

**ANALISIS KEMANTAPAN AGREGAT TANAH PADA SISTEM
AGROFORESTRI BERBASIS KOPI DENGAN TINGKAT PERBEDAAN
KERAPATAN KANOPI PENAUUNG DI UB FOREST,
KABUPATEN MALANG**

Oleh
PUSPITA DEWI RACHMANITA R



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019**



**ANALISIS KEMANTAPAN AGREGAT TANAH PADA SISTEM
AGROFORESTRI BERBASIS KOPI DENGAN TINGKAT PERBEDAAN
KERAPATAN KANOPI PENAUANG DI UB FOREST,
KABUPATEN MALANG**

Oleh
PUSPITA DEWI RACHMANITA R
155040201111070

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2019**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, November 2019

Puspita Dewi Rachmanita R.



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul penelitian : Analisis Kemantapan Agregat Tanah pada Sistem

Agroforestri Berbasis Kopi dengan Tingkat Perbedaan

Kerapatan Kanopi Penaung Di UB Forest, Kabupaten

Malang

Nama Mahasiswa : Puspita Dewi Rachmanita R.

NIM : 155040201111070

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi



Disetujui
Pembimbing Utama,

Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU.

NIP. 19580214 198503 1 003

Diketahui,
Ketua Jurusan

Syahrul Kurniawan, SP., MP., Ph.D

NIP. 19791018 200501 1 002

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Retno Suntari, MS.
NIP. 19580503 198303 2 002

Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU.
NIP. 19580214 198503 1 003

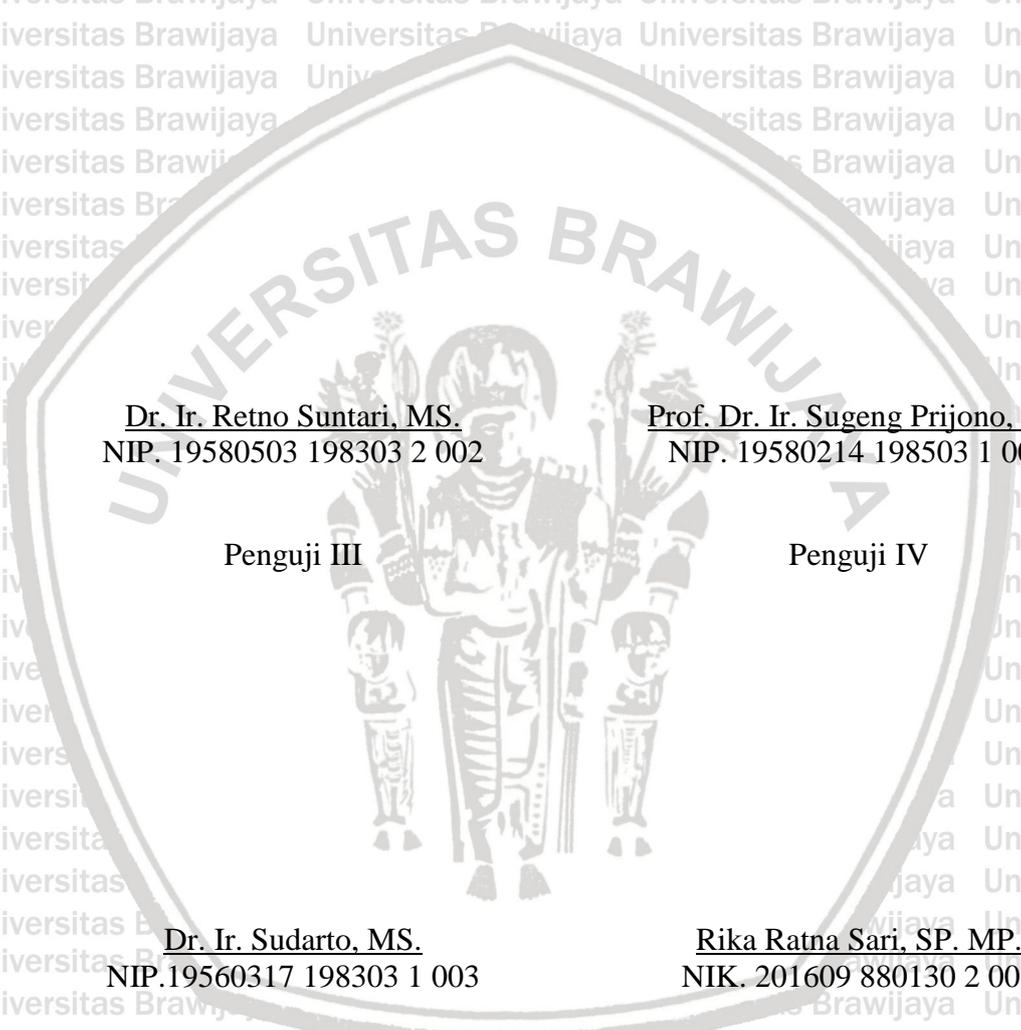
Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Sudarto, MS.
NIP. 19560317 198303 1 003

Rika Ratna Sari, SP. MP.
NIK. 201609 880130 2 001

Tanggal Lulus :



RINGKASAN

Puspita Dewi Rachmanita R. 155040201111070. Analisis Kemantapan Agregat Tanah pada Sistem Agroforestri Berbasis Kopi dengan Tingkat Perbedaan Kerapatan Kanopi Penaung Di UB *Forest*, Kabupaten Malang. Dibawah Bimbingan Sugeng Prijono.

Sistem penggunaan lahan merupakan suatu sistem yang memanfaatkan potensi dari suatu lahan atas campur tangan manusia untuk memenuhi kebutuhan. Luas penggunaan lahan hutan di Indonesia pada tahun 2009 berkisar 87.074 ribu ha dan pada tahun 2013 yaitu 82.487 ribu ha. Menurunnya luas penggunaan lahan tersebut diduga salah satu akibat yaitu pertumbuhan penduduk yang meningkat sehingga terjadi perubahan penggunaan lahan guna memenuhi kebutuhan hidup. Perubahan yang terjadi menimbulkan dampak pada lingkungan, diantaranya degradasi lahan, yang disebabkan oleh penerapan penggunaan lahan tanpa memperhatikan kemampuan lahan tersebut. Degradasi dicirikan dengan penurunan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Secara fisik degradasi lahan dapat terjadi dalam bentuk kerusakan struktur yang dimulai dengan penurunan kestabilan agregat tanah. Penerapan sistem agroforestri dengan berbagai komponen vegetasi diduga mampu memperbaiki kondisi struktur melalui jumlah masukan bahan organik, sesuai dengan hasil seresah serta pertumbuhan akar di dalam tanah. Kemantapan struktur tanah mampu diperbaiki dengan peningkatan bahan organik tanah. Bahan organik dengan sifat yang agak plastis membantu meningkatkan proses agregasi tanah, indeks stabilitas agregat dan nilai porositas tanah, dengan cara menjadikan struktur tanah dan agregat tanah lebih mantap. Penelitian ini menganalisis kemantapan agregat tanah pada lahan agroforestri dengan berbagai tingkat kerapatan kanopi yang memiliki jumlah bahan organik berbeda.

Penelitian dilaksanakan menggunakan metode survei dengan Rancangan Petak Tersarang atau disebut dengan *Nested Design*. Terdapat perlakuan kerapatan kanopi tanaman dengan tiga kategori yaitu <40%, 40% - 70%, dan >70%. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan kedalaman tanah yaitu 0-20 cm, 20-40 cm, dan 40-60 cm yang tersarang pada tiap perlakuan. Persentase kerapatan kanopi diukur menggunakan aplikasi pada *smartphone* yaitu Canopyapp. Analisis laboratorium yang terdiri dari analisis Berat Isi, Berat Jenis, C-organik, Kemantapan Agregat, Tekstur dan Kerapatan Akar. Analisis kemantapan agregat dilakukan menggunakan metode ayakan basah dengan bejana dan serangkaian susunan ayakan (4,75; 2; 1; 0,5; 0,25 mm).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kerapatan kanopi mempengaruhi karakteristik tanah dan kemantapan agregat tanah pada suatu lahan. Nilai berat isi, berat jenis, kemantapan agregat, porositas, C-organik, dan kerapatan akar memberikan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap tingkat kerapatan kanopi. Ketebalan seresah meningkat seiring dengan meningkatnya kerapatan kanopi, seperti pada lahan dengan kerapatan kanopi >70% memiliki tebal seresah lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan kanopi <40%. Seresah yang dihasilkan pada masing-masing plot berbeda sehingga bahan organik yang diperoleh berbeda. Hal tersebut memberikan pengaruh terhadap struktur tanah yang akan mengalami proses agregasi. Ketiga plot pengamatan memiliki struktur yang sangat stabil sekali, namun diantaranya memiliki selisih nilai yang tinggi karena kandungan bahan

organik yang berbeda sehingga proses agregasi yang terjadi tiap plot berbeda. Adanya bahan organik mampu memperbaiki struktur tanah dengan melekatkan antar partikel tanah, meningkatkan aktivitas organisme sehingga memberikan ruang pada tanah. Kondisi agregat yang baik sebagai indikator struktur tanah baik, dengan begitu meningkatkan kemampuan tanah akan pergerakan air dan aerasi di dalam tanah.



SUMMARY

Puspita Dewi Rachmanita R. 155040201111070. Analysis of Soil Aggregates Stability in Coffee-Based Agroforestry Systems with Different Canopy Density Level in UB Forest, Malang Regency. Supervised by Sugeng Priyono.

Land use system is a system that utilizes the potential of a land on human intervention to meet the needs. Extensive use of forest land in Indonesia is around 87.074 ha in 2009 and 82.487 ha in 2012. The reduced area of land use is allegedly one of the consequences that increasing population growth, so there's a change of land use in order to meet the needs of life. The changes that occur have an impact on the environment, including land degradation, which is caused by the application of land use without regard to the ability of the land. Degradation is characterized by decreasing in the physical, chemical and biological soil. Physically, land degradation can occur in the form of damage structure that begins with a decreasing soil aggregate stability. Implementation of agroforestry systems with various components of vegetation allegedly able to improve the condition of the structure through the amount of organic material input, according to the results of crop residues and root growth in the soil. The stability of the soil structure is able to be improved with an increasing soil organic matter. Organic materials with properties a bit plastically can help to improve soil aggregation process, the index of aggregate stability and soil porosity values, by making the soil structure and more stable soil aggregates. This study is analyzed the soil aggregate stability in agroforestry, with various levels of canopy density which has a different amount of organic material

The experiment was conducted using a survey method with Nested Design. There is a canopy density treatment with three categories: <40%, 40% - 70%, and >70%. Sampling was done based on the soil depth is 0-20 cm, 20-40 cm and 40-60 cm nested in each canopy treatment. The percentage of canopy density was measured using a smartphone application which is Canopyapp. Laboratory analysis consists of the analysis of bulk density, particle density, C-organic, aggregate stability, texture and density of the root. Aggregate stability analysis was performed using a wet sieve method with vessel and a series arrangement of sieve (4.75; 2; 1; 0.5; 0.25 mm).

The results showed that the level of canopy density influence on soil characteristics and soil aggregate stability in an area. Bulk density value, particle density, aggregate stability, porosity, C-organic, and density of roots give significantly different results ($p < 0.05$) on the density of the canopy. The crop residues in each plot is different so different organic materials is obtained. Crop residues thickness increases along with increasing canopy density, such as on land with a canopy density of > 70% has a thick crop residues higher than the canopy density <40%. That affected on the soil structure which will increase the aggregate process. Third observation plot has a very stable structure, but some of them have a high difference in value because of the different organic matter content, so that the process of aggregation that occur each plot is different. The presence of organic material is able to improving soil structure by embedding between soil particles, increases the activity of organisms that provide space on the ground. Good condition of aggregate show good soil structure, therefore improving the soil's ability to be the movement of water and aeration in the soil.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat karunia serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Analisis Kemantapan Agregat Tanah pada Sistem Agroforestri Berbasis Kopi dengan Tingkat Perbedaan Kerapatan Kanopi Penaung di UB Forest, Kabupaten Malang”**.

Selesainya penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT dengan segala rahmat serta karunia-Nya yang telah memberikan kekuatan dan kelancaran bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. R.R Grisdiati Boedhy Satriani, Rachman Zainal, dan Eka Putri Rachmanita. Peran keluarga yang tidak pernah lupa dan tidak henti memberikan doa, dukungan, semangat, dan materi untuk menjalankan setiap langkah kehidupan. Selalu menjadi penyemangat penulis sejak masuk perkuliahan hingga akhir menyelesaikan skripsi.
3. Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberikan saran serta dukungan dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Syahrul Kurniawan, SP., MP., Ph.D selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya,
5. Winda Rizki Amalia, Winda Dwi Ariestya, Vira Fadhilah A.P, Verdiana Amarilis Kusuma Putri dan Nabila Widya Safitri yang menemani dan mendengarkan keluh kesah penulis serta sudah memberikan dukungan dan doa meskipun terpisah oleh jarak.
6. Ananda Pratiwi Maharani, Wardhatul Qhoiria, Sari Tri Handayani, Meka Lianasari selaku teman seperbimbingan dengan satu penelitian, terima kasih sudah banyak membantu dalam melalui proses dan penyusunan skripsi.
7. Ramalia Kartika Murti, Hananin Dyah Palupi, Listyayu Satwiken R.P, Gali Gusira, Aan Haidirianto, Yan Rivano, Edo Eko, Bachtiar Arby Retnanda, selaku manusia dengan hati baik dan kejam, terima kasih kepada kalian yang sudah menemani, membantu dan direpotkan oleh penulis selama ini.

8. Najla Thufailla Anessa, Siti Khodijah, Maurizka Khoirotun Nisa'a, Fitri Nanda Hadianti dan Natasya Satriasari, selaku Wonder Woman yang menemani, mendukung dan memberi semangat kepada penulis.

9. Seluruh teman-teman SOIL15T, staf akademik serta Bapak dan Ibu Laboran Jurusan Tanah Fakultas Pertanian yang senantiasa membantu dan memberikan dukungan serta saran dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan untuk perbaikan selanjutnya dari skripsi ini.

Malang, November 2019

Penulis.



RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Puspita Dewi Rachmanita R, dilahirkan di Jakarta pada tanggal 17 bulan Desember tahun 1997. Penulis lahir sebagai anak kedua dari pasangan Bapak Rachman Zainal dan Ibu RR Grisdiati Boedhy Satriani. Penulis memiliki seorang kakak perempuan bernama Eka Putri Rachmanita. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SDN Jakasetia IV Bekasi Selatan pada tahun 2003 hingga tahun 2009. Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 12 Bekasi pada tahun ajaran 2009 hingga tahun 2012.

