

**PENGARUH MASUKAN BAHAN ORGANIK TERHADAP POROSITAS  
DAN INFILTRASI PADA TANAH LOM BERKLEI DAN LOM BERPASIR  
DI KEBUN KELAPA SAWIT (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ)**

Oleh

**FIRDAUS AINUM MUTTAQIN  
MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN TANAH  
MALANG  
2013**

**PENGARUH MASUKAN BAHAN ORGANIK TERHADAP POROSITAS  
DAN INFILTRASI PADA TANAH LOM BERKLEI DAN LOM BERPASIR  
DI KEBUN KELAPA SAWIT (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ)**

Oleh  
**FIRDAUS AINUM MUTTAQIN**  
**0810480158**

**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN  
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**SKRIPSI**

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN TANAH  
MALANG  
2013**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan di sebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Juni 2013

Firdaus Ainum Muttaqin

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **PENGARUH MASUKAN BAHAN ORGANIK TERHADAP POROSITAS DAN INFILTRASI PADA TANAH LOM BERKLEI DAN LOM BERPASIR DI KEBUN KELAPA SAWIT (*ELAEIS GUINEENSIS JACQ*)**

Nama Mahasiswa : **FIRDAUS AINUM MUTTAQIN**

N I M : 0810480158

Minat : MENEJEMEN SUMBERDAYA LAHAN

Program Studi : AGROEKOTEKNOLOGI

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Ir. Widiyanto, MSc  
NIP. 19530212 197903 1 002

Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, PhD  
NIP. 19560410 198303 2 001

Mengetahui  
Ketua Jurusan Tanah

Prof.Dr.Ir.Zaenal Kusuma, SU  
NIP.19540501 198103 1 006

Tanggal Persetujuan :

**LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan

**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I

Penguji II

Prof.Dr.Ir. Zaenal Kusuma, SU  
NIP.19540501 198103 1 006

Ir. Widiyanto, MSc  
NIP. 19530212 197903 1 002

Penguji III

Penguji IV

Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, PhD  
NIP. 19560410 198303 2 001

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

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**SKRIPSI INI KU PERSEMBAHKAN  
UNTUK  
IBUNDA SITI MU'AFIAH &  
AYAHANDA SUTIKNO TERCINTA,  
DAN ADIKKU NIA TERSAYANG..**

## RINGKASAN

Firdaus Ainum Muttaqin. 0810480158. Pengaruh Masukan Bahan Organik Terhadap Porositas dan Infiltrasi Pada Tanah Lom Berklei dan Lom Berpasir di Kebun Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) Dibimbing oleh: Ir. Widiyanto, MSc. Dan Prof. Dr. Kurniatun Hairiah

Salah satu upaya dalam menjaga sebaran pori makro tanah dan ketersediaan air tanah yang optimal adalah dengan pemberian bahan organik ke dalam tanah. Pada perkebunan sawit, pengembalian residu panen (janjang kosong) dan pangkasan pelepah sawit ke lapangan cukup beragam sehingga pengaruhnya terhadap perbaikan kondisi fisik tanahpun juga beragam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh masukan bahan organik terhadap sebaran pori makro dalam profil tanah dan laju infiltrasi pada berbagai zona dalam perkebunan sawit yang ada di tanah lom berklei dan lom berpasir.

Penelitian dilaksanakan di Kebun Kelapa Sawit PT. Astra Agro Lestari, Kumai, Pangkalanbun, Kalimantan Tengah. Pengukuran dilakukan pada kebun sawit berumur 6 tahun yang memiliki zona ekologi dan topografi yang sama. Dua petak yang dipilih berada di blok AMR OA-29 dengan tekstur Lom berklei dan AMR OA-40 dengan tekstur Lom berpasir. Pada masing-masing petak dilakukan pengukuran pada 3 zona pengukuran: gawangan mati, antar pokok dan piringan. Pengukuran fisika tanah dilakukan pada kedalaman tanah 0-100 cm, meliputi pemetaan sebaran pori makro dengan metode *methylen blue*, laju infiltrasi, berat isi tanah, berat jenis tanah dan konduktivitas hidrolik jenuh.

Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar total C-organik di tanah lom berklei lebih tinggi dari pada di tanah lom berpasir dengan nilai 1,39% dibanding 0,92%. Rata-rata pori total tertinggi dijumpai pada tanah lom berklei zona antar pokok pada kedalaman tanah 20 cm dengan persentase mencapai 56,5% dan terendah pada tanah lom berpasir kedalaman >90 cm sebanyak 23%. Sedangkan rata-rata persentase jumlah pori makro tanah 2,35% dan 3,74% masing-masing pada lom berklei dan lom berpasir. Adanya perbedaan tekstur tanah menyebabkan nilai yang berbeda untuk laju infiltrasi. Nilai infiltrasi tanah lom berklei lebih tinggi dibandingkan dengan tanah lom berpasir. Laju infiltrasi konstan pada tanah lom berklei rata-rata sebesar  $0,6 \text{ cm jam}^{-1}$  atau tiga kali lebih cepat dibandingkan pada tanah lom berpasir yang hanya  $0,2 \text{ cm jam}^{-1}$ . Hasil penelitian ini bermanfaat untuk perbaikan strategi pemupukan kelapa sawit pada tanah lom berklei dan lom berpasir untuk lebih memperhitungkan potensi kehilangan hara melalui aliran air (pencucian).

## SUMMARY

Firdaus Ainum Muttaqin. 0810480158. Effect of Organic Matter Application on Soil Porosity and Infiltration in Clay Loam and Sandy Loam Soil at Oil Palm Plantation (*Elaeis guineensis* Jacq.). Supervised by Ir. Widiyanto, MSc. And Prof. Dr. Kurniatun Hairiah

Applying organic matter into the soil is one option to maintain a continue distribution of soil macro pore and optimum soil water availability. On palm oil plantations, usually done by returning harvest residues (EFB=empty Fruit Bunch) and different parts of (palm frond) prunings which give various impact on soil physical improvement. The purpose of this research is to study the effect of organic matter inputs on: (a) the distribution of soil macro in the soil profile, and (b) on the rate of infiltration at various zones within existing oil palm plantations at different soil texture of clay loam compared to sandy loam.

The research was conducted at the Oil Palm Plantation PT. Astra Agro Lestari, Kumai, Pangkalanbun, Central Kalimantan. Measurements were taken at 6-year-old oil palm plantations which have ecological zones and the same topography. Two plots were selected to be on the block OA-29 AMR by AMR with soil texture clay loam and on the block OA-40 with soil texture sandy Loam. The measurements in each plot was done three zones, i.e. palm front stack (*gawangan mati*), between two trunks (*antar pokok*) and in the weeded circle (*piringan*). Measurements on soil physical properties are performed in soil layer of 0-100 cm, include mapping the distribution of macropores using methylen blue method, infiltration rate, soil bulk density, soil density and saturated hydraulic conductivity.

Results of the study showed that the average of total C-organic in clay loam soil is higher (1.39%) than in the sandy loam soil (0.92%). On average the highest total pore is found in clay loam soil in the zone between two trunks at 20 cm soil depth, with percentage reached to 56.5% and the lowest is found in the sandy loam soil at soil depth >90 cm by 23%. While the average percentage soil macropores are 2.35% and 3.74% in clay loam and sandy loam soil, respectively. The big difference in the texture of the soil causes a different rate of infiltration, where the infiltration in clay loam soil is higher than in the sandy loam soil. The average soil infiltration constant rate at clay loam soil is  $0.6 \text{ cm hr}^{-1}$ , it is three times faster than in the sandy loam soil only  $0.2 \text{ cm hr}^{-1}$ . These results are useful for improvement of oil palm fertilization strategies that should consider the potential nutrient loss through leaching in different soil texture.

## KATA PENGANTAR

Tiada kalimat yang pantas penulis ucapkan selain rasa puji dan syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Masukan Bahan Organik Terhadap Porositas Dan Infiltrasi Pada Tanah Lom berklei Dan Lom berpasir Di Kebun Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq*)”**. Skripsi ini merupakan salah satu tugas akhir sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat yang setulus-tulusnya, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ir. Widiyanto, MSc dan Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, PhD. selaku pemilik Ide penelitian, yang telah memberikan kepercayaan dan kesempatan kepada penulis, mengarahkan, menuntun, memberi tahu cara yang benar bagaimana untuk berpikir dan menulis secara sistematis dalam penulisan ini. Mohon maaf bila penulis sering membuat kecewa, penulis sampaikan ungkapan terima kasih yang tiada bandingannya bila dibandingkan dengan pelajaran yang telah diterima penulis.
2. Bapak Satyoso selaku Pemimpin Research And Development PT. Astra Agro Lestari Tbk, dan Bapak Moh. Agus Widodo, S.Hut, M.Agr, selaku Pembimbing Lapangan yang telah memberi izin, tanggung jawab, pendanaan dan fasilitas kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian ini.
3. Bapak Bargowo Addianto dan Bapak Wahyu Suprpto selaku Staff Asisten Agronomy Research Center PT. Astra Agro Lestari Tbk yang banyak membantu dalam hal birokrasi, teknis serta pengadaan sehingga pelaksanaan penelitian berjalan dengan lancar.
4. Bapak Bandung Sahari selaku Kepala Laboratorium Biologi dan Bapak M. Yusuf Hermawan selaku Kepala Laboratorium Kimia Research And Development PT. Astra Agro Lestari Tbk yang telah memfasilitasi ruang dan peralatan dalam pelaksanaan penelitian ini.

