirkan air meski pada hisapan yang rendah, sehingga keterhantaran hidraulik turun tetapi tidak secepat dan bahkan lebih besar dibandingkan tanah dengan pori-pori besar, pada hisapan yang sama (Hillel, 1982).

4.3.6 Pori Makro

Pada penggunaan lahan hutan alami lapisan atas (0-20 cm) mempunyai pori makro berkisar antara 39.14 - 43.35 %. Diikuti oleh lahan rumput antara 29.83 - 36.17 %. Kemudian pada kebun apel berkisar antara 18.54 - 28.27 %, sedangkan penggunaan lahan tegal berkisar antara 32.81-36.17 %. Pada lapisan bawah (20-40 cm) pori makro dengan penggunaan lahan rumput antara 37.94 - 42.69 %. Diikuti oleh hutan alami berkisar antara 31.85 - 38.15 %. Kemudian pada kebun apel berkisar antara 24.96 - 27.37 %, sedangkan penggunaan tegal berkisar antara 21.15 - 29.11 % (Gambar 10).



Gambar 10. Pori Makro pada Berbagai Penggunaan Lahan di Kedalaman 0-20 cm (a) dan 20-40 cm (b)

Adanya penambahan bahan organik kedalam tanah maka jumlah pori makro dan meso yang bersifat kapiler akan meningkat dan air yang dapat disimpan dalam pori-pori akan meningkat (Hardjowigeno, 1993).

Tanaman penutup tanah dari jenis rerumputan dapat berfungsi sebagai pelindung permukaan tanah dari daya dispersi dan daya penghancuran oleh butir-

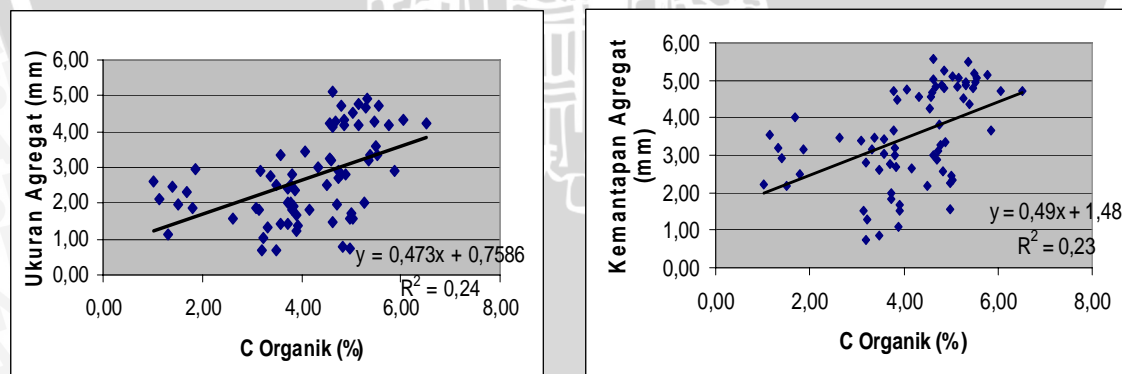
butir hujan, memperlambat aliran permukaan, memperkaya bahan-bahan organik tanah serta memperbesar porositas tanah (Rismunandar, 1989).

Pengelolaan yang dilakukan pada suatu lahan berpengaruh terhadap pori makro tanah. Pengelolaan lahan tanpa peralatan mempunyai persen pori makro lebih besar dibandingkan dengan pengelolaan lahan menggunakan peralatan. Penurunan persen pori makro sekitar 10,6 % (Soepardi, 1983).

4.4 Hubungan Agregasi Tanah Dengan Sifat Tanah Lainnya

4.4.1 Hubungan C Organik dan Agregasi Tanah

Hubungan antara bahan organik dan ukuran agregat adalah berbanding lurus, yakni semakin tinggi nilai bahan organik maka nilai ukuran agregat semakin rendah tinggi. Berdasarkan uji korelasi antara bahan organik dan berat isi tanah memiliki hubungan yang ditunjukkan dengan nilai $r = 0,49$ pada taraf 1% (Lampiran 4), dan berdasar uji regresi linear juga menunjukkan pengaruh bernilai $R^2 = 0,24$ (Gambar 11).



(a)

(b)

Gambar 11. Hubungan C Organik dan Agregasi Tanah dengan Menggunakan Metode Ayakan Kering (a) dan Metode Ayakan Basah (b)

Hubungan antara bahan organik dan kemantapan agregat adalah berbanding lurus, yakni semakin tinggi nilai bahan organik maka nilai kemantapan agregat semakin rendah tinggi. Berdasarkan uji korelasi antara bahan organik dan berat isi tanah memiliki hubungan yang ditunjukkan dengan nilai $r = 0,477$ pada taraf 1% (Lampiran 4), dan berdasar uji regresi linear juga menunjukkan pengaruh bernilai $R^2 = 0,22$ (Gambar 11).

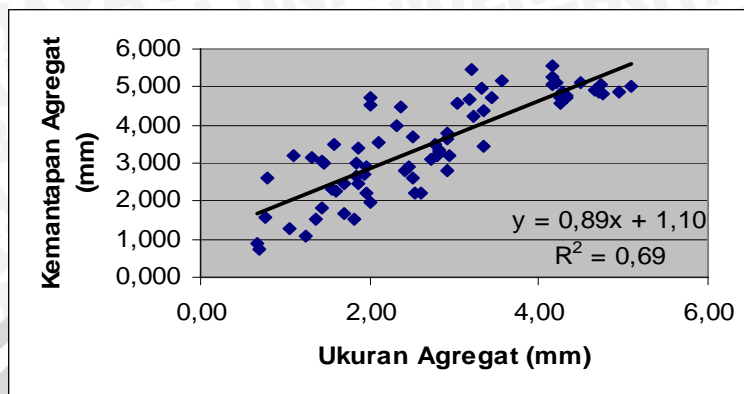
Agregat tanah terbentuk dari penyatuan butiran tanah, yang dimulai dari flokulasi atau terjadinya retakan. Flokulasi dipengaruhi oleh gaya elektrostatis dari Van der Waals dan lebih lanjut, butiran tanah yang telah bersatu dapat menjadi agregat mantap oleh agen pengikatnya yaitu bahan organik. Bahan organik mempengaruhi makrofauna tanah yang akan memperbaiki struktur dan agregasi tanah. Interaksi bahan organik dengan partikel tanah akan menciptakan struktur tanah yang lebih mantap.

Brady (2002) menyebutkan bahwa adanya peningkatan bahan organik dapat meningkatkan populasi organisme tanah, dimana beberapa organisme tanah khususnya mikroba tanah dalam aktifitasnya mengeluarkan bahan sekresi berupa gum polisakarida atau hifa yang merupakan bahan semen bagi agregat tanah untuk menyatukan butir-butir tanah menjadi agregat.

4.4.2 Hubungan Ukuran Agregat dan Kemantapan Agregat

Hubungan antara ukuran agregat dan kemantapan agregat adalah berbanding lurus, yakni semakin tinggi nilai ukuran agregat maka nilai kemantapan agregat semakin tinggi. Berdasarkan uji korelasi antara ukuran agregat dan kemantapan agregat memiliki hubungan yang ditunjukkan dengan

nilai $r = 0,83$ pada taraf 1% (Lampiran 4), dan berdasar uji regresi linear juga menunjukkan pengaruh bernilai $R^2 = 0,69$ (Gambar 12).