Penulis masuk jenjang Sekolah Menengah Atas di SMAI PB Soedirman 1 Bekasi dengan minat IPA, mulai tahun ajaran 2012 hingga tahun 2015. Tahun 2015 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 dalam Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur dan pada tahun 2017 penulis tercatat sebagai mahasiswa jurusan Ilmu Tanah.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi salahsatu bagian dari divisi beberapa rangkaian acara jurusan yaitu GATRAKSI 2018, SLASH 2018, pelatihan GIS dan Survei Tanah. Penulis pernah melakukan kegiatan magang kerja di Balai Penelitian Tanah, Bogor.

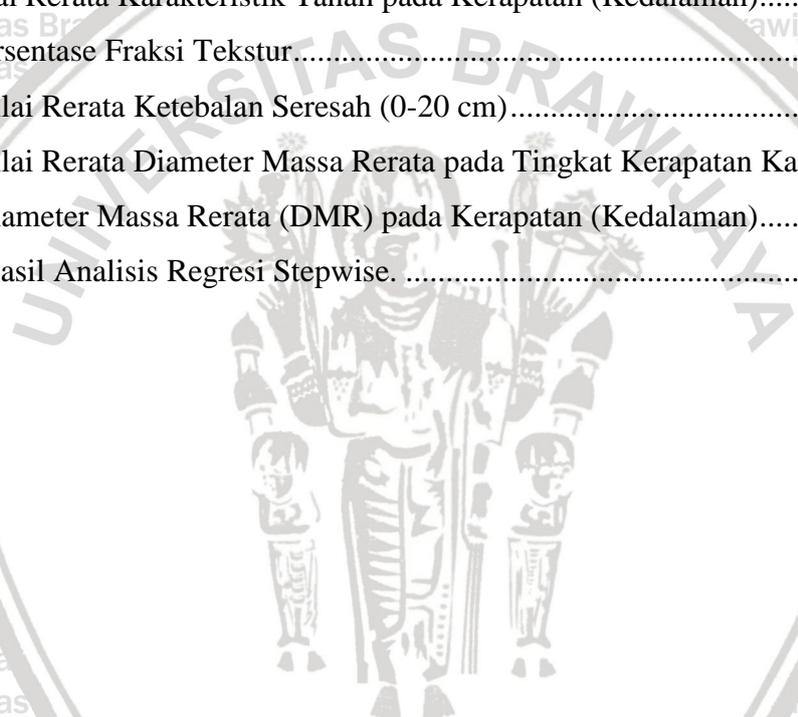
DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	iv
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Hipotesis Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Alur Pikir	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Agroforestri	5
2.2 Tanaman Kopi (<i>Coffea sp.</i>)	6
2.3 Pengaruh Agroforestri Terhadap Sifat Fisik Tanah	7
2.4 Kemantapan Agregat	8
III. METODE PENELITIAN	11
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Variabel Pengamatan	12
3.4 Metode Pelaksanaan	12
3.5 Tahapan Penelitian	12
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Kondisi Umum Wilayah	19
4.2 Karakteristik Tanah	20
4.3 Kemantapan Agregat Tanah (DMR)	27
4.4 Pembahasan Umum	29
V. KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Klasifikasi Kemantapan Agregat Tanah	9
2.	Klasifikasi Kandungan C-organik.....	10
3.	Alat dan Bahan yang digunakan	11
4.	Variabel Pengamatan pada Pelaksanaan Penelitian	12
5.	Perlakuan dalam Penelitian	12
6.	Persentase Kerapatan Kanopi	14
7.	Nilai Rerata Karakteristik Tanah pada Tingkat Kerapatan Kanopi	20
8.	Nilai Rerata Karakteristik Tanah pada Kerapatan (Kedalaman).....	20
9.	Persentase Fraksi Tekstur.....	21
10.	Nilai Rerata Ketebalan Seresah (0-20 cm).....	25
11.	Nilai Rerata Diameter Massa Rerata pada Tingkat Kerapatan Kanopi.....	27
12.	Diameter Massa Rerata (DMR) pada Kerapatan (Kedalaman).....	28
13.	Hasil Analisis Regresi Stepwise.	31



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur Pikir Penelitian.....	4
2.	Kegiatan Persiapan Lahan.....	13
3.	Skema Plot Pengamatan.....	13
4.	Langkah Kerja Analisis Kerapatan Akar.....	16
5.	Langkah Kerja Analisis Kemantapan Agregat.....	17
6.	Peta Lokasi Titik Pengamatan.....	19



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Sketsa Titik Pengamatan.....	39
2.	Hasil Analisis ANOVA Data Karakteristik Tanah.....	40
3.	Hasil Uji Lanjut Data Karakteristik Tanah.....	42
4.	Hasil Korelasi Parameter.....	45
5.	Hasil Analisis Regresi Stepwise.....	45
6.	Data Karakteristik Tanah.....	46
7.	Hasil Perhitungan Diameter Massa Rerata.....	49
8.	Data Karakteristik Lahan.....	52
9.	Dokumentasi Kegiatan.....	53



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul penelitian : Analisis Kemantapan Agregat Tanah pada Sistem
Agroforestri Berbasis Kopi dengan Tingkat Perbedaan
Kerapatan Kanopi Penaung Di UB *Forest*, Kabupaten
Malang

Nama Mahasiswa : Puspita Dewi Rachmanita R.

NIM : 155040201111070

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui
Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU.
NIP. 19580214 198503 1 003

Diketahui,
Ketua Jurusan



Syahrul Kamliawan, SP., MP., Ph.D
NIP. 19791018 200501 1 002

Tanggal Persetujuan: 11 NOV 2019

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I



Dr. Ir. Retno Suntari, MS.
NIP. 19580503 198303 2 002

Penguji II



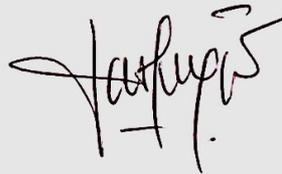
Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU.
NIP. 19580214 198503 1 003

Penguji III



Dr. Ir. Sudarto, MS.
NIP. 19560317 198303 1 003

Penguji IV



Rika Ratna Sari, SP. MP.
NIK. 201609 880130 2 001

Tanggal Lulus : ...**29 NOV 2019**...

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan lahan adalah segala bentuk campur tangan manusia terhadap suatu kelompok sumber daya alam dan sumber daya buatan, dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan baik material maupun spiritual, ataupun keduanya (Su Ritohardoyo, 2002). Dengan kata lain sistem penggunaan lahan merupakan suatu sistem yang memanfaatkan potensi dari suatu lahan atas campur tangan manusia untuk memenuhi kebutuhan. Indonesia tercatat memiliki luas daratan berkisar 180.177 ribu ha, dengan luas penggunaan lahan hutan pada tahun 2009 berkisar 87.074 ribu ha dan pada tahun 2013 yaitu 82.487 ribu ha (Purba *et al.*, 2014). Menurunnya nilai luas penggunaan lahan hutan tersebut diduga sebagai salah satu akibat dari meningkatnya pertumbuhan penduduk sehingga terjadi perubahan penggunaan lahan dari lahan pertanian menjadi lahan non pertanian dengan tujuan memenuhi kebutuhan hidup. Perubahan yang terjadi memberikan dampak pada lingkungan, salah satu dampak yang terjadi yaitu penurunan kualitas sumber daya lahan atau disebut dengan degradasi lahan.

Degradasi lahan terjadi akibat penerapan penggunaan lahan tanpa memperhatikan kemampuan lahan tersebut, seperti halnya menurut Rahim (2000) bahwa tekanan penggunaan lahan yang melebihi daya dukung lahan menyebabkan terjadinya kerusakan lahan (seperti erosi). Sitorus *et al.* (2011) menyampaikan bahwa terjadinya degradasi lahan dicirikan penurunan sifat fisik, kimia, dan biologi. Secara fisik, degradasi lahan terjadi dalam bentuk pemadatan, pergerakan, ketidaksetimbangan air, terhambatnya aerasi dan drainase, serta kerusakan struktur tanah (Wahyunto dan Dariah, 2014). Adanya kerusakan pada struktur tanah dimulai dengan terjadi penurunan kestabilan agregat tanah, dampak yang terjadi yaitu lingkungan pertanaman menjadi rapuh dan rentan terhadap kerusakan sehingga pertumbuhan tanaman menjadi buruk dan produktivitas menurun. Penerapan sistem agroforestri diduga mampu memperbaiki kondisi struktur tanah melalui jumlah masukan bahan organik sesuai dengan hasil seresah daun gugur yang dihasilkan dan mengalami pelapukan.

Agroforestri sebagai salah satu sistem penggunaan lahan di Indonesia diduga mampu memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik, kimia, dan biologi

tanah. *International Council for Research in Agroforestry* (ICRAF) mendefinisikan agroforestri sebagai suatu pengelolaan lahan dengan mengkombinasikan tanaman produksi (tanaman pohon-pohonan) dan tanaman hutan dan atau hewan pada unit yang sama secara bersamaan (King dan Chandler (1978) dalam Rauf (2004)). Sistem agroforestri memiliki berbagai karakteristik, salah satu contoh sistem agroforestri pada kawasan hutan Universitas Brawijaya atau *UB forest*, terdapat tanaman kopi sebagai tanaman utama dan tanaman pinus yang memiliki peran sebagai tanaman penayang sebab tinggi pohon yang melebihi tanaman kopi serta lebar kanopi yang berbeda pada masing-masing pohon tanaman pinus. Kondisi tutupan lahan tersebut memiliki tingkat kerapatan kanopi yaitu tinggi, sedang, dan rendah, yang diduga akan memberikan pengaruh pada kondisi tanah melalui guguran seresah, kualitas seresah dengan memberikan nilai berbeda pada kandungan bahan organik tanah (BOT). Keberadaan seresah mampu memberikan perlindungan terhadap permukaan tanah dari energi kinetik air hujan sehingga mampu mengurangi penyumbatan pori dan kondisi struktur tanah tetap terjaga. Berdasarkan Suprayogo *et al.* (2004), struktur tanah dapat mengalami kerusakan yang diawali dengan terjadinya penurunan tingkat kestabilan agregat tanah sebagai akibat pukulan air hujan dan limpasan permukaan.

BOT yang dihasilkan dari seresah akan memberikan pengaruh pada sifat fisik tanah atau kualitas tanah, seperti struktur tanah. Hal ini sesuai dengan Helmi. (2009), yang menyatakan bahwa struktur tanah, kemantapan struktur tanah, mampu diperbaiki dengan peningkatan bahan organik tanah akibat akumulasi residu pengolahan tanah minimum. Pengolahan tanah yang dilakukan secara berkala atau tidak intensif akan menjaga kondisi residu tanaman hingga residu tersebut mengalami pelapukan dan terdekomposisi sehingga menambah bahan organik. Kandungan bahan organik bergantung pada masukan bahan organik pada suatu lahan, baik secara sengaja dengan adanya penambahan (pengolahan) maupun masukan bahan organik dari tutupan pada suatu lahan, yang kemudian jumlah masukan bahan organik tersebut akan mempengaruhi proses agregasi pada tanah. Bahan organik menjadi sumber makanan atau energi bagi organisme tanah, semakin banyak bahan organik dalam tanah maka akan meningkatkan aktifitas organisme tanah. Peningkatan aktivitas organisme tanah akan mempercepat proses agregasi

tanah karena menurut Pratiwi (2017), organisme (seperti jamur) mengikat satu partikel tanah dengan partikel lainnya sampai membentuk agregat dan struktur tanah. Oleh sebab itu dilakukannya penelitian mengenai analisis kemantapan agregat tanah pada berbagai tingkat kerapatan kanopi untuk mengetahui peran bahan organik bagi pembentukan struktur tanah.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik tanah pada lahan agroforestri berbasis kopi di UB *Forest* dengan tingkat kerapatan kanopi berbeda?
2. Bagaimana pengaruh tingkat kerapatan kanopi terhadap nilai kemantapan agregat tanah di lahan agroforestri berbasis kopi UB *Forest*?
3. Bagaimana pengaruh bahan organik tanah terhadap kemantapan agregat?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi karakteristik tanah di lahan agroforestri berbasis kopi UB *Forest* dengan tingkat kerapatan kanopi berbeda.
2. Menganalisis pengaruh tingkat kerapatan kanopi terhadap nilai kemantapan agregat di lahan agroforestri berbasis kopi UB *Forest*.
3. Menganalisis pengaruh bahan organik terhadap kemantapan agregat tanah.