5. Danny Dwi Saputra SP, yang rela pertama kalinya ke kebun Kelapa Sawit, untuk membimbing penulis tentang teknis dilakukannya penelitian, terima kasih banyak Mas.
6. Syahrul Kurniawan, SP,MP dan Rika Ratnasari, SP selaku Tim Pendukung yang telah mensupport dari jauh tentang penelitian dan kelengkapan administrasi sehingga penelitian dapat selesai seperti apa yang diharapkan.
7. Chairul Anshari, SP. selaku Koodinator Tim Sawit, kakak, dan juga teman sharing yang telah mendampingi, membimbing dan mengarahkan penulis dalam suka ataupun duka dari awal pelaksanaan penelitian hingga penulisan berakhir.
8. Mas M. Ali Puji Irawan, Mas An Zakariya, Mas Begyo Zaman, Mas Jasmani, Mas Gunadi, Mas Saifuloh, Mas Herman, Mas Gymnastiar, Mas Pratomo Hadinoto, Mas Wahyu, Mas Bidin, Mas Momon, MbK Heni, MbK Arum Budi dan MbK Elika Siti Aminatun, selaku mandor Agronomy Research Center sekaligus teman suka dan duka bagi penulis yang tak kenal lelah dan pamrih, selalu setia membantu penulis dalam hal teknis, ataupun sharing hal-hal kecil. Bersamamu adalah pengalaman yang tak kan terlupakan.
9. Mbak Anik dan Ibu Nyai selaku induk dan support gizi 5 sekawan oil palm yang telah memberikan asupan energi yang luar biasa, dan menjadi curahan hati sementara penulis selama penelitian berlangsung.
10. Pak Ngadirin, Pak Sarkam dan Seluruh staf laboratorium serta karyawan Jurusan Tanah Universitas Brawijaya Malang, atas bantuan, arahan, bimbingan dan informasi yang diberikan.
11. Keluarga seperjuangan Oil Palm, Rizal Raditya, Benedictus Julio Tito, Maharani Subandriya, Citra Dwi O, selaku teman tertawa dan menangis bersama selama di Kalimantan yang telah setia menemani penulis dan banyak memberikan bantuan dalam bentuk motivasi bahkan bantuan dalam pelaksanaan penelitian. *'Hontoni ARIGATOU'*
12. Saudara kandung dari Bapak dan Ibu Pembimbing, Akma dan Yeni yang telah berjuang bersama penulis di setiap keadaan, menyelesaikan penulisan ini bersama kalian merupakan kebahagiaan tersendiri bagi penulis.

13. Someone who I called 'Tam', seperti bintang yang tidak selalu terlihat tetapi pasti ada di tempat ia menghiasi langit malam.
14. Semua teman-teman seperjuangan Soiler 08 dan juga Aet 08 yang telah mengisi banyak cerita dalam kehidupan mahasiswa penulis.
15. Ibu (Siti Mua'fiah), Ayah (Sutikno), dan Adikku (Febrinia Tika M.S) serta Keluarga Besarku yang selalu percaya serta terus memberikan do'a dan motivasi agar penulis tetap semangat dan tidak putus asa.
16. Saudara Kontrakan Haqiqi, Umar, Roziq, Febry, Sandy, Mukhsin, Rifqi dan Irfan yang selalu setia memberikan dorongan dan juga canda tawa kepada penulis.
17. Kawan-kawan Futsal senin malam, serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Dalam kerendahan hati penulis berharap semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak dan mampu memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