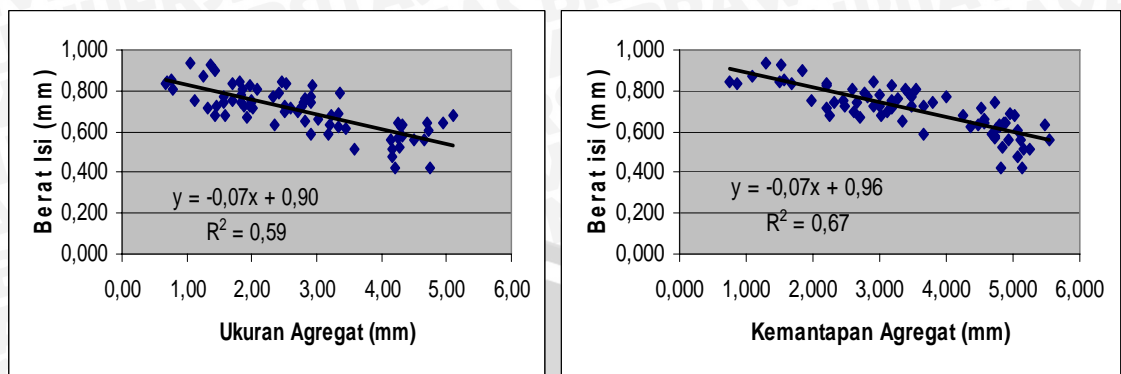


Gambar 12. Hubungan Ukuran Agregat dan Kemantapan Agregat

Perbedaan indeks stabilitas agregat tanah disebabkan oleh tinggi rendahnya bahan pengikat partikel tanah. Menurut Chenu *et al.* (2000) bahan organik tanah berperan dalam meningkatkan stabilitas agregat melalui 2 proses. Pertama, bahan organik meningkatkan *kohesi* agregat, kemudian terjadi pengikatan partikel mineral oleh polimer organik, atau terjadi pengikatan partikel secara fisik oleh akar halus atau fungi. Kedua, bahan organik mengurangi pembasahan agregat, dengan cara memperlambat kecepatan pembasahan dan akhirnya mengurangi besarnya perpecahan agregat (*slaking*).

4.4.3 Hubungan Agregasi Tanah terhadap Berat Isi

Hubungan antara ukuran agregat dan berat isi adalah berbanding terbalik, yakni semakin tinggi nilai ukuran agregat maka nilai berat isi semakin rendah. Berdasarkan uji korelasi antara ukuran agregat dan berat isi memiliki hubungan yang ditunjukkan dengan nilai $r = -0,76$ pada taraf 1% (Lampiran 4), dan berdasar uji regresi linear juga menunjukkan pengaruh bernilai $R^2 = 0,59$ (Gambar 13).



(a)

(b)

Gambar 13. Hubungan Agregasi Tanah dan Berat Isi Tanah dengan Menggunakan Metode Ayakan Kering (a) dan Metode Ayakan Basah (b)

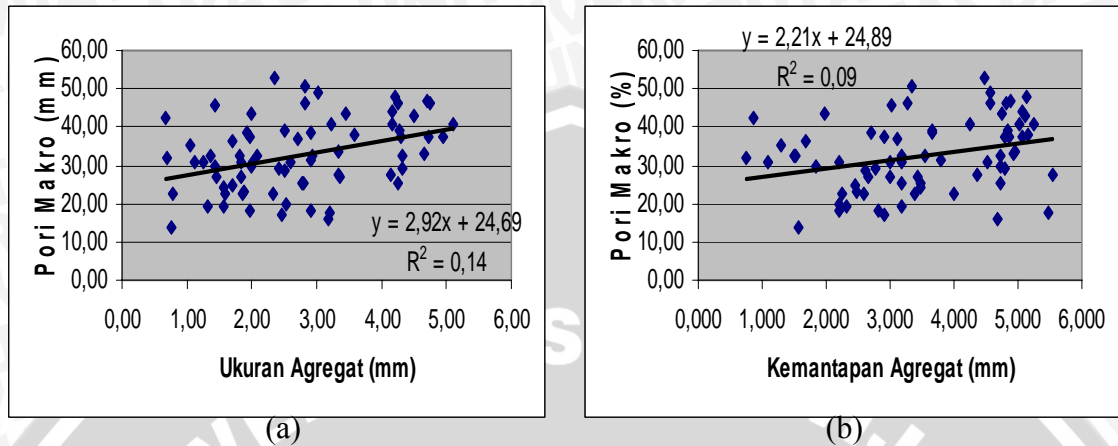
Hubungan antara kemantapan agregat dan berat isi adalah berbanding terbalik, yakni semakin tinggi nilai kemantapan agregat maka nilai berat isi semakin rendah. Berdasarkan uji korelasi antara bahan organik dan berat isi tanah memiliki hubungan yang ditunjukkan dengan nilai $r = -0.81$ (Lampiran 4) pada taraf 1%, dan berdasar uji regresi linear juga menunjukkan pengaruh bernilai $R^2 = 0,66$ (Gambar 13).

Bobot isi tanah merupakan perbandingan antara masa tanah dengan volume partikel ditambah dengan ruang pori diantaranya. Semakin besar nilai bobt isi suatu tanah maka semakin padat suatu tanah. Menurut Utomo (1994), bahwa bobot isi tanah dipengaruhi oleh struktur tanah dalam hal ini ruang pori dan kandungan bahan organik.

4.4.4 Hubungan Agregasi tanah terhadap Pori Makro

Hubungan antara ukuran agregat dan pori makro adalah berbanding lurus, yakni semakin tinggi nilai ukuran agregat maka nilai pori makro semakin tinggi. Berdasarkan uji korelasi antara ukuran agregat dan pori makro memiliki hubungan

yang ditunjukkan dengan nilai $r = 0.37$ pada taraf 1% (Lampiran 4), dan berdasar uji regresi linear juga menunjukkan pengaruh bernilai $R^2 = 0,13$ (Gambar 14).



Gambar 13. Hubungan Agregasi Tanah dan Pori Makro dengan Menggunakan Metode Ayakan Kering (a) dan Metode Ayakan Basah (b)

Hubungan antara kemantapan agregat dan pori makro adalah berbanding lurus, yakni semakin tinggi nilai kemantapan agregat maka nilai pori makro semakin tinggi. Berdasarkan uji korelasi antara bahan organik dan pori makro memiliki hubungan yang ditunjukkan dengan nilai $r = 0,30$ pada taraf 5% (Lampiran 4), dan berdasar uji regresi linear juga menunjukkan pengaruh bernilai $R^2 = 0,08$ (Gambar 14).

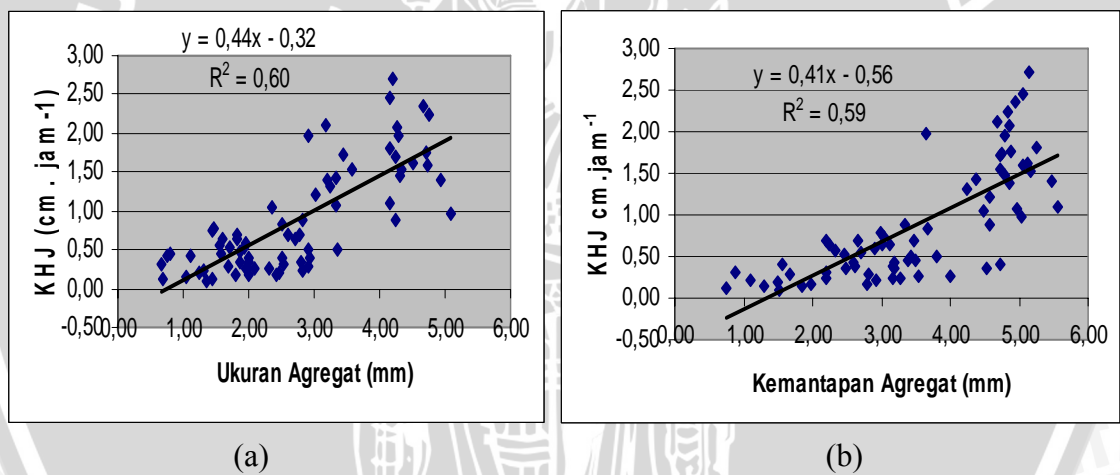
Pori makro sebagai pori aerasi mempunyai pengaruh terhadap gerakan air oleh gaya gravitasi. Kemantapan agregat yang tinggi menyebabkan jumlah pori makro yang besar sehingga pergerakan air di dalam tanah menjadi lebih cepat dan tanah tidak mudah hancur (terdispersi) akibat pembasahan.