1.4. Hipotesis Penelitian

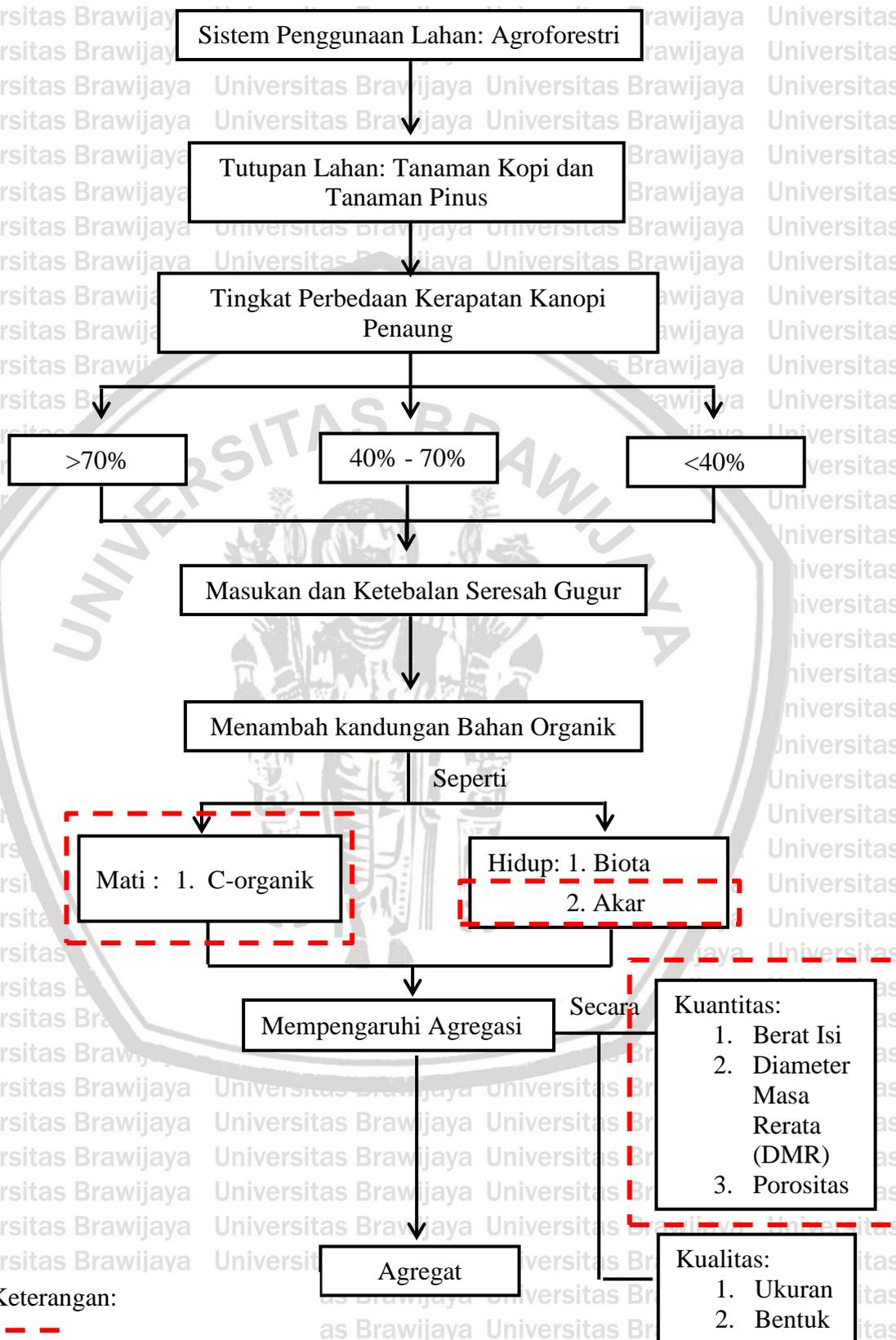
Hipotesis yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Nilai karakteristik tanah pada lahan dengan kerapatan kanopi >70% lebih baik dibandingkan lahan dengan kerapatan kanopi <40%.
2. Terdapat perbedaan nilai yang signifikan pada kemantapan agregat terhadap tingkat kerapatan kanopi.
3. Peningkatan bahan organik disertai dengan peningkatan kemantapan agregat.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilaksanakan penelitian ini, diharapkan dapat mempelajari tingkat kemantapan agregat serta bahan organik tanah pada lahan kopi dengan berbagai tingkat kerapatan kanopi. Selain itu dapat diketahui bagaimana pengaruh bahan organik terhadap kemantapan agregat.

1.6. Alur Pikir



Keterangan:

 : Lingkup Penelitian

Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Agroforestri

Widianto *et al.* (2003) menyatakan bahwa agroforestri merupakan salah satu bentuk penggunaan lahan secara multitajuk yang terdiri dari campuran pepohonan, semak dengan atau tanaman semusim yang sering disertai dengan ternak dalam satu bidang lahan. Dengan komposisi yang beragam tersebut menjadikan agroforestri memiliki fungsi dan peran yang lebih dekat dengan hutan dibandingkan dengan pertanian, perkebunan, dan lahan kosong. Hal ini disampaikan juga oleh Ruijter dan Agus (2004), agroforestri merupakan sistem penggunaan lahan atau usaha tani yang memadukan pepohonan dan tanaman pertanian dengan tujuan untuk meningkatkan keuntungan baik secara ekonomi maupun lingkungan. Berdasarkan pernyataan-pernyataan tersebut dapat dikatakan bahwa agroforestri mampu menciptakan keanekaragaman tanaman dalam suatu luasan lahan sehingga dapat mengurangi risiko dari kegagalan, melindungi tanah dari erosi dan mendapat penambahan unsur hara dari luar karena adanya daur ulang sisa tanaman.

Sistem agroforestri dibagi menjadi tiga tipe utama yaitu agrisilvikultur (kombinasi tanaman berkayu dan tanaman pertanian dalam satu luasan lahan), silvopastura (ternak pada areal padang rumput bersama-sama dengan tanaman berkayu), dan agrosilvopastura (meliputi tiga kategori yaitu tanaman berkayu, tanaman pertanian, dan ternak) (Sardjono, 2003). Bentuk agrisilvikultur diantaranya agroforestri berbasis kopi, yang dikelompokkan ke dalam dua sistem, agroforestri multistrata yaitu kondisi tanaman kopi dengan >5 jenis tanaman penaung, dan agroforestri sederhana yaitu kondisi tanaman kopi dengan <5 jenis tanaman penaung. Persentase luas lahan yang ditutupi tanaman/basal area pada kedua sistem agroforestri tersebut senilai >80% (Hairiah, 2010).

Rujiter dan Agus (2004) menyatakan bahwa sistem multistrata yakni sistem pertanian dengan tajuk yang bertingkat, seperti tanaman bertajuk tinggi, sedang, dan rendah. Penerapan pola ini bisa pada tanaman-tanaman tertentu, seperti pada tanaman yang membutuhkan sedikit naungan kanopi (contoh tanaman kopi dan coklat). Kelebihan yang diperoleh dalam penerapan sistem multistrata yaitu permukaan tanah terlindungi oleh tanaman sehingga aman dari erosi, mengurangi

masuknya intensitas cahaya, dan proses panen berlangsung secara bergantian sepanjang tahun karena jenis tanaman yang berbeda.

2.2. Tanaman Kopi (*Coffea* sp.)

Tanaman kopi merupakan tanaman perkebunan yang berasal dari Benua Afrika, tepatnya dari negara Ethiopia pada abad ke-9. Penyebaran tanaman kopi di Indonesia sudah terjadi sejak tahun 1700, khususnya di Pulau Jawa. Setelah percobaan penanaman kopi di Pulau Jawa berhasil, penyebaran tanaman kopi juga dilakukan di Pulau Sumatera dan Sulawesi (Panggabean, 2011). Jenis kopi yang pertama kali dibudidayakan di Indonesia adalah kopi jenis arabika. Pada tahun 1869, pemerintah Belanda mendatangkan jenis kopi baru, yaitu liberika. Beberapa tahun berikutnya pemerintah Belanda mendatangkan jenis kopi baru, yaitu robusta. Berdasarkan pernyataan AAK (2002), Indonesia memiliki nilai persentase 87,1% untuk kopi robusta dari total produksi kopi Indonesia. Indonesia memperdagangkan kopi dalam bentuk kopi biji, kopi sangrai, kopi bubuk, kopi instan, dan bahan makanan lain yang berbahan dasar kopi (Rismunandar *et al.*, 2001).

Klasifikasi tanaman kopi menurut Rahardjo (2012) yaitu kerajaan *Plantae*, sub-kerajaan *Tracheobionta*, divisi *Magnoliophyta*, kelas *Magnoliopsida*, sub-kelas *Asteridae*, ordo *Rubiales*, famili *Rubiaceae*, genus *Coffea*, dan spesies *Coffea* sp. Tanaman kopi memiliki daun yang berbentuk bulat dengan bagian ujung agak meruncing sampai bulat, dan bagian pinggir daun yang bergelombang. Pada umumnya, tanaman kopi berbunga setelah berumur sekitar dua tahun (Puslitkoka, 2006). Curah hujan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman kopi berkisar 1500 – 2500 mm tahun⁻¹ dengan rata-rata bulan kering 3 bulan. Suhu rata-rata yang diperlukan untuk tanaman kopi berkisar 15°C sampai 25°C dengan kelas lahan S1 atau S2 (Indrawanto *et al.*, 2010).

Tanaman memiliki beberapa kondisi sebagai syarat tumbuh, seperti membutuhkan cahaya penuh atau hanya membutuhkan sedikit cahaya. Seperti halnya tanaman kopi, tanaman ini menghendaki intensitas sinar matahari tidak penuh dengan penyinaran yang teratur. Oleh sebab itu tanaman kopi memerlukan pohon pelindung untuk mengatur intensitas sinar matahari (Simanjutak *et al.*, 2015).

2.3. Pengaruh Agroforestri Terhadap Sifat Fisik Tanah

Terjadinya berbagai perubahan dan perlakuan pada suatu lahan akan mempengaruhi kondisi tanah terutama pada tanah lapisan atas. Berlangsungnya perubahan penggunaan lahan melalui proses penebangan hutan atau pepohonan sehingga kondisi permukaan tanah terbuka kemudian sinar matahari dan pukulan air hujan memberikan pengaruh secara langsung, cepat dan mudah terhadap tanah lapisan atas (Widiyanto *et al.*, 2003). Apabila terjadi hujan, bahan organik serta unsur hara tanah pada lapisan atas akan hanyut terbawa aliran permukaan. Selain kehilangan bahan organik dan unsur hara, hujan menyebabkan terjadinya pemadatan permukaan tanah dan kapasitas infiltrasi meningkat, sehingga volume aliran permukaan meningkat (Pasaribu *et al.*, 2010). Berdasarkan penelitian Supriyadi *et al.* (2016), salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi terjadi kerusakan yaitu dengan metode vegetatif melalui penerapan sistem agroforestri. Metode vegetatif mampu memelihara kestabilan struktur tanah, mengurangi evaporasi dengan adanya penutup permukaan tanah berupa seresah dan kanopi tanaman, dan meningkatkan porositas tanah melalui peningkatan aktivitas mikroorganisme (Pramano dan Wahyuningrum, 2010).

Sistem agroforestri akan menunjang pertumbuhan tanaman dengan mempertahankan sifat fisik tanah melalui beberapa hal. Sistem agroforestri umumnya memiliki kanopi yang relatif rapat, dengan begitu air hujan tidak langsung menyentuh permukaan tanah melainkan jatuh melalui kanopi sehingga tanah terlindung dari pukulan air yang mampu memecahkan dan menghancurkan agregat serta terhindar dari pemadatan tanah. Adanya kanopi tanaman pada suatu lahan mampu memperbaiki permukaan tanah melalui guguran seresah yang jatuh ke permukaan tanah dan hasil pemangkasan yang ditambahkan ke permukaan tanah kemudian mengalami pelapukan. Proses tersebut dapat mempertahankan dan menambah kandungan bahan organik tanah. Selain itu kondisi iklim mikro pada sistem agroforestri sangat sesuai untuk perkembangbiakan dan kegiatan organisme pada tanah. Kegiatan organisme tanah meningkat dengan adanya bahan organik sebagai sumber energi dan kondisi lingkungan yang mendukung. Kegiatan organisme tanah berpengaruh terhadap sifat fisik tanah diantaranya yaitu pembentukan pori makro dan pembentukan agregat (Widiyanto *et al.*, 2003).

Kegiatan mikroorganisme akan mengakibatkan hancurnya serasah, yang selanjutnya melalui proses pencucian basa dan memberikan sifat-sifat khusus tanah hutan dan mampu menimbulkan kesuburan bagi tumbuhan hutan (Arief, 2001).

Perbaikan kemantapan agregat tanah meningkatkan porositas tanah, dan mempermudah penyerapan air ke dalam tanah, sehingga meningkatkan daya simpan air tanah. Peranan pupuk organik terhadap sifat fisik dan kimia tanah antara lain meningkatkan agregasi, melindungi agregat dari perusakan oleh air, membuat tanah lebih mudah diolah, meningkatkan porositas dan aerasi, meningkatkan kapasitas infiltrasi, perkolasi serta c-organik, N-total, P dan K (Juarsah dan Purwani, 2014)

2.4. Kemantapan Agregat

Tanah memiliki partikel-partikel yang berstruktur dan dapat menyatu membentuk unit-unit yang lebih besar atau disebut dengan agregat tanah. Agregat tanah memiliki kemampuan dalam bertahan terhadap gaya-gaya yang akan merusaknya, yang disebut dengan kemantapan agregat. Dalam hal ini dijelaskan Amezketa *et al.* (2003), berbagai gangguan atau gaya-gaya yang akan merusak kondisi agregat berupa kikisan angin, pukulan hujan, daya urai air pengairan, dan beban pengolahan tanah. Proses pembentukan awal agregat tanah meliputi 2 hal, yaitu flokulasi dan fragmentasi. Martin *et al.* (1955) dalam Rachman dan Abdurachman (2006) menjelaskan bahwa flokulasi terjadi jika partikel tanah dalam keadaan terdispersi dan bergabung membentuk agregat. Sedangkan fragmentasi terjadi jika tanah dalam keadaan masif, kemudian terpecah-pecah dan membentuk agregat yang lebih kecil.

Terdapat berbagai metode yang digunakan untuk menentukan tingkat kemantapan agregat tanah, salah satu diantaranya yaitu teknik pengayakan kering dan basah (Lal dan Shukla, 2004). Hasil proses pengayakan akan diperoleh nilai rata-rata bobot diameter (*Mean Weight Diameter*) dan digunakan untuk menentukan kemantapan agregat yang dinyatakan ke dalam indeks stabilitas agregat. Indeks stabilitas agregat merupakan selisih antara rata-rata bobot diameter agregat tanah pengayakan kering dengan rata-rata bobot diameter agregat pada pengayakan basah. Nilai indeks stabilitas agregat berbanding lurus dengan kondisi tanah, yakni

semakin besar indeks stabilitas agregat maka tanah semakin stabil. Berikut merupakan klasifikasi kemantapan agregat tanah pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Kemantapan Agregat Tanah

Kelas	DMR (mm)	Indeks Stabilitas Agregat (%)
Sangat mantap sekali	> 2,00	> 200
Sangat mantap	0,80 – 2,00	80 – 200
Mantap	0,66 – 0,80	66 – 80
Agak mantap	0,50 – 0,66	50 – 66
Kurang mantap	0,40 – 0,50	40 – 50
Tidak mantap	< 0,40	< 40

Sumber: Islami dan Utomo (1996).

Dinamika agregasi sangat kompleks dan dipengaruhi oleh interaksi beberapa faktor seperti lingkungan, pengelolaan tanah, tekstur, konsentrasi karbon organik tanah, aktivitas mikroorganisme tanah, dan lainnya. Lingkungan dan pengelolaan tanah termasuk dalam faktor eksogen yang mempengaruhi kemantapan agregat.

Lingkungan memiliki cuaca yang mempengaruhi terjadinya pembasahan dan pengeringan (pengembangan dan penyusutan) pada agregasi. Faktor pengelolaan tanah seperti penambahan bahan organik dan pengapuran dapat memberikan pengaruh terhadap kemantapan agregat tanah (Lal dan Shukla, 2004).

Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kemantapan agregat tanah diantaranya yaitu tekstur. Pada jenis tanah yang berbeda, agregasi tanah dikontrol oleh mekanisme agregasi yang berbeda. Tekstur tanah mempengaruhi agregasi secara signifikan, hal ini sesuai dengan pernyataan Udawatta dan Henderson (2004) bahwa proses agregasi tanah juga dipengaruhi oleh kandungan mineral liat di dalam tanah.