Malang, Juni 2013

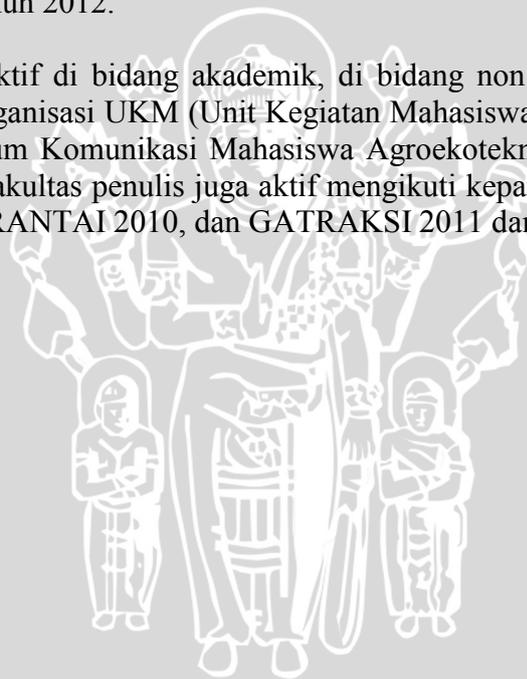
Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Dili, Timor Leste pada tanggal 4 Maret 1990 dari pasangan Sutikno dan Siti Mu'afiah. Anak pertama dari dua bersaudara ini memulai pendidikan dasarnya pada tahun 1996 di Madrasah Ibtidaiyah Annur Dili, lalu dilanjutkan di SD Muhammadiyah Kedungpring Lamongan pada tahun 1999 sampai tahun 2002, kemudian melanjutkan sekolah di SMPN 1 Babat. Setelah lulus dari sekolah menengah pertama penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Babat. Pada tahun 2008 penulis melanjutkan pendidikan S1 Program Studi Agroekoteknologi, yang pada semester 5 Memilih minat Manajemen Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa dan menjalani pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, penulis pernah menjadi asisten praktikum Dasar Ilmu Tanah, Teknologi Informasi tahun 2010, asisten Praktikum dan tutorial Pertanian Berlanjut tahun 2012.

Penulis tidak hanya aktif di bidang akademik, di bidang non akademik penulis pernah aktif dalam Organisasi UKM (Unit Kegiatan Mahasiswa) Olahraga FP UB dan FORKANO (Forum Komunikasi Mahasiswa Agroekoteknologi) 2009-2010, Selain itu di lingkup fakultas penulis juga aktif mengikuti kepanitiaan acara A-Ex dan Inaugurasi 2009, RANTAI 2010, dan GATRAKSI 2011 dan 2012.



## DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
1.3. Hipotesis	2
1.4. Manfaat	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Bahan Organik	4
2.1.1. Bahan Organik Dan Peranannya Terhadap Sifat Fisik Tanah	4
2.1.2. Peranan Bahan Organik Terhadap Porositas Dan Infiltrasi	5
2.1.3. Kandungan Bahan Organik	6
2.2. Sifat Fisik Tanah	6
2.2.1. Porositas Tanah	6
2.2.2. Infiltrasi	7
2.3. Hubungan Karakteristik Tanah dengan Infiltrasi dan Porositas	8
III. METODE PENELITIAN	9
3.1. Tempat dan Waktu	9
3.2. Kondisi Umum Blok Pengamatan	9
3.2.1 Kondisi dan Sejarah Blok Pengamatan	9
3.2.2 Kondisi Curah Hujan	10
3.2.3 Karakteristik Tanah	11
3.2.4 Topografi dan Kelerengan	12
3.3. Alat dan Bahan	12
3.4. Variabel Pengukuran	13

3.5. Pelaksanaan Penelitian	13
3.5.1. Deskripsi Masukan Bahan Organik pada Petak Pengamatan	13
3.5.2. Pengukuran Makroporositas Tanah	14
3.5.3. Pengukuran Infiltrasi Tanah	17
3.5.4. Pengukuran Kadar Air Tanah	18
3.5.5. Pengukuran Berat Isi dan Berat Jenis Tanah	19
3.5.6. Pengukuran Konduktifitas Hidrolik Jenuh (KHJ)	20
3.6. Analisis Statistik	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Kadar C-organik tanah (Bahan Organik tanah)	22
4.2. Pengaruh Zonasi Terhadap Nilai C-organik Tanah	23
4.3. Berat Isi Tanah	25
4.4. Porositas tanah	26
4.4.1. Pori Total	26
4.4.2. Pori Makro Tanah	28
4.5. Pengaruh C-organik Tanah Terhadap Pori Total Tanah	29
4.6. Pengaruh C-organik Tanah Terhadap Pori Makro Tanah	30
4.7. Konduktivitas Hidrolik Jenuh (KHJ, $\text{cm jam}^{-1}$ )	31
4.8. Infiltrasi	32
4.9. Pembahasan Umum	33
4.9.1. Pengaruh Bahan Organik Terhadap BI Tanah dan Porositas	33
4.9.2. Pengaruh Pori Makro Terhadap Infiltrasi	34
4.9.3. Pengaruh Beberapa Faktor Lain Terhadap Infiltrasi	35
V. KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1. Kesimpulan	36
5.2. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	41

### DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Karakteristik Tanah Pada Petak Pengamatan.....	11

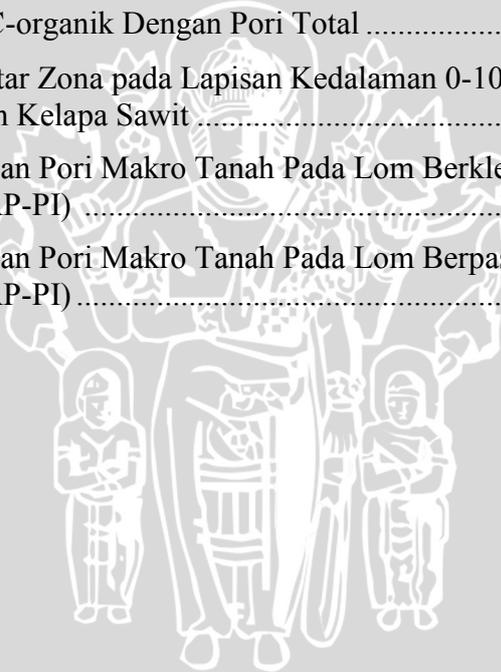


## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Alur teori permasalahan dan kegiatan penelitian yang dilakukan .....	3
2.	Rata-rata curah hujan bulanan di PT. AMR Tahun 1999 - 2011 .....	10
3.	Zonasi dalam Kebun Kelapa Sawit .....	14
4.	Pemasangan bingkai besi untuk membatasi larutan <i>Methylen blue</i> .....	15
5.	Penuangan larutan <i>Methylen blue</i> dan penggalian profil tanah .....	16
6.	Pemetaan sebaran <i>Methylen blue</i> .....	17
7.	Proses memasukkan air kedalam ring infiltrometer .....	18
8.	Pengambilan sample tanah .....	19
9.	Rata-rata nilai kadar C-organik (a) di tanah lom berklei dan (b) lom berpasir .....	22
10.	C-organik di Berbagai Zonasi Tanah Kebun Kelapa Sawit (a) Tanah Lom Berklei (b) Lom Berpasir (GM = Gawangan Mati; AP = Antar Pokok; PI = Piringan) .....	23
11.	C-organik di berbagai zonasi tanah kebun kelapa sawit .....	24
12.	Rata-rata berat isi (a) di tanah lom berklei dan (b) lom berpasir .....	25
13.	BI di Berbagai Zonasi Tanah Kebun Kelapa Sawit (a) Tanah Lom Berklei (b) Lom Berpasir (GM = Gawangan Mati; AP = Antar Pokok; PI = Piringan) .....	26
14.	Rata – rata pori total (a) di tanah lom berklei dan (b) lom berpasir .....	27
15.	Saluran bekas akar tanaman yang telah mati di lapisan tanah bawah ...	28
16.	Rata – rata pori makro (a) di tanah lom berklei dan (b) lom berpasir ....	29
17.	Hubungan antara kadar C-organik dengan persentase pori total .....	29
18.	Hubungan antara kadar C-organik dengan persentase pori makro .....	30
19.	Rata-rata laju infiltrasi (a) di tanah lom berklei dan (b) lom berpasir ...	33
20.	Hubungan antara persentase pori makro dengan laju infiltrasi .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Analisis Ragam C-organik .....	41
2.	Analisis Ragam Berat Isi Tanah .....	41
3.	Analisis Ragam Makroporositas .....	41
4.	Analisis Ragam Infiltrasi Tanah .....	42
5.	Analisis Duncan Makropori per Zonasi .....	43
6.	Analisis Duncan Makropori per Kedalaman .....	43
7.	Korelasi C-organik Dengan Pori Makro .....	43
8.	Korelasi C-organik Dengan Pori Total .....	43
9.	Analisis Regresi C-organik Dengan Pori Makro .....	43
10.	Analisis Regresi C-organik Dengan Pori Total .....	44
11.	Rata-rata KHJ Antar Zona pada Lapisan Kedalaman 0-100 cm Dalam Perkebunan Kelapa Sawit .....	44
12.	Beberapa Hasil Scan Pori Makro Tanah Pada Lom Berklei (Berurutan Kiri-Kanan GM-AP-PI) .....	45
13.	Beberapa Hasil Scan Pori Makro Tanah Pada Lom Berpasir (Berurutan Kiri-Kanan GM-AP-PI) .....	45



## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Banyak usaha yang telah dilakukan perkebunan kelapa sawit untuk meningkatkan produksi melalui pemupukan, perbaikan kualitas bibit, pengendalian hama penyakit dan sebagainya, namun demikian produksi yang diperoleh masih belum sesuai dengan harapan. Hal ini dikarenakan kondisi kesehatan tanah yang rendah, sebagai akibat minimnya masukan bahan organik ke dalam tanah. Menurut Hairiah (2011) indikator tanah sehat di perkebunan sawit adalah (a) tanah gembur dengan berat isi (BI) tanah rendah ( $<1.2 \text{ g cm}^{-3}$ ), (b) kandungan bahan organik tanah tinggi (C-organik antara 2-4%), (c) kerapatan populasi cacing tanah tinggi ( $>60 \text{ ekor m}^{-2}$ ). Pada perkebunan sawit PT. ASTRA umur 5-10 tahun terdapat tanah dengan BI terpadat bila dibandingkan dengan kondisi tanah sawit umur  $<5$  tahun atau  $>10$  tahun (Hairiah *et al.*, 2011). Peningkatan kepadatan tanah di perkebunan sawit dapat disebabkan oleh 3 hal: (a) masukan bahan organik yang relatif rendah, (b) tingkat keragaman akar tanaman yang ditanam rendah, (c) adanya pemadatan akibat transportasi dalam kebun. Namun demikian, dengan meningkatnya kedalaman tanah terjadi pula peningkatan kepadatan tanah. Hal ini tidak hanya disebabkan oleh ketiga faktor di atas tetapi juga disebabkan karena adanya peningkatan jumlah klei dan debu.

Saputra *et al.* (2011) melaporkan hasil penelitiannya di DAS Kalikonto, Kabupaten Malang, bahwa penambahan kandungan C-organik sebesar 1% dapat meningkatkan jumlah pori makro tanah sebanyak 7%. Peningkatan jumlah pori makro dan kemantapan agregat tanah berdampak positif terhadap laju infiltrasi tanah dan pengurangan limpasan permukaan (Suprayogo *et al.*, 2004).

Banyaknya air yang masuk ke dalam tanah melalui proses infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain tekstur dan struktur tanah, kelembaban tanah awal, kegiatan biologi dan unsur organik, jenis dan tebal seresah, tipe vegetasi dan tumbuhan bawah (Asdak, 1995). Faktor-faktor tersebut berinteraksi satu sama lain sehingga mempengaruhi besarnya infiltrasi dan limpasan permukaan. Semakin besar air hujan yang masuk ke dalam tanah, berarti

semakin kecil limpasan permukaan yang terjadi, sehingga besarnya air yang terbuang dapat ditekan.

Salah satu upaya dalam menjaga sebaran pori tanah dan ketersediaan air tanah yang optimal adalah dengan pemberian bahan organik ke dalam tanah. Pada perkebunan sawit, pengembalian residu panen dan pangkasan pelepah sawit ke lapangan cukup beragam. Hasil pangkasan sawit biasanya ditumpuk pada satu lajur yang biasa disebut dengan 'gawangan mati', sedang zona di sekeliling pohon merupakan zona bebas dari penumpukan bahan organik karena merupakan tempat dari aplikasi pupuk. Perbedaan kondisi yang beragam dalam perkebunan sawit tersebut akan mempengaruhi tingkat kepadatan tanah, infiltrasi air dan kerapatan perakaran sawit. Alur pikir dalam penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 1.