Ketersediaan bahan organik di dalam tanah dapat meningkatkan aktifitas organisme tanah. Aktifitas organisme ini berdampak positif terhadap sifat fisik tanah antara lain peningkatan pembentukan pori makro dan dapat meningkatkan kecepatan pergerakan air tanah serta dapat menghasilkan perekat bagi agregat

tanah. Perekat-perekat yang dihasilkan oleh organisme tersebut dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah sehingga mengurangi terjadinya penyumbatan ruang pori oleh partikel tanah (Utomo, 1994).

4.4.5 Hubungan Agregasi Tanah terhadap Konduktifitas Hidraulik Jenuh

Hubungan antara ukuran agregat dan KHJ adalah berbanding lurus, yakni semakin tinggi nilai ukuran agregat maka nilai KHJ semakin tinggi. Berdasarkan uji korelasi antara ukuran agregat dan KHJ memiliki hubungan yang ditunjukkan dengan nilai $r = 0,77$ pada taraf 1% (Lampiran 4), dan berdasar uji regresi linear juga menunjukkan pengaruh bernilai $R^2 = 0.59$ (Gambar 15).



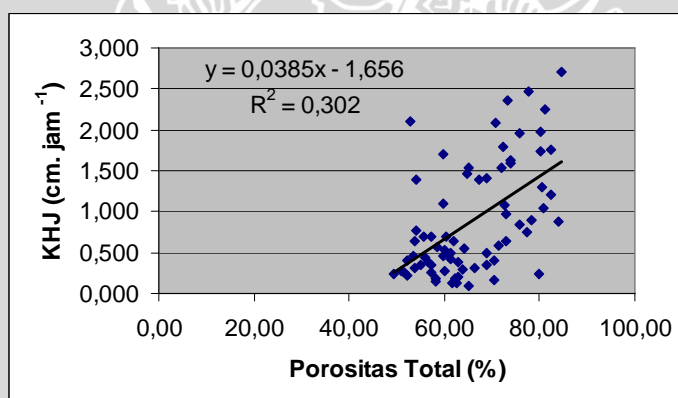
Gambar 14. Hubungan Agregasi Tanah dan Konduktifitas Hidraulik Jenuh dengan Menggunakan Metode Ayakan Kering (a) dan Metode Ayakan Basah (b)

Hubungan antara kemantapan agregat dan KHJ adalah berbanding lurus, yakni semakin tinggi nilai kemantapan agregat maka nilai KHJ semakin tinggi. Berdasarkan uji korelasi antara bahan organik dan KHJ memiliki hubungan yang ditunjukkan dengan nilai $r = 0,76$ pada taraf 1% (Lampiran 4), dan berdasar uji regresi linear juga menunjukkan pengaruh bernilai $R^2 = 0,58$ (Gambar 15).

Jumlah pori makro secara vertikal yang tinggi akan meningkatkan kecepatan pergerakan air pada lapisan tanah. Jumlah pori makro secara vertikal dapat memberikan gambaran hubungan pori makro antar lapisan tanah. Semakin tinggi jumlah pori makro secara vertikal maka semakin cepat pergerakan air di dalam profil tanah (Hillel, 1982).

4.4.6 Hubungan Porositas terhadap Konduktifitas Hidraulik Jenuh

Hubungan antara porositas total dan KHJ adalah berbanding lurus, yakni semakin tinggi nilai porositas total maka nilai KHJ semakin tinggi. Berdasarkan uji korelasi antara porositas total dan KHJ memiliki hubungan yang ditunjukkan dengan nilai $r = 0,54$ pada taraf 1% (Lampiran 4), dan berdasar uji regresi linear juga menunjukkan pengaruh bernilai $R^2 = 0.30$ (Gambar 16).

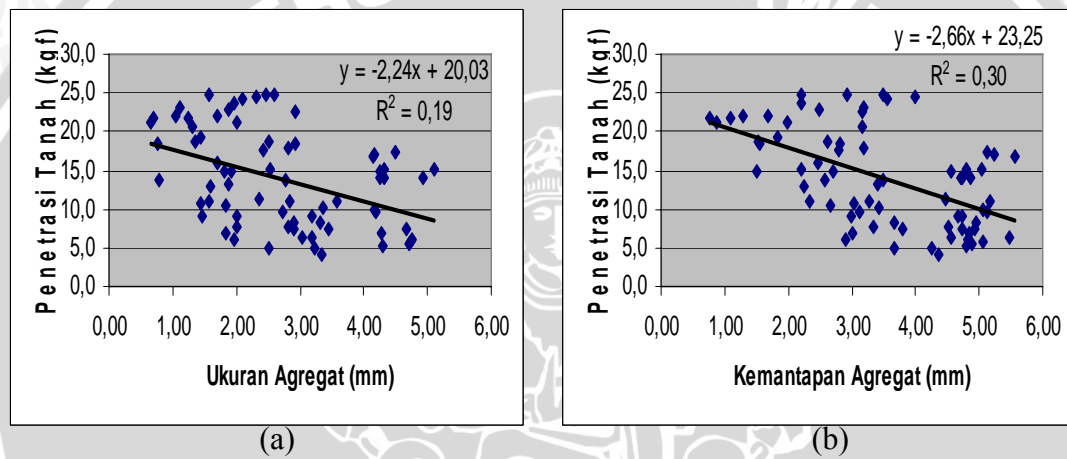


Gambar 16. Hubungan Porositas Total terhadap Konduktifitas Hidraulik Jenuh

Hantaran hidraulik tanah timbul karena adanya pori tanah yang saling bersambungan satu dengan yang lainnya. Porositas tanah dengan dominasi pori makro menyebabkan konduktifitas hidraulik jenuh meningkat karena berkurangnya hambatan penutupan pori oleh partikel halus tanah.

4.4.7 Hubungan Agregasi Tanah terhadap Ketahanan Penetrasi Tanah

Hubungan antara ukuran agregat dan ketahanan penetrasi adalah berbanding terbalik, yakni semakin tinggi nilai ukuran agregat maka nilai ketahanan penetrasi semakin rendah. Berdasarkan uji korelasi antara ukuran agregat dan ketahanan penetrasi memiliki hubungan yang ditunjukkan dengan nilai $r = -0,43$ pada taraf 1% (Lampiran 4), dan berdasar uji regresi linear juga menunjukkan pengaruh bernilai $R^2 = 0,18$ (Gambar 17).