Bahan organik memiliki peran dalam proses agregasi, selain digunakan sebagai indikator kesuburan tanah juga menjadi bahan perekat antar partikel tanah.

Menurut Ardiansyah *et al.* (2015), peranan bahan organik terhadap sifat fisik tanah adalah dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah dan memperbaiki struktur tanah. Bahan organik yang tinggi menyebabkan adanya proses agregasi dengan memicu peningkatan populasi dan aktivitas organisme, serta peningkatan aktivitas perakaran tanaman sehingga tanah menjadi lebih gembur dan porous (Nurmilah

(2014). Salah satu sumber bahan organik dapat diperoleh melalui seresah dari tajuk tanaman. Adanya tajuk tanaman juga mampu memberikan pengaruh terhadap kemantapan agregat dengan melindungi permukaan tanah dari *splash erosion* akibat curah hujan tinggi (Baskoro dan Manurung, 2005). Banyaknya senyawa organik di

dalam tanah dapat diketahui melalui nilai C-organik, Nurmegawati dan Sugandi (2014) menyampaikan bahwa bahan organik berkaitan erat dengan C-organik sebab nilai C-organik dapat menentukan tinggi atau rendah kandungan bahan organik.

Nilai persentase karbon atau C-organik dalam tanah dikelompokkan dalam lima kategori yang tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Kandungan C-organik.

Kelas	C-Organik
Sangat rendah	< 1,00 %
Rendah	1,00 – 2,00 %
Sedang	2,01 – 3,00 %
Tinggi	3,01 – 5,00 %
Sangat tinggi	> 5,00 %

Sumber: Balai Penelitian Tanah (2005).

Pengaruh dari unsur hayati mempengaruhi kuantitas agregat melalui spesies tanaman dengan jumlah residu tanaman yang dikembalikan ke tanah dan bahan kimia yang dikeluarkan dari tanaman yang dapat mempengaruhi kuantitas agregat tanah. Selain itu, akar pada tanaman menjangkit dan menyusun partikel tanah. Akar juga mengeluarkan eksudat yang berpengaruh pada sifat fisik, kimia dan biologi yang mempengaruhi kuantitas agregat tanah (Bronick dan Lal, 2005).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan pada Lahan Kopi UB *Forest* yang terletak di Dusun Sumberwangi, Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang.

Waktu pelaksanaan berlangsung mulai bulan Januari sampai Maret 2019.

Selanjutnya kegiatan analisis laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan Laboratorium Kimia Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Januari hingga Maret 2019.

3.2. Alat dan Bahan

Kegiatan pelaksanaan penelitian terdiri dari 4 rangkaian, yaitu karakterisasi plot, pengukuran seresah, pengambilan sampel tanah, dan karakterisasi tanah.

Beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam memenuhi pelaksanaan penelitian ini tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Alat dan Bahan yang digunakan

No.	Kegiatan	Alat	Bahan
1.	Karakterisasi Plot a. Tingkat kerapatan kanopi	GPS, meteran, alat tulis, dan kamera	Tanaman yang berada dalam plot
2.	Pengukuran Seresah a. Tebal Seresah	Tali rafia (<i>frame</i>) 50 × 50 cm, penggaris, alat tulis, dan kamera	Seresah
3.	Pengambilan sampel tanah utuh, sampel agregat utuh, dan sampel tanah komposit	Ring sampel, ring master, palu, balok penekan, plastik, kertas label, timbangan analitik, cangkul, kamera.	
4.	Karakterisasi Tanah a. Tekstur b. BI (Berat Isi) c. BJ (Berat Jenis) d. Kemantapan Agregat e. C = organik f. Kerapatan Akar	Kertas label, timbangan analitik, oven, pipet volumetrik, erlenmeyer, gelas ukur, cawan, mortal dan pistil, saringan 2 mm, piknometer, botol semprot, buret, pengaduk magnetis, botol fial film, mesin pengocok, kertas millimeter blok, kamera	Sampel tanah utuh, sampel tanah komposit, sampel tanah agregat utuh, larutan H ₂ O ₂ , larutan Natrium pirofosfat, larutan FeSO ₄ , larutan H ₃ PO ₄ , larutan H ₂ SO ₄ , larutan K ₂ Cr ₂ O ₇ , larutan difenilamina, Aquades

3.3. Variabel Pengamatan

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa variabel pengamatan yang terdiri dari variabel pengamatan utama dan variabel pengamatan penunjang yang tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Variabel Pengamatan pada Pelaksanaan Penelitian

No.	Aspek	Pengukuran	Metode
1.	Karakterisasi Plot	Kerapatan kanopi tanaman naungan	Canopy App
2.	Pengukuran Seresah	a. Tebal Seresah	Penggaris
3.	Karakterisasi Tanah	a. Tekstur b. BI (Berat Isi) c. BJ (Berat Jenis) d. Kemantapan Agregat e. Porositas f. C – organik g. Kerapatan Akar	Pipet Gravimetri Piknometer Ayakan Basah (1-(BI/BJ)) x 100% Walkey and Black Tenant

3.4. Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian menggunakan metode survei dengan rancangan penelitian yaitu Rancangan Petak Tarsarang atau disebut dengan *Nested Design*.

Pelaksanaan penelitian yaitu dengan perlakuan kerapatan kanopi seperti pada Tabel 5, dengan 5 kali ulangan.

Tabel 5. Perlakuan dalam Penelitian

No.	Perlakuan	Kode Perlakuan	Keterangan
1.	Kerapatan kanopi tanaman	P1 P2 P3	a. < 40% b. 40% – 70% c. > 70%

3.5. Tahapan Penelitian

Penelitian yang dilakukan meliputi 4 tahap kegiatan yakni tahap persiapan, tahap pelaksanaan, tahap analisis parameter pengamatan, dan tahap analisis data.

Masing-masing tahap kegiatan memiliki langkah kerja serta menghasilkan data yang berbeda. Berikut merupakan tahap kegiatan dalam pelaksanaan penelitian.

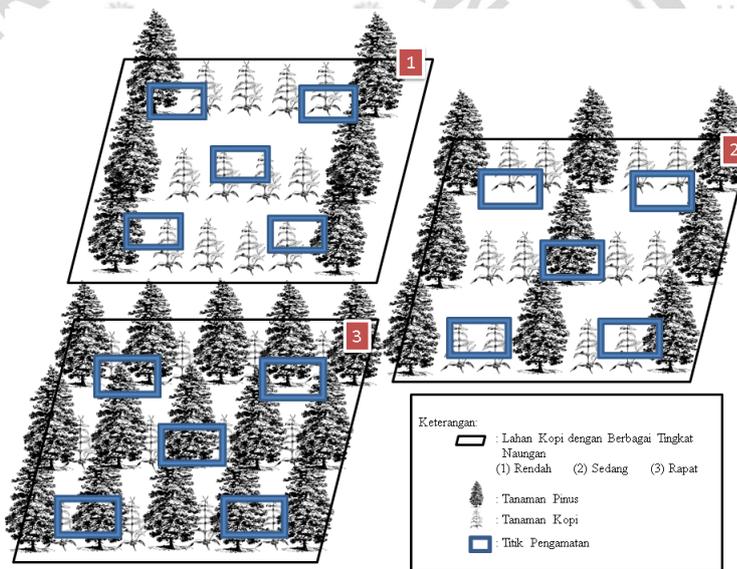
3.5.1. Persiapan

Kegiatan persiapan menjadi tahap awal atau tahap pertama dari pelaksanaan penelitian, yang meliputi kegiatan survei lokasi penelitian, melengkapi surat izin pelaksanaan penelitian, dan pengumpulan data yang mendukung dalam penelitian. Kemudian menentukan area pengamatan pada

lokasi penelitian yang memiliki tingkat kerapatan kanopi yang berbeda dan dilakukan pembatasan plot pengamatan seluas 30 × 30 m menggunakan tali rafia. Gambar 2 berikut merupakan dokumentasi kegiatan persiapan lahan pada lokasi, sedangkan pada Gambar 3 merupakan skema plot pengamatan penelitian.



Gambar 2. Kegiatan Persiapan Lahan



Gambar 3. Skema Plot Pengamatan

3.5.2. Pelaksanaan

a. Pengukuran Kerapatan Kanopi Tanaman

Kerapatan kanopi tanaman diukur menggunakan aplikasi yaitu *Canopyapp* yang diunduh melalui *smartphone*, kemudian akan diperoleh nilai persentase tutupan lahan dan dikategorikan berdasarkan Indriyanto (2006) bahwa terdapat tiga kelas kerapatan tajuk yaitu Rapat (>70% penutupan tajuk), Cukup (40-70% penutupan tajuk), dan Jarang (<40% penutupan tajuk). Cara menggunakan aplikasi *Canopyapp* yaitu dengan

memposisikan kamera *smartphone* hingga tanda titik merah pada aplikasi berada di tengah layar *smartphone*. Setelah titik berada di tengah, ambil foto dan dilanjutkan dengan digitasi pada gambar maka akan didapat hasil perhitungan persentase kanopi tanaman.

Pengukuran kerapatan kanopi tanaman dilakukan pada setiap plot pengamatan, yang terbagi menjadi 5 sub-plot. Pengukuran dimulai pada tiap sub-plot, diperoleh nilai persentase dari kelima sub-plot kemudian dihitung dan diperoleh nilai persentase kerapatan kanopi untuk satu plot pengamatan. Tabel 6 merupakan hasil yang diperoleh dari pengukuran kerapatan kanopi untuk ketiga plot pengamatan di lahan agroforestri berbasis kopi UB *Forest*.

Tabel 6. Persentase Rerata Kerapatan Kanopi

Plot	Jumlah Populasi per Plot	Persentase Kerapatan	Kategori
1	75 p 16 k	25.76 %	<40%
2	109 p 21 k	40.72 %	40% - 70%
3	144 p 35 k	71.40 %	>70%

Keterangan: "p" = Pinus; "k" = Kopi.

b. Pengukuran Seresah

Kegiatan pengukuran seresah dilakukan pada masing-masing plot dengan masing-masing luas berukuran 30 m × 30 m. Pada luasan plot tersebut diamati seresah pada 5 titik pengamatan yang menjadi ulangan pada plot tersebut. Metode pengukuran seresah menggunakan frame berukuran 50 cm × 50 cm. Langkah awal yang dilakukan yaitu menekan seresah yang terdapat pada titik pengamatan kemudian mengukur tebal seresah (cm) dari permukaan tanah menggunakan penggaris.

c. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah pada lokasi pengamatan terdiri dari sampel tanah utuh, sampel tanah agregat utuh, dan sampel tanah tidak utuh. Pengambilan sampel tanah utuh dilakukan pada minipit dengan kedalaman 0-20 cm, 20-40 cm, dan 40-60 cm, menggunakan ring sampel, balok penekan, pisau lapang, dan palu yang kemudian sampel tanah digunakan untuk analisis berat isi (BI) dan kerapatan akar. Pengambilan sampel tanah untuk analisis kerapatan akar menggunakan ring yang berukuran lebih

besar dengan diameter ± 8 cm dan tinggi ring ± 10 cm. Pengambilan sampel tanah agregat utuh dilakukan dengan pengambilan bongkahan tanah secara utuh menggunakan pisau lapang untuk analisis stabilitas agregat tanah.

Meletakkan sampel tanah tersebut dalam kotak agar kondisi bongkahan tidak rusak. Sedangkan pengambilan sampel tanah tidak utuh atau sampel tanah terganggu dengan cara mengompositkan sampel tanah dari 5 titik dengan menggunakan metode zigzag digunakan untuk analisis tekstur, C-organik dan berat jenis (BJ) tanah.

3.5.3. Analisis Kerapatan Akar

Analisis kerapatan akar dilakukan untuk mengetahui kerapatan penyebaran akar dalam tanah. Langkah awal yang dilakukan yaitu menyiapkan alat dan bahan, alat yang digunakan berupa ayakan, selang air, plastik, kertas millimeter blok, penggaris serta bahan yang diperlukan yaitu sampel tanah utuh dan air. Melakukan pengukuran diameter dan tinggi ring sampel tanah. Mengeluarkan sampel tanah dan meletakkan di atas ayakan. Mengalirkan air di atas ayakan kemudian mencuci bersih sampel tanah guna memperoleh akar-akar yang terdapat dalam sampel tanah. Memisahkan akar-akar dan meletakkan dalam plastik. Mengeringkan akar dan melakukan perhitungan menggunakan kertas milimeterblok guna menghitung panjang akar yang memotong garis horizontal dan garis vertikal. Kemudian melakukan perhitungan untuk memperoleh total panjang akar dalam suatu volume tanah (cm/cm^3), dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Total Panjang Akar} = \frac{1}{4} \pi \times n \times 1$$

$$\text{Total} = \frac{\text{total panjang akar}}{\left(\frac{1}{4} \pi \times (d^2) \times t\right)}$$

Keterangan: n = jumlah perpotongan akar dengan garis horizontal dan vertikal
 d = diameter ring sampel
 t = tinggi ring sampel



Gambar 4. Langkah Kerja Analisis Kerapatan Akar. (a) menimbang sampel tanah; (b) mencuci sampel tanah guna memperoleh sampel akar; (c) mengeringkan sampel akar.