### **1.2. Tujuan**

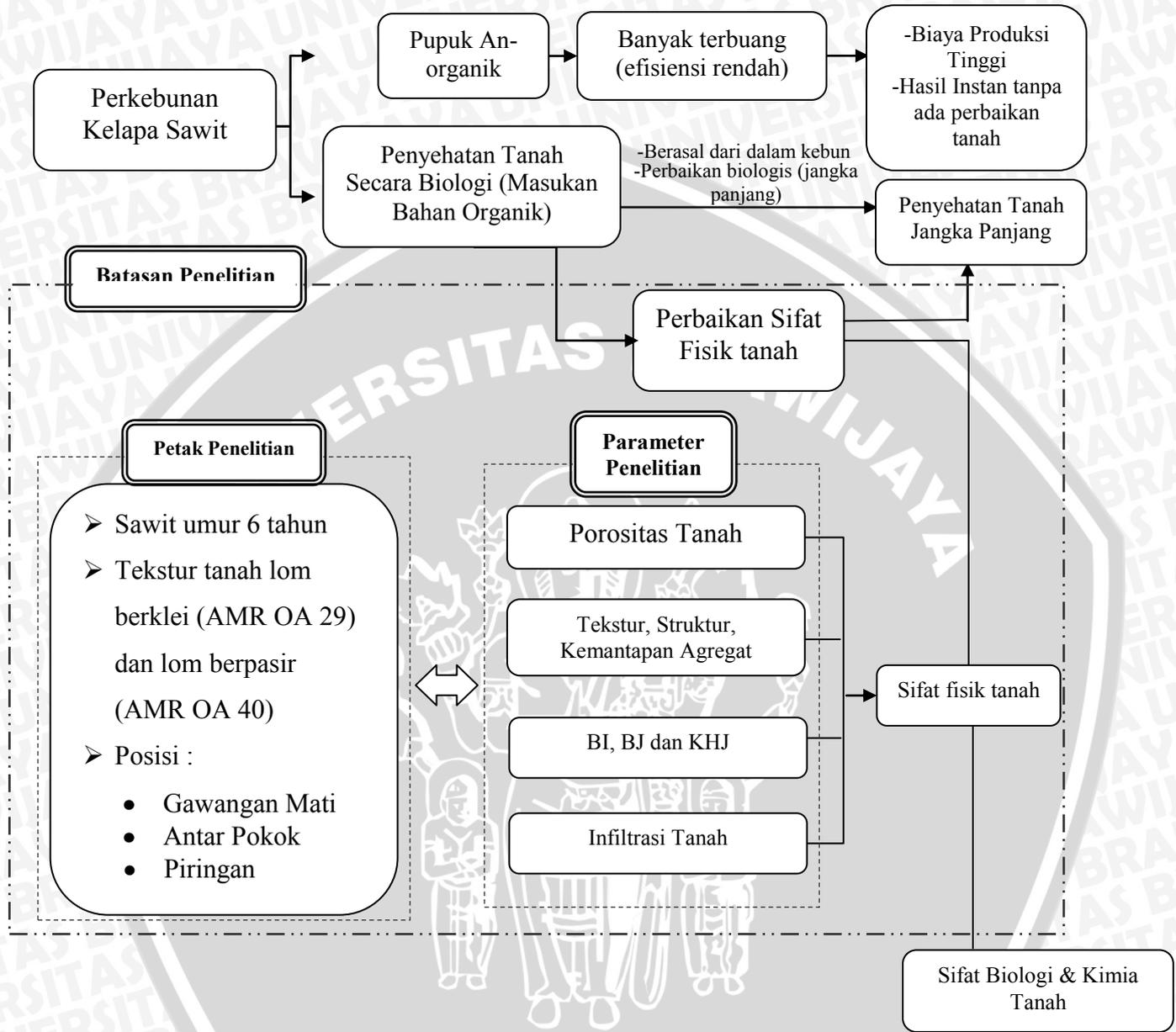
Mempelajari pengaruh masukan bahan organik terhadap sebaran porositas tanah dan laju infiltrasi pada berbagai zona dalam perkebunan sawit yang ada di tanah berklei dan berpasir.

### **1.3. Hipotesis**

1. Peningkatan kandungan bahan organik tanah diikuti oleh perbaikan porositas dan infiltrasi tanah.
2. Pori makro memiliki peranan positif terhadap laju infiltrasi tanah.

### **1.4. Manfaat**

Data kuantitatif kondisi porositas dan infiltrasi tanah yang diperoleh dari studi ini diharapkan dapat dipakai sebagai landasan dalam perbaikan strategi manajemen lahan di perkebunan kelapa sawit PT. Astra Agro Lestari, agar diperoleh keuntungan dan produktivitas lahan yang optimal serta berkelanjutan.



Gambar 1. Alur Teori Permasalahan dan Kegiatan Penelitian yang Dilakukan

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Bahan Organik

#### 2.1.1. Bahan Organik Dan Peranannya Terhadap Sifat Fisik Tanah

Bahan organik adalah semua sisa atau limbah pertanian, sampah kota, limbah ternak, limbah industri dan pupuk hijau. Bahan tersebut bila diletakkan di atas tanah akan mengalami dekomposisi. Pengaruh bahan organik terhadap tanah dan akibatnya terhadap tumbuhan adalah sebagai granulator, yaitu memperbaiki struktur tanah, sumber unsur hara N, P, K, Ca, Mg, S, unsur mikro, menambah kemampuan tanah untuk menahan air serta merupakan sumber energi bagi mikroorganisme (Hardjowigeno, 2003).

Pemberian bahan organik memungkinkan pembentukan agregat tanah, yang selanjutnya akan memperbaiki permeabilitas dan peredaran udara tanah, akar tanaman mudah menembus lebih dalam dan luas sehingga tanaman lebih kokoh dan lebih mampu menyerap hara tanaman (Winarso, 2005).

Tingginya kandungan bahan organik dapat mempertahankan kualitas sifat fisik tanah sehingga membantu perkembangan akar tanaman dan kelancaran siklus air tanah antara lain melalui pembentukan pori tanah dan kemantapan agregat tanah. Dengan demikian jumlah air hujan yang dapat masuk ke dalam tanah semakin tinggi sehingga mengurangi aliran permukaan dan erosi. Bahan organik tanah juga memberikan manfaat biologi melalui penyediaan energi bagi berlangsungnya aktifitas organisme sehingga meningkatkan kegiatan organisme mikro maupun makro di dalam tanah (Hairiah *et al.*, 2000).