Gambar 17. Hubungan Agregasi Tanah dan Ketahanan Penetrasi Tanah dengan Menggunakan Metode Ayakan Kering (a) dan Metode Ayakan Basah (b)

Hubungan antara kemantapan agregat dan ketahanan penetrasi adalah berbanding terbalik, yakni semakin tinggi nilai kemantapan agregat maka nilai ketahanan penetrasi semakin rendah. Berdasarkan uji korelasi antara bahan organik dan ketahanan penetrasi memiliki hubungan yang ditunjukkan dengan nilai $r = -0,54$ pada taraf 1% (Lampiran 4), dan berdasar uji regresi linear juga menunjukkan pengaruh bernilai $R^2 = 0,29$ (Gambar 17).

Tanah yang kandungan bahan organiknya tinggi lebih mudah diolah daripada yang berkandungan rendah, tidak membentuk kerak (*crust*) dan tidak

merekah besar (*crack*) jika kekeringan, dan memiliki tingkat kekerasan yang rendah. Menurut Becher (1997) dalam Utomo (1994) bahan organik bertindak sebagai pengikat partikel tanah apabila dalam jumlah besar akan menyebabkan tanah porous dan gembur dengan demikian tanah akan lebih mudah ditembus akar tanaman.

4.5 Pembahasan Umum

Agregasi merupakan peristiwa penggabungan partikel tanah menjadi agregat melalui gaya kohesi (tarik-menarik antar partikel) dan gaya adhesi (tegangan permukaan antara partikel tanah dengan molekul air). Selanjutnya agregasi ini dapat diikuti oleh proses sementasi, yang merupakan peristiwa perekatan partikel tanah atau agregat oleh suatu bahan penyemen. Baver *et al.* (1972) menyatakan bahwa pembentukan agregat yang mantap memerlukan ikatan yang lebih kuat antar partikel sehingga tidak mudah terdispersi kembali dalam air. Dengan memperhatikan penyusunan pasir, debu, liat dan bahan organik, maka dapat diketahui bahwa butiran tanah satu sama lainnya disatukan karena adanya gaya elektrostatis dan pengikatan baik oleh liat maupun bahan organik. Menurut Chenu *et al.* (2000) bahan organik tanah berperan dalam meningkatkan stabilitas agregat melalui dua proses. Pertama, bahan organik meningkatkan kohesi agregat, kemudian terjadi pengikatan partikel mineral oleh polimer organik, atau terjadi pengikatan partikel secara fisik oleh akar halus atau fungi. Kedua, bahan organik mengurangi pembasahan agregat, dengan cara memperlambat kecepatan pembasahan dan akhirnya mengurangi besarnya perpecahan agregat (*slaking*). Pembengkakan dan pengkerutan tanah yang terjadi

karena pembasahan dan pengeringan merupakan faktor utama dalam pembentukan agregat pada tanah.

Land Use	C Organik (%)	Kemantapan Agregat (mm)	Ketahanan Penetrasi (kgf. cm ⁻²)	KHJ (cm. Jam ⁻¹)
Hutan Alami	5,26****	4,97****	7,53***	2,08****
Kebun Apel	4,66**	2,45**	12,61**	0,56**
Rumput	4,83***	4,48***	6,61****	1,45***
Tegal	3,58*	1,39*	20,30*	0,18*

Tabel 2. Perbandingan Agregasi Tanah pada Berbagai Penggunaan Lahan di Lapisan Atas

Pada penggunaan lahan hutan alami dengan kandungan C organik 5,26% pada lapisan atas, memiliki kemantapan agregat 4,97 mm, sehingga menurunkan ketahanan penetrasi (7,53 kgf. cm⁻²) dan meningkatkan nilai KHJ (2,08 cm jam⁻¹). Pecahnya agregat-agregat permukaan tanah, maka agregat-agregat tersebut akan menyumbat pori makro dipermukaan tanah. Terhambatnya pori makro akan meningkatkan berat isi dalam tanah (Suprayogo *et al.*, 2001). Karena ruang dalam tanah yang seharusnya terisi oleh air dan udara, akan tergantikan oleh padatan tanah dari pecahan agregat, sehingga berat massa tanah per volume tanah akan lebih berat. Dengan tersumbatnya pori permukaan tanah, maka air hujan yang seharusnya masuk kedalam tanah akan terhambat. Jika lereng pada lahan tersebut curam, maka air akan menjadi limpasan permukaan dan erosi. Pukulan butir-butir air hujan langsung pada tanah menyebabkan agregat-agregat tanah di permukaan yang tidak stabil, akan pecah menjadi agregat yang lebih kecil. Agregat-agregat yang lebih kecil tersebut sebagian akan menyumbat pori makro tanah, dan sebagian lagi akan terangkut bersama limpasan permukaan menjadi sedimentasi. Akibat pori makro tanah yang tersumbat pecahan agregat maka air hujan yang masuk kedalam tanah terhambat, sehingga air hujan tidak dapat secara maksimal

masuk kedalam tanah. Air hujan yang tidak masuk ke dalam tanah akan mengalir menjadi limpasan permukaan. Jika limpasan permukaan yang membawa pecahan agregat berlangsung secara terus menerus dapat menjadikan lapisan atas tanah atau *top soil* akan hilang karena tercuci air hujan.

Perlahan namun pasti, sumber-sumber air bersih di Jawa Timur semakin menurun kuantitas, kualitas, dan kontinuitasnya. Tandon-tandon air di Jawa Timur, yang banyak tersedia di pegunungan sudah berkurang jumlahnya. Di Batu, pada tahun 1995, sumber air yang tersedia mencapai 120 titik sumber mata air. Pada tahun 2002, hanya tersisa sekitar 70 sumber mata air. Berkurangnya sumber mata air ini diakibatkan maraknya penebangan liar (*illegal logging*) (www.walhi.or.id).

Kekeringan yang melanda dunia saat ini, sebagian di antaranya disebabkan menurunnya kemampuan hutan untuk menyangga air. Di mana-mana, hutan-hutan mudah terbakar akibat kehilangan kelembaban di lingkungan ekologisnya. Ketidakberdayaan hutan sebagai penyangga air tanah karena sudah tidak ada pepohonan atau pepohonannya yang berkurang. Hanya dalam beberapa hari kemarau terjadi penurunan debit mata air secara drastis.

Jika fungsi lindung yang terdapat pada tajuk tanaman dan seresah tidak ada, maka air hujan akan secara langsung mengenai agregat-agregat di permukaan tanah. Agregat tanah yang kemantapan agregatnya rendah akan pecah menjadi agregat-agregat yang lebih kecil. Seperti pada penggunaan lahan tanaman semusim, kemantapan agregatnya adalah yang paling rendah jika dibandingkan dengan penggunaan lahan yang lain. Kemantapan agregat rendah salah satunya dipengaruhi oleh kandungan c-organik tanah yang rendah, karena C organik

merupakan perekat agregat-agregat tanah (Utomo, 1994). Rendahnya C organik pada penggunaan lahan tanaman semusim, karena pada penggunaan lahan tersebut sisa panen yang berfungsi untuk penambah C organik dan pelindung tanah tidak ditinggal di lahan melainkan sisa panennya diangkut keluar dari lahan.