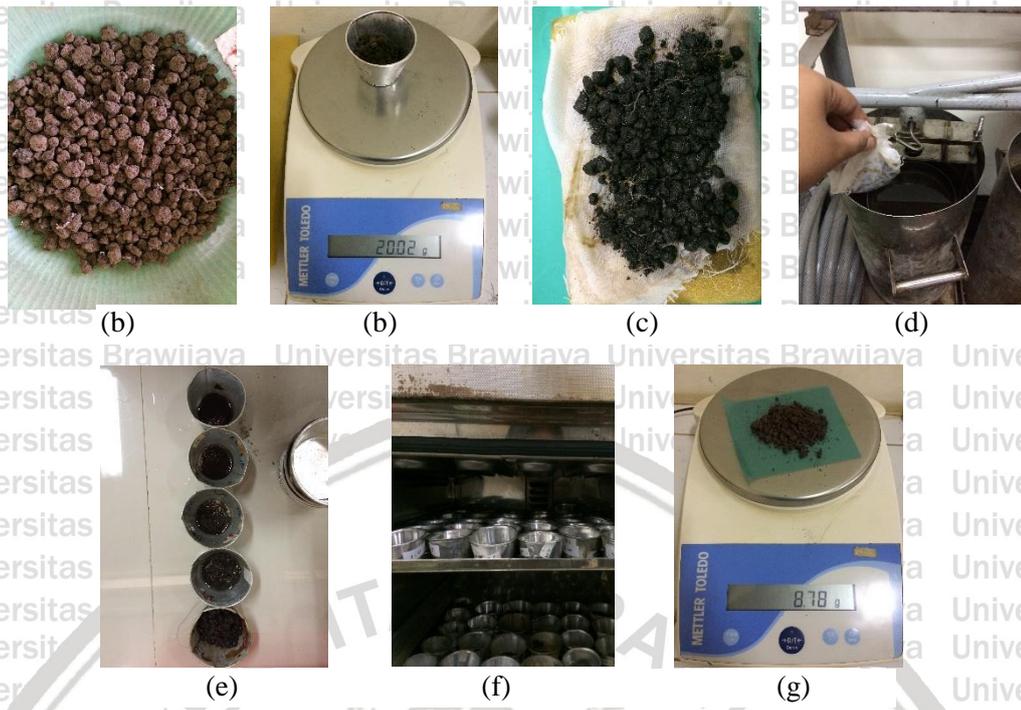
3.5.4. Analisis Kemantapan Agregat

Langkah awal dalam melakukan analisis yaitu dengan menyiapkan alat dan bahan, alat yang digunakan berupa timbangan, ayakan, oven, cawan, mesin penggerak, corong, botol plastik, dan baki. Bahan yang diperlukan yaitu sampel tanah dan air. Menimbang 20 g sampel tanah kering udara yang telah lolos ayakan 8 mm. Sampel tanah dilembabkan pada tekanan tertentu (misal pF 1). Menyusun ayakan yang terdiri dari berbagai ukuran (4,75; 2; 1; 0,5; 0,25 mm).

Memindahkan sampel tanah ke dalam susunan ayakan dan susunan ayakan dimasukkan ke dalam bejana berisi air. Sampel tanah dalam bejana dikondisikan terendam air. Bejana digerakkan selama 5 menit, cara menghidupkan mesin dengan mendorong *handle* keatas dan cara matikan mesin dengan mendorong hendel kebawah. Setelah waktu 5 menit, mesin penggerak dimatikan dan sampel tanah yang tertinggal pada masing-masing ayakan dipindahkan ke dalam cawan sesuai dengan ukuran masing-masing ayakan.

Menyiapkan corong dan alas berupa baki, kemudian menuangkan tanah yang tersaring pada masing-masing ayakan satu per satu dengan bantuan air yang disemprotkan. Memindahkan tanah kedalam cawan, airnya dibuang dan cawan diberi label. Cawan dimasukkan kedalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam, atau menggunakan *hot plate* bersuhu tinggi selama 3 jam.

Setelah sampel tanah kering dan suhu stabil, dilakukan penimbangan massa sampel tanah.



Gambar 5. Langkah Kerja Analisis Kemantapan Agregat. (a) sampel tanah lolos ayakan 8 mm; (b) menimbang 20 g sampel tanah; (c) melembabkan sampel tanah; (d) memasukkan sampel ke dalam bejana dan mulai pengayakan; (e) agregat hasil pengayakan yang telah disaring; (f) mengeringkan sampel agregat dalam oven; (g) menimbang agregat hasil ayakan.

Menghitung hasil pengamatan menggunakan rumus sebagai berikut.

- a. Kadar Air (W) =
$$\frac{(Tb + K) - (To + K)}{(To + K) - K} = g \cdot g^{-1}$$
- b. Berat Kering Mutlak (BKM) =
$$\frac{20}{1 + KA (W)} = g$$
- c. Massa tanah hilang =
$$BKM - (\Sigma \text{ massa kering } \phi \text{ ayakan (g)}) = g$$
- d. Diameter Massa Rerata (DMR) Ayakan Basah =
$$\frac{\text{massa kering } \phi \text{ ayakan (g)}}{BKM (g)} \times \text{rerata ayakan} = mm$$

$$(0,876 \times \Sigma DMR) - 0,079 =$$

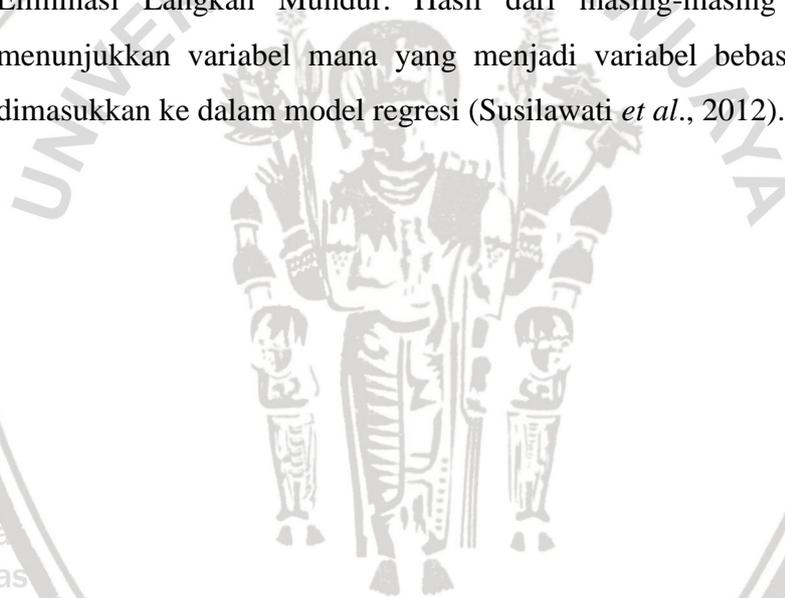
Keterangan :
 Tb = berat tanah basah
 To = berat tanah oven
 K = berat cawan

20 = berat sampel tanah awal
0.876 dan 0.079 = nilai konstanta

3.5.5. Analisis Data

Data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan menggunakan

Rancangan Petak Tersarang (*Nested Design*) dan menggunakan analisis ragam (ANOVA) melalui program software GenStat *Twelfth Edition*. Apabila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji BNT dengan taraf nyata 5%. Untuk melihat keeratan hubungan antar parameter dilakukan uji korelasi menggunakan program Microsoft Excel 2013 serta regresi *Stepwise*. Regresi *Stepwise* atau disebut dengan Regresi Bertatar, merupakan suatu regresi yang dilakukan secara bertahap melalui perpaduan antara metode *Forward Selection* atau Seleksi Langkah Maju dan metode *Backward Elimination* atau Eliminasi Langkah Mundur. Hasil dari masing-masing tahapan akan menunjukkan variabel mana yang menjadi variabel bebas terbaik untuk dimasukkan ke dalam model regresi (Susilawati *et al.*, 2012).



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Umum Wilayah

Lokasi penelitian berada di Kawasan Hutan Pendidikan dan Pelatihan Universitas Brawijaya atau disebut sebagai UB *Forest*, yang terdiri dari hutan konservasi dan hutan produksi. Kawasan UB *Forest* berdekatan dengan rumah penduduk sehingga penduduk sekitar yang berprofesi sebagai petani menggunakan lahan hutan dengan menggarap lahan sebagai sumber perekonomian untuk mencukupi kebutuhan hidup. Titik pengamatan berada di Dusun Sumberwangi, Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, pada titik koordinat yaitu $7^{\circ}50'0''$ - $7^{\circ}50'14''$ LS dan $112^{\circ}34'57''$ - $112^{\circ}35'4''$ BT. Kondisi wilayah penelitian memiliki vegetasi penyusun yang beragam, yaitu hutan produksi yang didominasi dengan tanaman pinus dan tanaman bawah tegakan antara lain kopi, jahe, sawi dan jenis sayuran lainnya. Sehingga memiliki kondisi jarak tanam, stratifikasi tajuk, serta kerapatan setiap jenis vegetasi yang berbeda. Vegetasi dominan yang terdapat pada wilayah tersebut yaitu tanaman kopi dan tanaman pinus, yang setiap lahannya memiliki kerapatan kanopi yang berbeda dengan jarak tanam 3×3 m (P1), $2,75 \times 2,75$ m (P2) dan $2,75 \times 2,75$ m (P3).



Gambar 6. Peta Lokasi Titik Pengamatan

Keterangan: ➔ : Kerapatan kanopi < 40%
➔ : Kerapatan kanopi 40% - 70%
➔ : Kerapatan kanopi > 70%

4.2. Karakteristik Tanah

Pengamatan karakteristik tanah meliputi keadaan sifat fisik tanah antara lain berat isi, berat jenis, bahan organik, kerapatan akar, porositas, tekstur, dan ketebalan seresah. Tabel 7 merupakan hasil analisis nilai karakteristik sifat fisik tanah dengan tingkat perbedaan kerapatan kanopi penangung ($P < 0,05$).

Tabel 7. Nilai Rerata Karakteristik Tanah pada Tingkat Kerapatan Kanopi

Plot Pengamatan	B. Organik (%)	Berat Isi (g/cm^3)	Berat Jenis (g/cm^3)	Porositas (%)	Kerapatan Akar (cm/cm^3)
P1	2,44 (a)	0,79 (c)	2,25 (b)	64,84 (a)	0,12 (b)
P2	4,78 (b)	0,70 (b)	2,18 (ab)	67,98 (b)	0,18 (a)
P3	5,78 (b)	0,66 (a)	2,14 (a)	69,28 (c)	0,34 (a)
BNT 5%	1,05	0,02	0,07	1,29	0,09

Keterangan: P1 = Kerapatan Kanopi $< 40\%$; P2 = Kerapatan Kanopi $40\% - 70\%$; P3 = Kerapatan Kanopi $> 70\%$. Bilangan rerata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang berbeda menunjukkan hasil analisis ragam yang tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Berdasarkan tabel 7, hasil analisis jumlah bahan organik dan kerapatan akar pada kerapatan kanopi $< 40\%$ berbeda nyata dengan kerapatan kanopi $40\% - 70\%$ dan kerapatan kanopi $> 70\%$. Namun pada kerapatan kanopi $40\% - 70\%$ tidak berbeda nyata dengan kerapatan kanopi $> 70\%$. Hasil analisis nilai berat isi dan porositas pada ketiga tingkat kerapatan kanopi menunjukkan bahwa tingkat perbedaan kerapatan kanopi memberikan pengaruh nyata terhadap berat isi tanah dan porositas tanah. Berbeda dengan hasil analisis berat jenis tanah, yang menunjukkan bahwa kerapatan kanopi $< 40\%$ berbeda nyata dengan kerapatan kanopi $> 70\%$.

Tabel 8. Nilai Rerata Karakteristik Tanah pada Kerapatan (Kedalaman)

Plot Pengamatan	Kedalaman (cm)	B. Organik (%)	BI (g/cm^3)	Porositas (%)	Kerapatan Akar (cm/cm^3)
P1	0-20	3,80 (bc)	0,75 (ef)	65,90 (bc)	0,25 (cd)
	20-40	2,37 (ab)	0,78 (f)	65,40 (ab)	0,08 (abc)
	40-60	1,15 (a)	0,85 (g)	63,22 (a)	0,04 (a)
P2	0-20	6,20 (d)	0,63 (ab)	70,78 (e)	0,36 (d)
	20-40	4,32 (c)	0,72 (de)	67,44 (bcd)	0,11 (abc)
	40-60	3,81 (bc)	0,75 (ef)	65,73 (bc)	0,06 (ab)
P3	0-20	7,04 (d)	0,61 (a)	71,42 (e)	0,68 (e)
	20-40	6,37 (d)	0,66 (bc)	68,49 (d)	0,22 (bcd)
	40-60	3,93 (bc)	0,70 (cd)	67,92 (cd)	0,11 (abc)
BNT 5%		1.83	0.04	2.23	0.17

Keterangan: Bilangan rerata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang berbeda menunjukkan hasil analisis ragam yang tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Dari tabel 8 dapat diketahui bahwa kedalaman tanah yang tersarang pada kerapatan kanopi memperoleh hasil berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap sifat fisik tanah, yaitu bahan organik, berat isi, porositas, dan kerapatan akar. Jumlah bahan organik pada kedalaman 0-20 cm di kerapatan kanopi $< 40\%$, pada kedalaman 40-60 cm di kerapatan kanopi $40\% - 70\%$ dan di kerapatan kanopi $> 70\%$ diperoleh hasil yang tidak berbeda nyata. Begitu pula untuk jumlah bahan organik pada kedalaman 0-20 cm di kerapatan kanopi $40\% - 70\%$ dan kedalaman 0-20 cm; 20-40 cm di kerapatan kanopi $> 70\%$ juga diperoleh hasil yang tidak berbeda nyata.

Hasil analisis berat isi tanah menunjukkan tidak berbeda nyata antara kedalaman 0-20 cm di kerapatan $< 40\%$ dengan kedalaman 40-60 cm di kerapatan $40\% - 70\%$. Namun berat isi tanah pada kedalaman 20-40 cm; 40-60 cm di kerapatan kanopi $< 40\%$ dengan berat isi pada kedalaman 0-20 cm di kerapatan kanopi $> 70\%$, diantara ketiganya menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Porositas tanah pada kedalaman 0-20 cm di kerapatan kanopi $< 40\%$ dengan porositas tanah pada kedalaman 40-60 cm di kerapatan kanopi $40\% - 70\%$ menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Sama halnya dengan porositas tanah pada kedalaman 0-20 cm di kerapatan kanopi $40\% - 70\%$ dengan porositas tanah pada kedalaman 0-20 cm di kerapatan $> 70\%$ yang menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Kerapatan akar memperoleh hasil analisis yang tidak berbeda nyata pada kedalaman 20-40 cm di kerapatan kanopi $< 40\%$, pada kedalaman 20-40 cm di kerapatan kanopi $40\% - 70\%$, dan pada kedalaman 40-60 cm di kerapatan kanopi $> 70\%$.

4.2.1 Tekstur

Perbandingan persentase antara fraksi pasir, debu dan liat biasa disebut dengan tekstur.