Bahan organik berpengaruh langsung terhadap kemantapan agregat karena bahan organik merupakan bahan semen dalam proses agregasi dan secara tidak langsung bahan organik merupakan sumber energi bagi mikroba. Bahan organik tanah baru berfungsi sebagai pengikat tanah setelah mengalami penguraian. Penguraian bahan organik dipercepat jika di dalam tanah terdapat kehidupan, dalam hal ini jasad mikro tanah. Dengan demikian, walaupun di dalam tanah tersedia bahan organik, tetapi bila tidak ada jasad mikro, maka bahan organik tersebut tidak banyak manfaatnya untuk agregasi. Demikian pula tanpa bahan organik, jasad mikro tidak efektif dalam mengikat agregasi tanah. Berbagai macam jasad mikro tanah dapat membantu agregasi. Tentu saja tingkat efektifitasnya berlainan. Jasad mikro yang telah ditemukan dapat membantu agregasi tanah adalah jamur, actinomycetes dan berbagai macam bakteri.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang agregasi tanah pada berbagai penggunaan lahan di Sumberbrantas, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hutan alami memiliki C organik tinggi (5,26 %), kemudian lahan rumput (4,83 %), kebun apel (4,66 %), dan tegal (3,57 %)
2. Hutan alami memiliki kemandapan agregat tinggi (4,97 mm), kemudian lahan rumput (4,48 mm), kebun apel (2,45 mm), dan tegal (1,39 mm)
3. Ukuran agregat mampu meningkatkan kemandapan agregat tanah terhadap pembasahan 69%.
4. Perbaikan agregasi tanah mampu memperbaiki berat isi tanah (67%), konduktivitas hidraulik jenuh (59%), dan ketahanan penetrasi (30%),
5. Kelerengan tidak berpengaruh nyata terhadap agregasi tanah.

5.2. Saran

Perlu adanya pengamatan terhadap kondisi dan aktifitas organisme tanah, terutama jamur dan berbagai macam bakteri. Selain itu diperlukan pengamatan terhadap kondisi *ground water* di Sumberbrantas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Sitanala. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor
- Baver, L.D.; Gardner, W.H; and Gardner W.R.. 1972. *Soil Physics Fourth Edition*. Wiley Eastern Limited. India.
- Brady, N.C.; and Weil, RR. 2002. *The Nature and Properties of Soils 13th Edition*. The MacMillan Publishing Company. Canada.
- Chan, K. Y. and Mullins, C. E. 1994. *Slaking characteristics of some Australian and British soils*. Europ. J. Soil Sci. 45:273-283. Cornish, P. S. , dan J. R. Mc. William. 1984. Effect Soil of Bulk Density and A Water Regim On Root Growth and Uptake of Phosphorous. By Rhy. Garss Aust. I. Agr. Res. 35 : 631-664.
- Chenu, C.; Y. Le Bissonnais; and D. Arrouays. 2000. *Organic Matter Influence on Clay and Soil Aggregate Stability*. Soil Science Society American Journal Volume 64: 1479-1486
- Darmawijaya, I.M. 1980. *Dasar-dasar Klasifikasi Tanah*. Departemen Ilmu Tanah. IPB. Bogor.
- Djaenuddin, 1997. *Kriteria Kesesuaian Lahan Untuk Komoditi Pertanian*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Foth, H.D. 1994. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Edisi ke Tujuh. Terjemahan Endang Dwi Purbayanti. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gonggo. B, Hermawan. MB, dan Aggraeni. D. 1997. *Pengaruh Jenis Tanaman Penutup dan Pengolahan Tanah Terhadap Sifat Fisika Tanah Pada Lahan Alang-Alang*. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. Volume 7, No 1. 2005, Halaman 44-50
- Golchin, A., Clarke, P., Oades, J.M., and Skjemstad, J.O. 1995. *The effect of cultivation on the composition of organic matter and structural stability of soils*. Australian Journals Soil research., 33.
- Hairiah, K, Widiyanto, Utami S. R., Suprayogo D., Sitompul S. M, Lusiana B., R. Mulia, Van Noordwijk M. dan Cadish, H. 2000. *Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi*. ICRAF – SEA. Bogor.

- Hakim, N. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Edisi Baru. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Hidayat, S. 2007. *Kajian Sifat Fisik Tanah dan Indeks Erodibilitas Tanah Pasca Alih Guna Lahan Hutan di DAS Brangkal Hulu Kabupaten Mojokerto*. Skripsi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Hillel, D. 1971. *Soil and Water. Physical Principle and Processes*. Academic Press. Inc. New York – London.
- Hillel, D. 1982. *Introduction To Soil Physics*. Academic Press Inc. Florida.
- Le Bissonnais, Y. 1996. *Aggregate stability and assessment of crustability and erodibility: I. Theory and methodology*. Europe. J. Soil Sci. 47:425-437.
- Munir, M. 1999. *Tanah-tanah Utama Indonesia*. Pustaka Jaya. Jakarta.
- Prayoto. 1990. *Penuntun Fisika Tanah*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Rimunandar. 1989. *Mendayagunakan Tanaman Rumput*. Sinar Baru. Bandung
- Santoso, B. 1993. *Abu Vulkanis Gunung Kelud. Komunikasi Ilmu Tanah No 48*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang.
- Siger, M. J. and Hunns, D. N. 1998. *Soil an Intoduction*. Upper Saddle River. California.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. IPB. Bogor
- Subroto. 1997. *Pengaruh Pengusahaan Hutan Terhadap Kelas Tanah, Sifat Fisik Dan Kimia Tanah : Studi Kasus Di HPH PT HNI (Haciendawood Nusantara Industries) Long Iram*. Jurnal Penelitian ilmu-ilmu hayati (life sciences vol. 9 no. 1.

Suprayogo, D., Widiyanto, Purnomosidi, P., Widodo, R.H., Rusiana, F., Aini, Z. Z., Khasanah, N., dan Kusuma, Z. 2001. *Degradasi Sifat Fisik Tanah Sebagai Akibat Alih Guna Lahan*. Agrivita, 60-69

Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Kanisius. Yogyakarta

Syarief, S. 1986. *Ilmu Tanah Pertanian*, Pustaka Buana, Bandung.

Thierfelder, C. E. Amezquita, R. J. Thomas, and Stahr K.. 2002. *Characterization of the phenomenon of soil crusting and sealing in the Andean Hillsides of Colombia: physical and chemical constrain*. Proceeding 12 th ISCO Conference. Beijing 2002.

Utomo, W H. 1994. *Erosi dan Konservasi Tanah*. IKIP Malang. Malang.

Victor, B. A., Reinhold, J., Karl Sthar and Morgrat. 1998. *Soil of The Tropical Forest of Leyte, Philippines II : Impact of Different Land Uses on Status of Organic Matter and Nutrient Availability*. Springer. London.

Widianti, R. 2007. *Kajian Pemadatan Lapisan Permukaan Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan Di Gampingan, Pagak*. Skripsi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang

www.walhi.or.id, diakses tanggal 8 Februari 2007

Zhang, X. C. and Miller W. P. 1996. *Physical and chemical crusting processes affecting runoff and erosion in furrows*. Soil Sci. Soc. Am J. 60:860-865.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran



Lampiran 3. Tes pengaruh antar subjek

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Corganik						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	1229,824	1	1229,824	85,413	,072
	Error	14,097	,979	14,399(a)		
LAHAN	Hypothesis	68,990	3	22,997	8,073	,101
	Error	6,134	2,153	2,849(b)		
DALAM	Hypothesis	14,545	1	14,545	5,012	,144
	Error	6,326	2,180	2,902(c)		
LERENG	Hypothesis	,720	2	,360	5,295	,950
	Error	1,067E-03	1,568E-02	6,802E-02(d)		
LAHAN * DALAM	Hypothesis	9,861	3	3,287	3,686	,082
	Error	5,350	6	,892(e)		
LAHAN * LERENG	Hypothesis	2,719	6	,453	,508	,785
	Error	5,350	6	,892(e)		
DALAM * LERENG	Hypothesis	1,013	2	,506	,568	,594
	Error	5,350	6	,892(e)		
LAHAN * DALAM * LERENG	Hypothesis	5,350	6	,892	6,411	,000 **
	Error	6,677	48	,139(f)		

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Berat isi						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	35,751	1	35,751	269,878	,040 *
	Error	,131	,988	,132(a)		
LAHAN	Hypothesis	,579	3	,193	21,775	,002 **
	Error	5,065E-02	5,717	8,860E-03(b)		
LERENG	Hypothesis	8,311E-03	2	4,156E-03	,506	,635
	Error	3,581E-02	4,358	8,217E-03(c)		
DALAM	Hypothesis	,133	1	,133	14,288	,021 *
	Error	3,609E-02	3,871	9,324E-03(d)		
LAHAN * LERENG	Hypothesis	2,662E-02	6	4,437E-03	3,963	,059
	Error	6,718E-03	6	1,120E-03(e)		
LAHAN * DALAM	Hypothesis	1,663E-02	3	5,543E-03	4,951	,046*
	Error	6,718E-03	6	1,120E-03(e)		
LERENG * DALAM	Hypothesis	9,801E-03	2	4,900E-03	4,377	,067
	Error	6,718E-03	6	1,120E-03(e)		
LAHAN * LERENG * DALAM	Hypothesis	6,718E-03	6	1,120E-03	,383	,886
	Error	,140	48	2,920E-03(f)		

Lanjutan Lampiran 3. Tes pengaruh antar subjek

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: KHJ						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	55,504	1	55,504	14,516	,155
	Error	3,991	1,044	3,824(a)		
LAHAN	Hypothesis	23,399	3	7,800	15,772	,023 *
	Error	1,521	3,076	,495(b)		
LERENG	Hypothesis	,202	2	,101	3,222	,530
	Error	1,481E-02	,473	3,135E-02(c)		
DALAM	Hypothesis	3,742	1	3,742	8,646	,080
	Error	1,031	2,383	,433(d)		
LAHAN * LERENG	Hypothesis	,487	6	8,109E-02	1,173	,426
	Error	,415	6	6,912E-02(e)		
LAHAN * DALAM	Hypothesis	1,448	3	,483	6,981	,022 *
	Error	,415	6	6,912E-02(e)		
LERENG * DALAM	Hypothesis	3,876E-02	2	1,938E-02	,280	,765
	Error	,415	6	6,912E-02(e)		
LAHAN * LERENG * DALAM	Hypothesis	,415	6	6,912E-02	,931	,482
	Error	3,565	48	7,428E-02(f)		

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Penetrasi						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	13989,069	1	13989,069	193,988	,059
	Error	64,637	,896	72,113(a)		
LAHAN	Hypothesis	1694,948	3	564,983	2,447	,227
	Error	766,673	3,320	230,923(b)		
LERENG	Hypothesis	44,100	2	22,050	,639	,576
	Error	131,599	3,812	34,521(c)		
DALAM	Hypothesis	72,802	1	72,802	,308	,613
	Error	812,772	3,437	236,481(d)		
LAHAN * LERENG	Hypothesis	103,093	6	17,182	3,182	,092
	Error	32,404	6	5,401(e)		
LAHAN * DALAM	Hypothesis	657,426	3	219,142	40,577	,000 **
	Error	32,404	6	5,401(e)		
LERENG * DALAM	Hypothesis	45,479	2	22,739	4,211	,072
	Error	32,404	6	5,401(e)		
LAHAN * LERENG * DALAM	Hypothesis	32,404	6	5,401	2,129	,067
	Error	121,780	48	2,537(f)		

Lanjutan Lampiran 3. Tes pengaruh antar subjek

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Ukuran						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	529,806	1	529,806	29,786	,106
	Error	18,800	1,057	17,787(a)		
LAHAN	Hypothesis	60,170	3	20,057	5,313	,084
	Error	13,221	3,502	3,775(b)		
LERENG	Hypothesis	1,126	2	,563	1,545	,303
	Error	1,762	4,834	,365(c)		
DALAM	Hypothesis	17,297	1	17,297	4,982	,112
	Error	10,333	2,976	3,472(d)		
LAHAN * LERENG	Hypothesis	2,259	6	,377	4,435	,046 *
	Error	,510	6	8,492E-02(e)		
LAHAN * DALAM	Hypothesis	10,451	3	3,484	41,023	,000 **
	Error	,510	6	8,492E-02(e)		
LERENG * DALAM	Hypothesis	,146	2	7,289E-02	,858	,470
	Error	,510	6	8,492E-02(e)		
LAHAN * LERENG * DALAM	Hypothesis	,510	6	8,492E-02	,384	,886
	Error	10,610	48	,221(f)		

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Kemantapan						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	883,274	1	883,274	88,496	,047
	Error	11,743	1,177	9,981(a)		
LAHAN	Hypothesis	87,889	3	29,296	20,183	,014 *
	Error	4,699	3,237	1,452(b)		
LERENG	Hypothesis	1,706	2	,853	7,027	,242
	Error	,130	1,072	,121(c)		
DALAM	Hypothesis	9,182	1	9,182	7,158	,089
	Error	3,277	2,555	1,283(d)		
LAHAN * LERENG	Hypothesis	1,336	6	,223	1,434	,336
	Error	,932	6	,155(e)		
LAHAN * DALAM	Hypothesis	4,152	3	1,384	8,912	,013 *
	Error	,932	6	,155(e)		
LERENG * DALAM	Hypothesis	,108	2	5,396E-02	,347	,720
	Error	,932	6	,155(e)		
LAHAN * LERENG * DALAM	Hypothesis	,932	6	,155	,692	,657
	Error	10,769	48	,224(f)		

Lanjutan Lampiran 3. Tes pengaruh antar subjek

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Pasir						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	160485,391	1	160485,391	737,830	,002 **
	Error	418,361	1,923	217,510(a)		
LAHAN	Hypothesis	2162,921	3	720,974	2,099	,292
	Error	940,179	2,737	343,462(b)		
LERENG	Hypothesis	262,727	2	131,364	5,826	,445
	Error	11,538	,512	22,547(c)		
DALAM	Hypothesis	123,567	1	123,567	,344	,599
	Error	1063,680	2,958	359,607(d)		
LAHAN * LERENG	Hypothesis	127,651	6	21,275	,589	,732
	Error	216,895	6	36,149(e)		
LAHAN * DALAM	Hypothesis	1075,006	3	358,335	9,913	,010 *
	Error	216,895	6	36,149(e)		
LERENG * DALAM	Hypothesis	74,842	2	37,421	1,035	,411
	Error	216,895	6	36,149(e)		
LAHAN * LERENG * DALAM	Hypothesis	216,895	6	36,149	1,456	,214
	Error	1192,004	48	24,833(f)		

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Debu						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	120142,138	1	120142,138	172,655	,022 *
	Error	936,746	1,346	695,852(a)		
LAHAN	Hypothesis	1152,366	3	384,122	1,109	,485
	Error	850,615	2,457	346,223(b)		
LERENG	Hypothesis	339,381	2	169,690	6,707	,575
	Error	7,237	,286	25,301(c)		
DALAM	Hypothesis	586,086	1	586,086	1,497	,308
	Error	1186,281	3,031	391,414(d)		
LAHAN * LERENG	Hypothesis	88,408	6	14,735	,299	,917
	Error	296,155	6	49,359(e)		
LAHAN * DALAM	Hypothesis	1142,543	3	380,848	7,716	,018 *
	Error	296,155	6	49,359(e)		
LERENG * DALAM	Hypothesis	119,850	2	59,925	1,214	,361
	Error	296,155	6	49,359(e)		
LAHAN * LERENG * DALAM	Hypothesis	296,155	6	49,359	1,460	,212
	Error	1622,842	48	33,809(f)		