Tabel 9. Persentase Fraksi Tekstur

Kanopi	Kedalaman Tanah	Fraksi Tekstur (%)			Kelas Tekstur
		Pasir	Debu	Liat	
$< 40\%$	0-20	13	51	36	Lempung Liat Berdebu
	20-40	13	46	41	Liat Berdebu
	40-60	8	41	51	Liat Berdebu
$40\% - 70\%$	0-20	14	61	25	Lempung Berdebu
	20-40	17	56	27	Lempung Berdebu
	40-60	12	47	41	Liat Berdebu
$> 70\%$	0-20	18	57	25	Lempung Berdebu
	20-40	16	58	27	Lempung Berdebu
	40-60	11	54	36	Liat Berdebu

Tabel 9 menunjukkan persentase fraksi tekstur pada lahan agroforestri dengan tingkat perbedaan kerapatan kanopi. Faktor kerapatan kanopi tanaman penabung memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) (Lampiran 2) terhadap tesktur tanah. Kelas tekstur yang diperoleh pada tingkat perbedaan kerapatan kanopi yaitu lempung liat berdebu, lempung berdebu dan liat berdebu, dengan masing-masing persentase fraksi yang berbeda. Pada kerapatan kanopi $< 40\%$ kedalaman 0-20 cm termasuk dalam kelas tekstur lempung liat berdebu dan kedalaman 20-40 cm yaitu kelas tekstur liat berdebu. Kerapatan kanopi 40% - 70% dan kerapatan kanopi $> 70\%$ pada kedalaman 0-40 cm memperoleh kelas tekstur yang sama, yaitu lempung berdebu. Sementara ketiga tingkat kerapatan kanopi pada kedalaman 40-60 cm memperoleh kelas tekstur liat berdebu. Faktor kedalaman tanah yang merupakan faktor tersarang pada kerapatan kanopi ($P < 0,05$) (Lampiran 2) memberikan pengaruh nyata terhadap fraksi tekstur tanah lahan agroforestri.

Tekstur tanah dipengaruhi oleh faktor proses pembentukan tanah tersebut. Faktor pembentukan tanah yang penting antara lain adalah bahan induk tanah, sebab bahan induk memiliki beberapa karakteristik serta proses pelapukan yang mampu menghasilkan tanah-tanah dengan sifat morfologi, distribusi besar butir tanah dan nilai KTK-liat berbeda (Suharta, 2007). Berdasarkan penelitian Zurhalena dan Farni (2010), menjelaskan bahwa tipe penggunaan lahan dan perbedaan umur tanaman tidak mempengaruhi tekstur tanah suatu lahan karena perubahan tekstur memerlukan rentang waktu yang lama. Dalam proses agregasi tanah, kandungan mineral liat di dalam tanah juga menjadi faktor yang sangat berperan (Udawatta dan Henderson, 2004). Selaras dengan Nurdin (2012) yang menyatakan bahwa koloid liat salah satu agen terpenting sebagai penunjang proses agregasi karena mampu melekatkan antar partikel tanah.

4.2.2 Berat Isi

Perbandingan antara berat tanah kering dengan volume tanah beserta volume pori tanah biasa disebut sebagai berat isi. Berat isi dinyatakan dengan satuan g/cm^3 . Hasil analisis nilai rata-rata berat isi tanah berdasarkan tingkat kerapatan kanopi memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$), yaitu semakin rapat

suatu kanopi pada lahan maka semakin rendah nilai berat isi tanah. Nilai rata-rata terendah diperoleh dari kategori kerapatan kanopi >70% dengan kedalaman 0-20 cm yaitu $0,61 \text{ g/cm}^3$ (Tabel 8). Sedangkan untuk nilai rata-rata tertinggi terdapat pada kategori kerapatan kanopi <40% dengan kedalaman 40-60 cm senilai $0,85 \text{ g/cm}^3$ (Tabel 8). Kedalaman tanah mampu mempengaruhi nilai berat isi tanah, berdasarkan hasil menunjukkan bahwa semakin dalam tingkat kedalaman tanah maka semakin besar nilai berat isi. Kedalaman tanah memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat isi tanah. Berdasarkan penelitian Utomo *et al.* (2015), berat isi tanah semakin besar seiring dengan semakin dalam lapisan tanah (0-30 cm). Kedalaman 0-10 cm nilai berat isi lebih rendah dibandingkan kedalaman dibawahnya (10-20 cm dan 20-30 cm). Hal ini disebabkan karena bahan organik lebih banyak terakumulasi pada tanah lapisan atas daripada lapisan bawah. Menurut Barzegar *et al.* (2002), bahwa bahan organik berperan dalam memperbaiki berat isi tanah pada lapisan olah (0-10 cm). Bahan organik berasal dari jumlah vegetasi pada suatu lahan yang mampu memberikan seresah sebagai sumber bahan organik pada lahan tersebut.

4.2.3 Berat Jenis

Berat jenis tanah menunjukkan kerapatan dari partikel padat dalam tanah secara keseluruhan. Tingkat kerapatan kanopi memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap berat jenis tanah. Nilai rata-rata tertinggi diperoleh dari kategori kerapatan kanopi <40% dengan kedalaman 40-60 cm yaitu $2,31 \text{ g/cm}^3$, sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada kategori kerapatan kanopi >70% dengan kedalaman 20-40 cm senilai $2,11 \text{ g/cm}^3$ (Tabel 8). Hasil analisis menunjukkan lapisan atas tanah (0-20 cm) memiliki nilai berat jenis yang lebih rendah dibandingkan lapisan bawah tanah (20-60 cm). Berdasarkan penelitian Wulandari *et al.* (2015), tanah yang mengandung bahan organik dan kandungan liat yang cukup tinggi memperoleh nilai berat jenis partikel lebih rendah. Adanya bahan organik dalam tanah mempengaruhi berat jenis tanah, sesuai dengan hasil penelitian Putinella (2011) dengan pengaplikasian bokashi ela sagu yang memiliki kandungan bahan organik mampu menurunkan berat jenis tanah dengan mengikat

partikel-partikel tanah. Selain bahan organik, Putinella (2011) menyampaikan bahwa lama waktu pelapukan mampu menentukan berat ringannya partikel padatan tanah.

4.2.4 Porositas

Porositas atau disebut dengan ruang pori tanah, merupakan volume seluruh pori-pori dalam suatu volume tanah utuh yang dinyatakan dalam satuan persen (%). Kerapatan kanopi penabung memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap porositas tanah dengan memperoleh nilai rata-rata tertinggi pada kategori kerapatan kanopi $> 70\%$ dengan kedalaman 0-20 cm yaitu 71,42%, sedangkan nilai rata-rata terendah diperoleh dari kategori kerapatan kanopi $< 40\%$ pada kedalaman 40-60 cm yaitu senilai 63,22% (Tabel 8). Secara keseluruhan berdasarkan penelitian Surya *et al.* (2017) nilai porositas dengan kisaran 48,46% hingga 77,76% termasuk baik hingga porous. Tingginya nilai porositas berkaitan dengan nilai berat isi lapisan atas tanah (0-20 cm) yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Widiyanto *et al.* (2005), bahwa sifat porositas tanah dipengaruhi oleh besar kecil nilai berat isi tanah dan berat jenis. Dalam penelitian Hasiholan (2005), penggunaan lahan hutan memiliki persentase porositas yang tinggi karena pengaruh intensitas pengolahan lahan dan masukan bahan organik. Meningkatnya bahan organik akan memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan porositas, dengan begitu tanah akan memiliki ruang tata udara yang baik. Terbentuknya pori-pori yang dapat menyimpan air dan sirkulasi udara baik disebabkan oleh bahan perekat partikel-partikel tanah berupa bahan organik yang membentuk senyawa mycelia, lendir, dan lumpur akibat aktivitas mikroorganisme (Gregorich *et al.* (2002) dalam Putinella (2011)).

4.2.5 Ketebalan Seresah

Hairiah *et al.* (2004) menyampaikan bahwa bagian dari tanaman yang telah mati dan gugur jatuh ke permukaan tanah (seperti daun, cabang, ranting, bunga dan buah) baik utuh maupun yang telah mengalami pelapukan disebut Seresah. Produksi seresah merupakan guguran struktur vegetatif dan reproduktif (Soenardjo, 1999). Tabel 10 berikut merupakan nilai rata-rata ketebalan seresah pada beberapa tingkat kerapatan kanopi ($P < 0,05$).

Tabel 10. Nilai Rerata Ketebalan Seresah (0-20 cm)

Plot Pengamatan	Ketebalan Seresah
P1	3,39 (a)
P2	4,95 (b)
P3	9,7 (c)
BNT 5%	1,47

Keterangan: P1 = Kerapatan Kanopi <40%; P2 = Kerapatan Kanopi 40% - 70%; P3 = Kerapatan Kanopi >70%. Bilangan rerata yang didampingi huruf yang tidak sama pada kolom yang berbeda menunjukkan hasil analisis ragam yang berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Tabel di atas merupakan hasil analisis nilai ketebalan seresah di tingkat kerapatan kanopi berbeda pada lapisan atas, nilai rata-rata tertinggi terdapat pada kategori kerapatan kanopi >70% dengan nilai sebesar 9,7 cm. Sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada kategori kerapatan kanopi <40% yaitu 3,39 cm. Keragaman pohon penayang pada sistem agroforestri akan menghasilkan keragaman jenis, jumlah, dan kualitas guguran seresah yang jatuh ke permukaan tanah. Kerapatan vegetasi pada suatu lahan akan mempengaruhi tinggi atau rendah nilai tebal seresah. Berdasarkan Priyono dan Wahyudi (2009), morfologi daun dari beberapa jenis vegetasi memiliki perbedaan baik secara jenis maupun kualitas daun, sehingga akan mempengaruhi kecepatan dari pelapukan seresah. Ketebalan seresah tertinggi terdapat pada tingkat kerapatan kanopi >70%, hal ini sesuai dengan menurut Yulistyarini (2011), bahwa jenis vegetasi dan kerapatan pohon yang tinggi memiliki seresah yang cukup tebal. Sistem agroforestri yang diterapkan pada suatu lahan menyebabkan karakteristik lahan hampir mirip dengan hutan. Terdapat banyak seresah yang menumpuk cukup tebal dan menutupi permukaan tanah. Seresah yang terdapat di atas tanah dapat berguna sebagai pemasok bahan organik tanah dan dapat melindungi tanah dari kerusakan agregat tanah sehingga berpengaruh positif terhadap kemandapan agregat tanah.

4.2.6 Bahan Organik

Tanah tersusun oleh bahan padatan, air dan udara. Salah satu bahan padatan dalam tanah yaitu bahan organik, yang umumnya menyusun sekitar 5% dari bobot total tanah. Hasil analisis menunjukkan kerapatan kanopi memberikan pengaruh nyata terhadap bahan organik ($P < 0,05$) dengan

memperoleh nilai rata-rata tertinggi dari kategori kerapatan kanopi >70% dengan kedalaman 0-20 cm yaitu 7,04% dan nilai rata-rata terendah pada kategori kerapatan kanopi <40% pada kedalaman 40-60 cm yaitu 1,15% (Tabel 8). Umumnya kondisi lahan agroforestri memberikan masukan bahan organik yang cukup besar dibandingkan dengan lahan monokultur. Seresah tanaman yang dihasilkan kemudian terdekomposisi cukup banyak untuk meningkatkan nilai bahan organik, sesuai dengan menurut Junedi (2010), bahwa pada hutan nilai kandungan bahan organik tinggi karena adanya berbagai vegetasi yang tumbuh yang memberikan tambahan seresah. Jika rendahnya keragaman dan jumlah vegetasi tutupan lahan dapat mempengaruhi masukan bahan organik sehingga mampu menurunkan kualitas tanah (Hairiyah *et al.*, 2004). Seperti halnya pada tabel di atas menunjukkan pada lahan dengan kerapatan kanopi >70% memiliki nilai bahan organik lebih tinggi dibandingkan dengan lahan dengan kerapatan kanopi <40%. Pengelolaan tanah intensif disertai penanaman terus menerus sepanjang musim dapat mengakibatkan tanah tersebut kehilangan bahan organik secara cepat (Arifin, 2010).

4.2.7 Kerapatan Akar

Analisis kerapatan akar dilakukan untuk mengetahui kerapatan penyebaran akar di dalam tanah. Hasil analisis memperoleh tingkat kerapatan kanopi memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kerapatan akar dengan nilai rata-rata tertinggi diperoleh dari kategori kerapatan kanopi >70% dengan kedalaman 0-20 cm yaitu 0,68 cm/cm^3 dan nilai rata-rata terendah pada kategori kerapatan kanopi <40% di kedalaman 40-60 cm yaitu senilai 0,04 cm/cm^3 (Tabel 8). Semakin meningkat kerapatan kanopi menggambarkan jumlah vegetasi yang ada lebih banyak selain itu semakin dalam tingkat kedalaman tanah maka pertumbuhan akar rendah. Lapisan bawah tanah (40-60 cm) memiliki tingkat kepadatan yang cukup tinggi sehingga akan menghambat pertumbuhan akar dan daerah pemanjangan akar semakin pendek karena akar sulit menembus tanah. Menurut Hairiyah *et al.* (2004), faktor penghambat pertumbuhan akar tanaman antara lain kepadatan tanah pada lapisan bawah yang tinggi berdasarkan tingginya nilai berat isi tanah

(g/cm³). Sesuai dengan penelitian Rusdiana *et al.* (2000), tingkat kepadatan tanah yang tinggi memiliki total panjang akar yang rendah.

4.3. Kemantapan Agregat Tanah (DMR)

Agregat merupakan partikel-partikel tanah yang melekat dan menyatu membentuk unit yang lebih besar, agregat mampu untuk bertahan dari faktor-faktor perusak disebut sebagai Kemantapan Agregat. Meningkatnya nilai kemantapan agregat memberikan pengaruh pada porositas tanah, dengan begitu tanah memiliki kondisi yang baik untuk sirkulasi/mengalirkan air dan udara. Faktor tingkat kerapatan kanopi memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap kemantapan agregat tanah, tabel 11 menunjukkan hasil analisis faktor tingkat kerapatan kanopi terhadap kemantapan agregat.