Lanjutan Lampiran 3. Tes pengaruh antar subjek

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Liat						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	10263,051	1	10263,051	60,635	,085
	Error	164,891	,974	169,259(a)		
LAHAN	Hypothesis	475,818	3	158,606	6,821	,138
	Error	44,589	1,918	23,251(b)		
LERENG	Hypothesis	6,087	2	3,043	,355	,808
	Error	3,863	,450	8,583(c)		
DALAM	Hypothesis	171,433	1	171,433	30,435	,607
	Error	,857	,152	5,633(d)		
LAHAN * LERENG	Hypothesis	137,016	6	22,836	1,173	,426
	Error	116,822	6	19,470(e)		
LAHAN * DALAM	Hypothesis	59,656	3	19,885	1,021	,447
	Error	116,822	6	19,470(e)		
LERENG * DALAM	Hypothesis	10,435	2	5,218	,268	,774
	Error	116,822	6	19,470(e)		
LAHAN * LERENG * DALAM	Hypothesis	116,822	6	19,470	1,294	,278
	Error	722,206	48	15,046(f)		

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: pF 0						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	31,148	1	31,148	2594,977	,004 **
	Error	1,536E-02	1,280	1,200E-02(a)		
LAHAN	Hypothesis	,386	3	,129	8,699	,050 *
	Error	4,642E-02	3,138	1,480E-02(b)		
LERENG	Hypothesis	3,487E-03	2	1,744E-03	2,383	,586
	Error	3,130E-04	,428	7,318E-04(c)		
DALAM	Hypothesis	1,054E-02	1	1,054E-02	,814	,447
	Error	3,145E-02	2,429	1,295E-02(d)		
LAHAN * LERENG	Hypothesis	1,273E-02	6	2,122E-03	1,273	,389
	Error	1,000E-02	6	1,667E-03(e)		
LAHAN * DALAM	Hypothesis	4,302E-02	3	1,434E-02	8,601	,014 *
	Error	1,000E-02	6	1,667E-03(e)		
LERENG * DALAM	Hypothesis	5,541E-04	2	2,771E-04	,166	,851
	Error	1,000E-02	6	1,667E-03(e)		
LAHAN * LERENG * DALAM	Hypothesis	1,000E-02	6	1,667E-03	,380	,888
	Error	,211	48	4,389E-03(f)		

Lanjutan Lampiran 3. Tes pengaruh antar subjek

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: pF 2,5						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	7,916	1	7,916	12808,057	,330
	Error	1,102E-04	,178	6,180E-04(a)		
LAHAN	Hypothesis	3,996E-02	3	1,332E-02	2,481	,260
	Error	1,378E-02	2,567	5,369E-03(b)		
LERENG	Hypothesis	3,416E-03	2	1,708E-03	2,112	,515
	Error	5,384E-04	,666	8,087E-04(c)		
DALAM	Hypothesis	7,401E-05	1	7,401E-05	,013	,917
	Error	1,627E-02	2,820	5,770E-03(d)		
LAHAN * LERENG	Hypothesis	4,576E-03	6	7,626E-04	,682	,673
	Error	6,707E-03	6	1,118E-03(e)		
LAHAN * DALAM	Hypothesis	1,717E-02	3	5,724E-03	5,121	,043 *
	Error	6,707E-03	6	1,118E-03(e)		
LERENG * DALAM	Hypothesis	2,328E-03	2	1,164E-03	1,041	,409
	Error	6,707E-03	6	1,118E-03(e)		
LAHAN * LERENG * DALAM	Hypothesis	6,707E-03	6	1,118E-03	1,282	,283
	Error	4,184E-02	48	8,717E-04(f)		

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Porositas						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	311511,716	1	311511,716	2624,733	,004 **
	Error	152,894	1,288	118,683(a)		
LAHAN	Hypothesis	3866,616	3	1288,872	8,688	,050
	Error	466,456	3,144	148,356(b)		
LERENG	Hypothesis	35,292	2	17,646	2,362	,580
	Error	3,319	,444	7,470(c)		
DALAM	Hypothesis	103,800	1	103,800	,800	,451
	Error	315,654	2,432	129,801(d)		
LAHAN * LERENG	Hypothesis	127,911	6	21,318	1,283	,385
	Error	99,672	6	16,612(e)		
LAHAN * DALAM	Hypothesis	430,950	3	143,650	8,647	,013 *
	Error	99,672	6	16,612(e)		
LERENG * DALAM	Hypothesis	5,526	2	2,763	,166	,851
	Error	99,672	6	16,612(e)		
LAHAN * LERENG * DALAM	Hypothesis	99,672	6	16,612	,379	,889
	Error	2105,069	48	43,856(f)		

Lanjutan Lampiran 3. Tes pengaruh antar subjek

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: Pori Makro						
Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	76611,332	1	76611,332	1077,203	,067
	Error	45,499	,640	71,121(a)		
LAHAN	Hypothesis	2009,627	3	669,876	2,365	,257
	Error	802,023	2,831	283,277(b)		
LERENG	Hypothesis	20,423	2	10,211	,521	,751
	Error	10,176	,520	19,586(c)		
DALAM	Hypothesis	86,724	1	86,724	,313	,619
	Error	749,405	2,701	277,483(d)		
LAHAN * LERENG	Hypothesis	189,654	6	31,609	,835	,584
	Error	227,028	6	37,838(e)		
LAHAN * DALAM	Hypothesis	868,517	3	289,506	7,651	,018 *
	Error	227,028	6	37,838(e)		
LERENG * DALAM	Hypothesis	51,631	2	25,815	,682	,541
	Error	227,028	6	37,838(e)		
LAHAN * LERENG * DALAM	Hypothesis	227,028	6	37,838	,641	,697
	Error	2833,431	48	59,030(f)		



Lampiran 6. Deskripsi Profil Pada Titik Pengamatan

Metode Pengamatan	: Profil
Lokasi	: Desa Sumberbrantas
Ketinggian	: 1760 m dpl
Lereng	: 0 – 40 %
Bahan Induk	: Vulkanik
Drainase	: Baik, run off sangat lambat, permeabilitas cepat
Penggunaan Lahan	: Hutan Alami
Vegetasi	: Hutan : kayu putih, dadap, cemara, sengon laut, pinus <i>merkusii</i>
Pengelolaan	: Tanpa olah tanah dan tanpa penyiangan

A₁ (0 – 12 cm) Coklat sangat gelap (10YR 2/2) lembab; lempung liat berpasir, medium; granuler, sedang; gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro banyak, pori meso banyak, pori mikro banyak; akar kasar banyak, akar halus banyak; batas jelas, rata

A₂ (12 – 23 cm) Coklat sangat gelap (10 YR 2/2) lembab; lempung, medium; granuler, sedang; gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro banyak, meso banyak, pori mikro banyak; akar kasar banyak, akar halus banyak; batas jelas, rata

2A₁ (23 - 27 cm) Coklat sangat gelap (10YR 2/2) lembab; lempung liat berpasir, medium; gumpal membulat, sedang; gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro banyak, pori meso sedang, pori mikro sedang; akar kasar banyak, akar halus banyak; batas jelas, rata

2A₂ (37 – 58 cm) Coklat sangat gelap (10YR 2/2) lembab; lempung hingga lempung liat berpasir, medium; gumpal membulat, sedang; gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro banyak, pori meso sedang, pori mikro sedang; akar kasar sedang, akar halus sedikit; batas jelas, rata

AB (58 – 81 cm) Coklat sangat gelap (10YR 2/2) lembab; lempung berliat hingga lempung liat berpasir, medium; gumpal membulat, sedang; gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro banyak, pori meso sedang, pori mikro sedang; akar kasar sedang; batas jelas, rata

2B (81 – 114 cm) Coklat gelap (10 YR 3/3) lembab; lempung berpasir, medium; gumpal membulat, lemah; agak lekat, agak plastis; pori makro sedang, pori meso sedang, pori mikro sedang; akar kasar banyak; batas baur

3B (114 – 138 cm) Coklat (10 YR 4/3) lembab; lempung liat berpasir hingga lempung berliat; gumpal membulat, sedang; agak lekat, agak plastis; pori makro sedang, pori meso sedang, pori mikro sedang; akar kasar banyak.