Tabel 11. Nilai Rerata Diameter Massa Rerata pada Tingkat Kerapatan Kanopi

Perlakuan	DMR (mm)	Kelas
P1	2,24 (a)	Sangat Stabil Sekali
P2	3,47 (b)	Sangat Stabil Sekali
P3	4,05 (c)	Sangat Stabil Sekali
BNT 5%	0,29	

Keterangan: P1 = Kerapatan Kanopi <40%; P2 = Kerapatan Kanopi 40% - 70%; P3 = Kerapatan Kanopi >70%. Bilangan rerata yang didamping huruf yang tidak sama pada kolom yang berbeda menunjukkan hasil analisis ragam yang berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Hasil analisis memberikan nilai diameter massa rerata yang dinyatakan dalam satuan mm. Berdasarkan tingkat kerapatan kanopi pada tabel di atas memberikan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Nilai tertinggi diperoleh kerapatan kanopi >70% dengan kedalaman 0-20 cm yaitu senilai 4,47 mm dan nilai terendah yaitu 1,22 mm diperoleh dari kategori kerapatan kanopi <40% dengan kedalaman 40-60 cm. Dalam hal ini ketiga tingkat kerapatan kanopi memiliki kelas stabilitas agregat yang sama yaitu sangat stabil sekali dengan nilai rata-rata DMR >2 mm, namun selisih nilai DMR antara ketiga tingkat kerapatan kanopi mampu menunjukkan bahwa kerapatan kanopi memberikan pengaruh terhadap kemantapan agregat. Secara berurutan mulai dari kerapatan kanopi <40%, 40% - 70%, dan >70% yaitu 2,24 mm; 3,47 mm; 4,05 mm. Hal tersebut dapat dilihat berdasarkan hasil analisis ragam pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Diameter Massa Rerata (DMR) pada Kerapatan (Kedalaman)

	Perlakuan	DMR
P1	0-20 cm	2.93 (b)
	20-40 cm	2.59 (b)
	40-60 cm	1.22 (a)
P2	0-20 cm	3.88 (def)
	20-40 cm	3.49 (cd)
	40-60 cm	3.05 (bc)
P3	0-20 cm	4.47 (def)
	20-40 cm	4.06 (def)
	40-60 cm	3.61 (de)
	BNT 5%	0.509

Keterangan: P1 = Kerapatan Kanopi <40%; P2 = Kerapatan Kanopi 40% - 70%; P3 = Kerapatan Kanopi >70%. Bilangan rerata yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang berbeda menunjukkan hasil analisis ragam yang tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai rerata yang signifikan berdasarkan faktor kedalaman tanah yang tersarang pada kerapatan kanopi terhadap nilai kemantapan agregat ($P < 0,05$) (Lampiran 2). Kondisi agregat pada lahan dengan kerapatan kanopi >70% termasuk ke dalam kategori sangat stabil sekali dengan nilai berkisar >2.00 mm (Islami dan Utomo, 1995). Hal ini diduga tutupan dengan tingkat kerapatan kanopi >70% memberikan pengaruh lebih besar melalui kandungan bahan organik yang berasal dari sisa-sisa tanaman seperti seresah, ranting yang terdekomposisi pada lapisan atas tanah. Hubungan antara faktor tingkat kerapatan kanopi dengan nilai DMR dijelaskan melalui nilai korelasi yaitu 0,71 (Lampiran 4) yang menurut Sarjono dan Julianita (2013) termasuk kedalam korelasi kuat. Masing-masing tingkat kerapatan kanopi memiliki jumlah populasi vegetasi yang berbeda maka *output* yang dihasilkan untuk diberikan ke dalam tanah melalui vegetasi yang ada berbeda juga, salah satu diantaranya hasil seresah sehingga tiap kerapatan kanopi memiliki proses pembentukan agregat atau agregasi yang berbeda.

Tersedianya bahan organik mampu memperbaiki sifat fisik tanah, terutama bagi struktur tanah. Bahan organik mampu berperan sebagai bahan perekat antar partikel tanah, sama halnya dengan menurut Saidy (2018) bahwa bahan pengikat anorganik dan bahan organik partikulat menjadi substrat untuk menghasilkan bahan pengikat organik untuk proses agregasi partikel tanah membentuk agregat mikro (20-250 μm). Selain bahan organik, tekstur tanah berkaitan dengan kemantapan agregat. Fraksi liat diduga mampu memberikan pengaruh terhadap kemantapan

agregat, seperti pernyataan Tan (1991) bahwa fraksi klei (liat) merupakan zat perekat bagi partikel-partikel tanah sehingga membentuk agregat yang mantap.

Berdasarkan penelitian Utomo *et al.* (2015), antara fraksi klei dengan kemandapan agregat memberikan nilai korelasi yang positif. Melalui interaksi antara klei (liat) dengan bahan organik dan unsur-unsur lainnya maka terjadi penguat pengikat partikel dan agregat halus, namun jika bahan organik dan unsur lainnya tidak tersedia maka kadar klei menjadi tidak berguna (Pratiwi, 2013). Terbentuknya agregat mampu meningkatnya ruang pori di dalam tanah, Habi (2015) menjelaskan bahwa dari pembentukan agregat akan terjadi peningkatan ruang pori dalam tanah dengan diindikasikan terjadi penurunan berat isi tanah. Meningkatnya ruang pori tanah terdiri dari bertambahnya pori aerase dan pori air tersedia, sehingga sirkulasi air serta udara dalam tanah berjalan dengan baik.

4.4. Pembahasan Umum

Suatu penggunaan lahan berbasis agroforestri diduga akan memberikan pengaruh terhadap karakteristik tanah yang berada di bawahnya. Sebab komposisi vegetasi baik dari jenis maupun jumlah dari lahan tersebut berbeda, sehingga memberikan masukan seresah yang berbeda pula. Berdasarkan hasil analisis ragam diperoleh perbedaan nilai rata-rata yang signifikan antara faktor tingkat kerapatan kanopi terhadap parameter sifat fisik atau karakteristik tanah diantaranya bahan organik, berat isi, berat jenis, porositas, kerapatan akar serta kemandapan agregat tanah (Lampiran 2). Lahan agroforestri memiliki berbagai komposisi vegetasi dengan tingkat kerapatan kanopi yang menghasilkan perbedaan jumlah serta jenis sisa tanaman untuk diberikan pada tanah, sehingga perbaikan sifat fisik yang terjadi pada masing-masing lahan berbeda.

Hasil analisis ragam dari ketebalan seresah terhadap faktor tingkat kerapatan kanopi menunjukkan perlakuan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) (Lampiran 2). Semakin rapat tingkat kerapatan kanopi maka tebal seresah yang dihasilkan semakin meningkat sehingga diperoleh nilai korelasi antara faktor kerapatan kanopi dengan ketebalan seresah yaitu 0.99 (Lampiran 4). Meningkatnya nilai tebal seresah berbanding lurus dengan masukan bahan organiknya sehingga terjadi perbaikan sifat fisik tanah, diperoleh nilai korelasi yang positif antara bahan organik terhadap beberapa sifat fisik tanah yaitu berkorelasi sangat kuat dengan diameter massa

rerata atau kemantapan agregat ($r = 0.78$) (Lampiran 4), berkorelasi kuat dengan porositas tanah ($r = 0.75$) (Lampiran 4). Namun nilai bahan organik menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah pada ketiga plot pengamatan. Hal ini disebabkan karena bahan organik terakumulasi pada lapisan atas tanah, sesuai dengan Badan Litbang Pertanian (2006) yang menyatakan bahwa semakin kebawah atau dalam kedalaman tanah maka kadar bahan organik semakin berkurang, karena akumulasi bahan organik terkonsentrasi pada lapisan atas tanah.

Hasil pengamatan Suhara (2003) menunjukkan bahwa penutup kanopi yang semakin rapat akan membentuk suatu perbaikan lingkungan karena bertambahnya ketersediaan bahan organik, perbaikan lingkungan terjadi melalui peningkatan kegiatan biologi berupa aktivitas mikroorganisme atau cacing tanah. Hal tersebut memberikan dampak positif terhadap perbaikan struktur tanah dan porositas tanah, seperti menurut Pramudita (2011) bahwa kegiatan dan perkembangan organisme akan semakin cepat dengan begitu akan terbentuk pori makro dan pemantapan agregat. Dengan meningkatnya jumlah pori makro dan kemantapan agregat maka akan menghasilkan kapasitas infiltrasi dan sifat aerasi tanah yang baik (Edward, 1998). Selain ketersediaan bahan organik, penutup kanopi yang semakin rapat dapat melindungi permukaan tanah dari faktor pengganggu seperti pukulan tetesan air hujan. Tanpa adanya kanopi, pukulan tetesan air hujan pada permukaan tanah dapat menghancurkan agregat tanah kemudian hancuran partikel tanah menyebabkan tersumbatnya pori tanah makro dan menghambat infiltrasi air tanah (Farida dan Noordwijk, 2004).

Nilai berat isi tanah berbanding terbalik dengan nilai bahan organik, sesuai dengan hasil penelitian Lumbanraja (2012) yaitu terjadi penurunan berat volume atau bobot isi tanah dari $1,13 \text{ g/cm}^3$ menjadi $1,08 \text{ g/cm}^3$ setelah dilakukan aplikasi pupuk kandang sapi sebanyak 7,5 ton/ha. Tanah lapisan bawah memiliki berat isi yang lebih tinggi dibandingkan dengan lapisan atas tanah, hal ini diduga akibat proses dekomposisi seresah di atas tanah sehingga semakin dalam lapisan tanah semakin berkurang jumlah bahan organik. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Tsadilas *et al.* (2005) dalam Saiddy (2018) yang menyatakan semakin besar jumlah bahan organik maka berat isi tanah semakin menurun.

4.4.1 Analisis Regresi *Stepwise*.

Hubungan antara satu variabel tak bebas atau variabel dependent (Y) dengan lebih dari satu variabel bebas atau variabel independent/ prediktor (X_1, X_2, \dots, X_k) dapat digambarkan melalui analisis regresi *stepwise* atau disebut dengan analisis regresi linier berganda. Analisis regresi *stepwise* terdiri dari dua proses yaitu *forward selection* dan *backward elimination*, untuk menentukan variabel yang menjadi variabel prediktor terbaik untuk dimasukkan ke dalam model regresi. Penentuan berdasarkan uji F, jika nilai F variabel < F tabel maka variabel dihilangkan (Walpole *et al.*, 2012 dalam Faulina, 2017).

Tabel 13. Hasil Analisis Regresi *Stepwise*.

Pengaruh pernyataan terhadap variabel	Adjusted R Square	F Hitung	T Hitung	Sig.	Pernyataan
($X_1 - X_3$) terhadap Y_1	0,683	16,112	3,089 2,863	0.009 0.014	X_1 X_3

Keterangan: X_1 = Bahan organik; X_2 = Kerapatan Akar; X_3 = Ketebalan Seresah; Y_1 = Diameter Massa Rerata.

Hasil analisis regresi *stepwise* pada Tabel 9. menunjukkan variabel independent ($X_1 - X_3$) terhadap variabel dependent (Y_1) yang merupakan nilai diameter massa rerata. Diperoleh nilai R^2 yang telah disesuaikan (*Adjusted R-sq*) senilai 0,683 yang menunjukkan bahwa 68% dipengaruhi oleh variabel bahan organik (X_1) dan ketebalan seresah (X_3), sedangkan 32% lainnya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak termasuk dalam penelitian ini. Santoso (2001) menyatakan bahwa nilai *Adjusted R-sq* dapat digunakan sebagai koefisien determinasi dalam analisis regresi dengan variabel bebas lebih dari dua. Nilai Fhitung diperoleh senilai 16,112 dan Ftabel sebesar 3,26, hal ini dapat dinyatakan bahwa variabel berat isi dan ketebalan seresah berpengaruh terhadap diameter massa rerata sebab nilai Fhitung > Ftabel. Namun variabel bahan organik dinyatakan paling berpengaruh terhadap diameter massa rerata pada tingkat kerapatan kanopi dengan nilai Thitung > Ttabel (2,028). Persamaan regresi yang dihasilkan berdasarkan analisis regresi *stepwise* yaitu $Y = 1,953 + 0,196X_1 + 0,116X_3$, yang artinya apabila nilai berat isi naik sebesar 1 g/cm^3 maka nilai diameter massa rerata akan naik

sebesar 0,196% dan apabila nilai ketebalan seresah naik sebesar 1 cm maka nilai diameter massa rerata akan meningkat sebesar 0,116%.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Beberapa perlakuan tingkat kerapatan kanopi yaitu <40%, 40%-70%, dan >70% memberikan pengaruh berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap beberapa karakteristik tanah di lahan agroforestri berbasis kopi UB *Forest*, diantaranya ketebalan seresah, bahan organik, berat isi, porositas, kerapatan akar.
2. Semakin rapat kondisi tingkat kerapatan kanopi maka semakin tinggi nilai ketebalan seresah sehingga bahan organik yang masuk ke dalam tanah juga meningkat. Nilai diameter massa rerata pada ketiga plot pengamatan termasuk dalam kategori sangat stabil sekali. Nilai DMR tertinggi diperoleh dari plot pengamatan dengan tingkat kerapatan kanopi >70%, kemudian diikuti secara susun oleh plot pengamatan dengan tingkat kerapatan kanopi 40%-60% dan plot pengamatan dengan tingkat kerapatan kanopi <40%. Kenaikan nilai DMR yang diperoleh dari kerapatan kanopi <40% terhadap kerapatan kanopi 40%-70% yaitu 54,9% dan untuk kerapatan kanopi 40%-60% terhadap kerapatan kanopi >70% yaitu sebesar 16,7%.
3. Meningkatnya bahan organik disertai dengan peningkatan kemantapan agregat sehingga memberikan hasil hubungan korelasi yang sangat kuat dengan kemantapan agregat dengan nilai korelasi $r = 0,78$.

5.2. Saran

Penelitian ini dilakukan berdasarkan aspek fisika sehingga untuk kedepannya perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh dari aspek biologi dan kimia secara menyeluruh terhadap proses agregasi. Bagi petani setempat dibutuhkan informasi mengenai jarak tanam atau pemeliharaan dan perawatan tanaman agar menghindari terjadi kompetisi antar tanaman guna mempertahankan produktivitas tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 2002. *Budidaya Tanaman Kopi*. Kanisius, Yogyakarta.
- Amezketta, E., R. Aragues, R. Carranza, dan B. Urgel. 2003. Macro-and Micro-Aggregate Stability of Soils Determined by A Combination of Wet-Sieving and Laser-Ray Diffraction. *Spanish J. Agric. Res.* 1(4): 83-94.
- Ardiansyah, R., I.S. Banuwa dan M. Utomo. 2015. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Residu Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang Terhadap Struktur Tanah, Bobot Isi, Ruang Pori Total Dan Kekerasan Tanah pada Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata L.*). *Jurnal Agrotek Tropika* 3(2): 283-289.
- Arief, A. 2001. *Hutan dan Kehutanan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Arif, M.C.W., M. Tarigan, R. Saragih, I. Lubis, dan F. Rahmadani. 2011. *Panduan Sekolah Lapang Budidaya Kopi Konservasi, Berbagai Pengalaman dari Kabupaten Dairi Provinsi Sumatera Utara*. Conservation International. Jakarta.
- Arifin, M. 2010. Kajian Sifat Fisik Tanah Dan Berbagai Penggunaan Lahan dalam Hubungannya Dengan Pendugaan Erosi Tanah. *Jurnal Pertanian MAPETA* 12 (2): 72-144.
- Badan Litbang Pertanian. 2006. *Kumpulan Istilah Ilmu Tanah Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Litbang Pertanian- Departemen Pertanian*. Istilah Ilmu Tanah.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Barzegar, A.R., A. Yousefi, and A. Daryashenas. 2002. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. *Plant and Soil*: 247, 295-301.
- Baskoro, D.P.T. dan H.D. Manurung. 2005. Pengaruh Metoda Pengukuran dan Waktu Pengayakan Basah Terhadap Nilai Indeks Stabilitas Agregat Tanah. *Jurnal Tanah dan Lingkungan* 7(2): 54-57.
- Bronick, C.J. dan R. Lal. 2005. *Soil Structure and Management: A Review*. *Geoderma*. 124: 3-22.
- Edward, W.M. 1991. *Soil Structure: Processes and Management*. In *Soil Management for Sustainability*. Soil and Water Conservation Society. Ankeny.
- Farida dan M.V Noordwijk. 2004. Analisis Debit Sungai Akibat Alih Guna Lahan dan Aplikasi Model Genriver pada DAS Way Besai, Sumberjaya. *Jurnal Agrivita* 26 (1).
- Faulina, R. 2017. Penggunaan Regresi *Stepwise* untuk Menentukan Faktor yang Mempengaruhi Motivasi Santri Melanjutkan Studi ke Perguruan Tinggi (Studi Kasus SMK Ibnu Cholil Bangkalan). *Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi* 18(2): 68-76.