Epipedon	: Melanik
Endopedon	: kambik
Ordo	: Andisols
Sub ordo	: Udands
Group	: melanudands
Sub Group	: Typic Melanudands

Lanjutan Lampiran 6. Deskripsi Profil Pada Titik Pengamatan

Metode Pengamatan	: Profil
Lokasi	: Desa Sumberbrantas
Ketinggian	: 1760 m dpl
Lereng	: 0 – 40 %
Bahan Induk	: Vulkanik
Drainase	: Sedang, run off sedang, permeabilitas sedang
Penggunaan Lahan	: Kebun
Vegetasi	: Apel varietas apel ana (<i>Malus sylvestris.L</i>)
Pengelolaan	: Menggunakan teras bangku, konservasi tidak sesuai kontur

Ap (0 – 17 cm) Coklat sangat gelap (10YR 2/2) lembab; lempung berliat, halus; gumpal membulat, halus; gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro banyak, pori meso banyak, pori mikro banyak; akar kasar sedang, akar halus banyak; batas baur

A (17 – 40 cm) Coklat gelap keabu-abuan (10 YR 3/2) lembab, lempung berliat, gumpal membulat; sedang; gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro banyak, pori meso banyak, pori mikro sedikit; akar kasar sedang, akar halus sedikit; batas jelas, rata

B₁ (40 – 60 cm) Coklat gelap keabu-abuan (10 YR 3/2) lembab, lempung berdebu, medium; gumpal membulat; sedang; gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro banyak, pori meso sedang, pori mikro sedikit; akar kasar banyak, akar halus sedikit; batas jelas, tidak teratur

B₂ (60 – 78 cm) Coklat gelap keabu-abuan (10 YR 3/2) lembab; lempung berdebu, gumpal membulat, sedang; gembur, tidak lekat, agak plastis; pori makro banyak, pori meso sedang, pori mikro sedang; akar halus sedikit, akar kasar sedikit,; batas jelas, rata

B₃ (78 – 100 cm) Coklat gelap(10 YR 3/3) lembab; lempung berdebu, gumpal membulat, sedang; kasar, gembur, agak lekat, agak plastis; pori makro sedikit, pori meso sedang, pori mikro sedikit; akar halus sedikit.

Epipedon	: Melanik
Endopedon	: kambik
Ordo	: Andisols
Sub ordo	: Udands
Group	: melanudands
Sub Group	: Typic Melanudands

Lanjutan Lampiran 6. Deskripsi Profil Pada Titik Pengamatan

Metode Pengamatan	: Profil
Lokasi	: Desa Sumberbrantas
Ketinggian	: 1652 m dpl
Lereng	: 0 – 40 %
Bahan Induk	: Vulkanik
Drainase	: Baik, run off lambat, permeabilitas cepat sekali
Penggunaan Lahan	: Lahan Rumput
Vegetasi	: Rumput Gajah
Pengelolaan	: Tanpa olah tanah dan tanpa penyiangan

A₁ (0 – 8 cm) Coklat sangat gelap (10YR 2/2) lembab; lempung berdebu, sedang; granuler, sedang; gembur, agak lekat, agak plastis; pori makro banyak, pori meso banyak, pori mikro banyak; akar halus banyak, akar kasar banyak; batas jelas, rata

A₂ (8 – 40 cm) Coklat sangat gelap (10 YR 2/2) lembab; lempung, sedang; gumpal membulat, sedang; gembur, agak lekat, agak plastis; pori makro banyak, pori meso sedang, pori mikro banyak, akar halus sedang, akar kasar sedang; batas jelas, rata

B₁ (40 – 78 cm) Coklat gelap (10 YR 3/3) lembab, lempung berdebu, sedang; gumpal membulat, sedang; gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro sedang, meso sedang, pori mikro banyak, akar halus sedang, akar kasar banyak; batas jelas, berombak

B₂ (78 – 120 cm) Coklat gelap (10 YR 3/3) lembab, lempung berpasir, sedang; gumpal membulat, sedang; gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro banyak, pori meso sedang, pori mikro banyak; akar halus sedang, akar kasar sedang; batas jelas, rata

B₃ (> 120 cm) Coklat gelap (10 YR 3/3) lembab, lempung, sedang; gumpal membulat, sedang; gembur, gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro sedikit, pori meso sedang, pori mikro sedang; akar halus sedikit

Epipedon	: Melanik
Endopedon	: kambik
Ordo	: Andisols
Sub ordo	: Udands
Group	: melanudands
Sub Group	: Typic Melanudands

Lanjutan Lampiran 6. Deskripsi Profil Pada Titik Pengamatan

Metode Pengamatan	: Profil
Lokasi	: Desa Sumberbrantas
Ketinggian	: 1687 m dpl
Lereng	: 0 – 45 %
Bahan Induk	: Vulkanik
Drainase	: Agak Buruk, run off cepat, permeabilitas sedang
Penggunaan Lahan	: Tegal (awalnya merupakan hutan yang dialihgunakan menjadi tegal)
Vegetasi	: Sawi Putih (<i>Brassica pekinensis Rupr</i>)
Pengelolaan	: Guludan dibuat searah lereng

Ap (0 – 16 cm) Coklat sangat gelap (10YR 2/2) lembab, lempung berpasir, sedang; gumpal membulat, sedang; gembur; tidak lekat, agak plastis; pori makro sedikit, pori meso sedang, pori mikro banyak; akar halus sedang, akar kasar sedikit; batas berangsur, berombak

BA (16 – 30 cm) Coklat sangatgelap (10 YR 2/2) lembab, lempung berpasir, sedang; gumpal membulat, sedang; gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro sedang, pori meso banyak, pori mikro sedikit, akar halus sedikit, akar kasar sedang; batas jelas, rata

B₁ (30 – 55 cm) Coklat tua kekuningan (10 YR 3/4) lembab; lempung berdebu; gumpal membulat, sedang; gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro banyak, pori meso sedang, pori mikro sedikit, akar halus sedikit, akar kasar banyak; batas nyata, tidak teratur.

B₂ (55 – 78 cm) Coklat gelap keabu-abuan (10 YR 3/2) lembab; lempung berdebu; gumpal membulat, sedang; gembur, agak lekat, agak plastis; pori makro banyak, meso sedang, pori mikro sedang, akar halus sedikit, akar kasar sedikit; batas jelas, rata.

B₃ (78 – 100 cm) Coklat gelap (10 YR 3/3) lembab; lempung berdebu; gumpal membulat, sedang; gembur; agak lekat, agak plastis; pori makro sedikit, meso sedang, pori mikro sedikit, akar halus sedikit

Epipedon	: molik
Endopedon	: kambik
Ordo	: Andisols
Sub ordo	: Udands
Group	: Hapludands
Sub Group	: Typic Hapludands