Gregorich, E.G., D.A Angers, C.A Cambell, M.R Carter, C.F Drury, B.H Ellert, P.H Groenevelt, D.A Hlomtorm, C.M Monreal, H.W Rees, R.P Voroney, dan T.J Vyn. 2002. Changes in Soil Organic Matter. Agricultura and Agrifood Canada.

Habi, M.L. 2015. Pengaruh Aplikasi Kompos Granulela Sagu Diperkaya Pupuk Ponska terhadap Sifat Fisik Tanah dan Hasil Jagung Manis di Inceptisol. Biopendix 1(2): 121-134.

Hairiah, K., D. Suprayogo, Widiyanto, Berlian, E. Suhara, A. Mardiasuning, R.H Widodo, C. Prayogo, dan S. Rahayu. 2004. Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Agroforestri Berbasis Kopi: Ketebalan Seresah, Populasi Cacing Tanah dan Makroporositas Tanah. Jurnal Agrivita 26 (1): 68-80..

Hairiah, K. dan S. Rahayu. 2010. Mitigasi Perubahan Iklim Agroforestri Kopi untuk Mempertahankan Cadangan Karbon Lanskap. Simposium Kopi. Bali.

Hairiah, K., C. Sugiarto, S.R Utami, P. Purnomosidhi, dan J.M Roshetko. 2004. Diagnosis Faktor Penghambat Pertumbuhan Akar Sengon (*Paraserianthes falctaria* L. Nielsen) pada Ultisol di Lampung Utara. Jurnal Agrivita: 89-98.

Hasiholan, B. 2005. Studi Alih Fungsi Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian Terhadap Karakteristik Fisik Tanah (Studi Kasus DAS Kali Tundo, Malang). Fakultas Pertanian Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.

Helmi. 2009. Perubahan Beberapa Sifat Fisika Regosol dan Hasil Kacang Tanah Akibat Pemberian Bahan Organik dan Pupuk Fosfat. Jurnal Sains Riset 1 (18): 1-9.

Indrawanto, C., E. Karmawati, S.J Munarso, B. Prastowo, Rubijo dan Siswanto. 2010. Budidaya dan Pascapanen Kopi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.

Islami, T. dan W.H. Utomo. 1995. Hubungan Tanah, Air dan Tanaman. Semarang: IKIP Semarang Press.

Juarsah, I dan J. Purwani. 2014. Pengaruh Pengelolaan Bahan Organik pada Lahan Sub Optimal terhadap Sifat Tanah. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Diakses melalui <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/> pada 5 September 2019.

Junedi, H. 2010. Perubahan Sifat Fisika Ultisol Akibat Konversi Hutan Menjadi Lahan Pertanian. Jurnal Hidrolitan 1 (2): 10-14.

King, K.F.S., dan M.T Chandler. 1978. *The Wasted Land: The Programme of Work of ICRAF*. Kenya: The International Council for Research in Agroforestry.

Lal, R. dan M.K Shukla. 2004. Principle of Soil Physics. Marcel Dekker, Inc. New York (US).

Lumbanraja, P. 2012. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi Dan Jenis Mulsa Terhadap Kapasitas Pegang Air Tanah Dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glicine max* L) Var. Willis pada tanah Ultisol Simalingkar. JURIDIKTI 5(2): 58-72.

- Maharani, AP. 2019. Skripsi: Analisis Distribusi Pori Tanah pada Sistem Agroforestri Berbasis Kopi dengan Tingkat Kerapatan Kanopi Berbeda Di UB *Forest*, Kabupaten Malang. Malang: Universitas Brawijaya.
- Martin, J.P., W.P Martin, J.B Page, W.A Raney dan J.D De Ment. 1955. Soil Aggregation. *Adv. Agron* 7: 1-38.
- Nuridin. 2012. Morfologi, Sifat Fisik dan Kimia Tanah Inceptisols dari Bahan Lakustrin Paguyaman Gorontalo Kaitannya dengan Pengelolaan Tanah. *JATT* 1(1): 13-22.
- Nurmegawati, A. dan D. Sugandi. 2014. Kajian Kesuburan Tanah Perkebunan Karet Rakyat di Provinsi Bengkulu. *Jurnal Litri* 20 (1): 17-26.
- Nurmilah, A. 2014. Analisis Kemampuan Tanah dalam Memegang Air pada Berbagai Penggunaan Lahan (Studi Kasus: DAS Ciujung). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Panggabean, E. 2011. Buku Pintar Kopi. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Pasaribu, S.M., K. Suradisatra, B. Sayaka dan A. Dariah. 2010. Membalik Kecenderungan Degradasi Sumber Daya Lahan dan Air: Pengendalian dan Pemulihan Degradasi Ekosistem Pertanian. Bogor: IPB Press.
- Pramano, I.B. dan N. Wahyuningrum. 2010. Model Pengendalian *Run-off* dan Erosi dengan Metode Vegetatif (Studi Kasus Sub-DAS Dungawot). Prosiding. Ekspose Hasil Penelitian dan Pengembangan: Teknologi Pengelolaan DAS dalam Upaya Pengendalian Banjir dan Erosi-Sedimentasi. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi.
- Pramudita, S.F. 2011. Pengaruh Jenis Pohon Terhadap Populasi Makrofauna Epigeik dan Endogeik serta Porositas Tanah di SUB DAS Samin, DAS Bengawan Solo. Fakultas Pertanian: Universitas Sebelas Maret.
- Pratiwi, SA. 2013. Pengaruh Faktor Pembentuk Agregat Tanah Terhadap Kemantapan Agregat Tanah Latosol Dramaga pada Berbagai Penggunaan Lahan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pratiwi, ZH. 2017. Determinasi Kandungan Bahan Organik Partikulat Pada Tiga Ordo Tanah (Oxisol, Ultisol, Inceptisol) Di Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota. Universitas Andalas. Padang.
- Prijono, S. dan H.A Wahyudi. 2009. Peran Agroforestry dalam Mempertahankan Makroporositas Tanah. *Jurnal Primordia* 5(3): 203-212.
- Purba, C.P.P., S.G Nanggara, M. Ratriyono, I. Apriani, L. Rosalina, N.A Sari dan A.H Meridian. 2014. Potret Keadaan Hutan Indonesia Periode 2009-2013. Bogor. Forest Watch Indonesia.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. 2006. Pedoman Teknis Tanaman Kopi. Jember.
- Putinella, JA. 2011. Perbaikan Sifat Fisik Tanah Regosol dan Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) akibat Pemberian Bokashi Ela Sagu dan Pupuk Urea. *Jurnal Budidaya Pertanian* 7(1): 35-40.

- Rachman, A. dan Abdurachman A. 2006. Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya: Penetapan Kemantapan Agregat Tanah. Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor.
- Rahardjo, P. 2012. Panduan Budi Daya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rahim, SE. 2000. Pengendalian Erosi Tanah dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup. Penerbit PT. Bumi Aksara. Jakarta.
- Rauf, A. 2004. Agroforestri dan Mitigasi Perubahan Lingkungan. Falsafah Sains Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Rismunandar dan F.B Paimin. 2001. Kayu Manis Budidaya dan Pengolahan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ruijter, J. dan F. Agus. 2004. Sistem Agroforestri: Sistem Multistrata Kopi Dengan Berbagai Tanaman Pohon. Diakses melalui www.world-agroforestry.org pada 5 Desember 2018.
- Rusdiana, O., Y. Fakuara, C. Kusmana, dan Y. Hidayat. 2000. Respon Pertumbuhan Akar Tanaman Sengon (*Paraserianthes Falcataria*) Terhadap Kepadatan Dan Kandungan Air Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 6(2): 43-53.
- Saidy, AR. 2018. Bahan Organik Tanah: Klasifikasi, Fungsi, dan Metode Studi. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Sarief, E. S. 1993. Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian. Bandung. Pustaka Buana.
- Sarjono, H. dan W. Julianita. 2013. SPSS VS Lisrel Jilid 2. Surabaya: Salemba Press.
- Simanjutak, C., P. Marbun dan M. Sembiring. 2015. Evaluasi Kesesuaian Lahan dengan Metode Limit untuk Tanaman Kopi Arabika (*Coffea Arabica*) dan Kopi Robusta (*Coffea robusta* Lindl.) di Kecamatan Silima Pungga-pungga Kabupaten Dairi. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 3(2): 433-445.
- Sitorus, S., B. Susanto dan O. Haridjaja. 2011. Kriteria dan Klasifikasi Tingkat Degradasi Lahan. *Jurnal Tanah dan Iklim* (34): 66-83. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Soenardjo, N. 1999. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove Dan Hubungannya dengan Struktur Komunitas Mangrove di Kaliuntu Kabupaten Rembang Jawa Tengah. Thesis. Program Pascasarjana IPB. Bogor.
- Su Ritohardoyo. 2002. Penggunaan dan Tata Guna Lahan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Suhara, E. 2003. Hubungan Populasi Cacing Tanah dengan Porositas Tanah pada Sistem Agroforestri berbasis Kopi. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- Suharta, N. 2007. Sifat dan Karakteristik Tanah dari Batuan Sedimen Masam di Provinsi Kalimantan Barat serta Implikasinya terhadap Pengelolaan Lahan. *Jurnal Tanah dan Iklim* (25).

- Suprayogo, D., Widiyanto, P. Purnomosidi, R.H Widodo, F. Rusiana, Z.Z Aini, N. Khasanah dan Z. Kusuma. 2004. Degradasi Sifat Fisik Tanah Sebagai Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Sistem Kopi Monokultur: Kajian Perubahan Makroporositas Tanah. *Agrivita* 26(1): 60-68.
- Supriyadi, I.B Pramono dan R.R Prahesti. 2016. Kualitas Indeks Tanah Sebagai Estimator dari Agroforestri Tanah Kesehatan di Tirtomoyo Sub-DAS, Wonogiri. *Jurnal Agrosains* 18(2): 38-43.
- Surya, J.A., Y. Nuraini dan Widiyanto. 2017. Kajian Porositas Tanah Pada Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik di Perkebunan Kopi Robusta. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 4(1): 463-471.
- Susilawati, M., I.K.G Sukarsa, I.D.A.H Krisna. 2012. Perbandingan Regresi Bertatar (*Stepwise Regression*) dan Regresi Komponen Utama (RKU) dalam Mengatasi Multikolinieritas pada Model Regresi Linier Berganda. KNM XVI 3-6 Juli 2012. Jatinangor: Universitas Padjajaran.
- Tan, KH. 1991. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- Udawatta, R. P. and G. S Henderson. 2004. Root Distribution Relationships to Soil Properties in Missouri oak stands: A Productivity Index Approach. *Soil Science Society of America Journal* 67(6): 1869-1877.
- Utomo, B.S., Y. Nuraini, dan Widiyanto. 2015. Kajian Kemantapan Agregat Tanah Pada Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 2(1): 111-117.
- Wahyunto dan A. Dariah. 2014. Degradasi Lahan di Indonesia: Kondisi Existing, Karakteristik, dan Penyeragaman Definisi Mendukung Gerakan Menuju Satu Peta. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 8(2): 81-93.
- Walpole, R. E., R.H Myers, S.L Myers and K. Ye. 2012. *Probability & Statistics for Engineers and Scientists* (9 ed.). USA: Pearson Education, Inc.
- Widiyanto, K. Hairiah, D. Suprayogo dan M.A Sardjono. 2003. Fungsi Dan Peran Agroforestri. *Buku Ajar*. World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia. Bogor. 6-33p.
- Wulandari, N., B. Hermiyanto, dan Usmadi. 2015. Analisis Indeks Kualitas Tanah Berdasarkan Sifat Fisiknya pada Areal Pertanaman Tembakau Na-Oogst dan Hubungannya dengan Produktivitas Tembakau Na-Oogst Di Kabupaten Jember. Universitas Jember: Fakultas Pertanian.
- Yulistriani, T. 2011. Keragaman Vegetasi dan Pengaruhnya Terhadap Laju Infiltrasi di Daerah Resapan Mata Air Seruk, Desa Pesanggrahan Batu. *Jurnal Penelitian Hayati edisi Khusus*: 39-43.
- Zurhalena dan Y. Farni. 2010. Distribusi Pori Dan Permeabilitas Ultisol Pada Beberapa Umur Pertanaman. *Jurnal Hidrolitan* 1(1): 43-47

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul penelitian : Analisis Kemantapan Agregat Tanah pada Sistem
Agroforestri Berbasis Kopi dengan Tingkat Perbedaan
Kerapatan Kanopi Penaung Di UB *Forest*, Kabupaten
Malang

Nama Mahasiswa : Puspita Dewi Rachmanita R.

NIM : 155040201111070

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui
Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU.
NIP. 19580214 198503 1 003

Diketahui,
Ketua Jurusan



Syaiful Kamliawan, SP., MP., Ph.D
NIP. 19791018 200501 1 002

Tanggal Persetujuan: 11 NOV 2019

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I



Dr. Ir. Retno Suntari, MS.
NIP. 19580503 198303 2 002

Penguji II



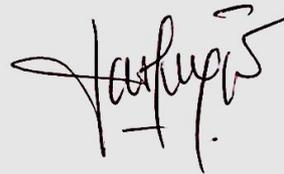
Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU.
NIP. 19580214 198503 1 003

Penguji III



Dr. Ir. Sudarto, MS.
NIP. 19560317 198303 1 003

Penguji IV



Rika Ratna Sari, SP. MP.
NIK. 201609 880130 2 001

Tanggal Lulus : ...**29 NOV 2019**...