Pengaruh pemberian bahan organik terhadap struktur tanah sangat berkaitan dengan tekstur tanah yang diperlakukan. Pada tanah lom yang berat, terjadi perubahan struktur gumpal kasar dan kuat menjadi struktur yang lebih halus tidak kasar, dengan derajat struktur sedang hingga kuat, sehingga lebih mudah untuk diolah. Komponen organik seperti asam humat dan asam fulvat dalam hal ini berperan sebagai sementasi pertikel lom dengan membentuk kompleks lom-logam-humus (Stevenson, 1982).

Pada tanah pasiran bahan organik dapat diharapkan merubah struktur tanah dari berbutir tunggal menjadi bentuk gumpal, sehingga meningkatkan derajat struktur dan ukuran agregat atau meningkatkan kelas struktur dari halus menjadi sedang atau kasar (Scholes *et al.*, 1994). Bahkan bahan organik dapat mengubah tanah yang semula tidak berstruktur (pejal) dapat membentuk struktur yang baik atau remah, dengan derajat struktur yang sedang hingga kuat.

### **2.1.2. Peranan Bahan Organik Terhadap Porositas Dan Infiltrasi**

Bahan organik mampu mempengaruhi salah satu sifat fisik tanah, yaitu terhadap peningkatan porositas tanah. Penambahan bahan organik pada tanah kasar (berpasir), akan meningkatkan pori yang berukuran menengah dan menurunkan pori makro. Dengan demikian akan meningkatkan kemampuan menahan air (Stevenson, 1982).

Hasil penelitian menunjukkan, penambahan bahan humat 1% pada latosol mampu meningkatkan 35,75% pori air tersedia dari 6,07% menjadi 8,24% volume (Herudjito, 1999). Pada tanah lom halus, pemberian bahan organik akan meningkatkan pori meso dan menurunkan pori mikro. Dengan demikian akan meningkatkan pori yang dapat terisi udara dan menurunkan pori yang terisi air, artinya akan terjadi perbaikan aerasi untuk tanah lom berat. Terbukti penambahan bahan organik (pupuk kandang) akan meningkatkan pori total tanah dan akan menurunkan berat volume tanah (Wiskandar, 2002).

Selain itu, bahan organik juga mempunyai arti penting terhadap infiltrasi dalam tanah. Hal ini berkaitan dengan penurunan laju erosi tanah. Hal ini dapat terjadi karena akibat dari perbaikan struktur tanah yaitu dengan semakin mantapnya agregat tanah, sehingga menyebabkan ketahanan tanah terhadap pukulan air hujan meningkat. Di samping itu, dengan meningkatnya kapasitas infiltrasi air akan berdampak pada aliran permukaan dapat diperkecil. sehingga erosi dapat berkurang (Stevenson, 1982).

### 2.1.3. Kandungan Bahan Organik

Kandungan hara N, P dan S sangat menentukan kualitas bahan organik. Nisbah C/N dapat digunakan untuk memprediksi laju mineralisasi bahan organik (Heal *at al.*, 1997). Bahan organik akan termineralisasi jika nisbah C/N dibawah nilai kritis 25 – 30, dan jika diatas nilai kritis akan terjadi imobilisasi N, untuk mineralisasi P nilai kritis C/P sebesar 200 300, dan untuk mineralisasi S nilai kritis sebesar 200-400 (Stevenson, 1982).

Jika bahan organik mempunyai kandungan lignin tinggi kecepatan mineralisasi N akan terhambat. Lignin adalah senyawa polimer pada jaringan tanaman berkayu, yang mengisi rongga antar sel tanaman, sehingga menyebabkan jaringan tanaman menjadi keras dan sulit untuk dirombak oleh organisme tanah. Pada jaringan berkayu, kandungan lignin bisa mencapai 38% (Stevenson, 1982). Perombakan lignin akan berpengaruh pada kualitas tanah dalam kaitannya dengan susunan humus tanah. Dalam perombakan lignin ini, di samping jamur (fungi-ligninolytic) juga melibatkan kerja enzim (antara lain enzim *lignin peroxidase*, *manganeses peroxidase*, *laccases* dan *ligninolytic*) (Hammel, 1997).

Polifenol berpengaruh terhadap kecepatan dekomposisi bahan organik, semakin tinggi kandungan polifenol dalam bahan organik, maka akan semakin lambat terdekomposisi dan termineralisasi. Polifenol adalah senyawa aromatik hidroksil yang secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yakni: polifenol sulit larut dan polifenol mudah larut. Harborne (1997) mengelompokkan polifenol menjadi dua, yaitu (1) polifenol dengan berat molekul rendah, dan (2) polifenol dengan berat molekul tinggi berbentuk tanin, yang tersebar dalam daun. Pada sebagian besar tanaman, senyawa fenolik yang berada pada permukaan luar bagian atas daun bercampur dengan lilin.

## 2.2. Sifat Fisik Tanah

### 2.2.1. Porositas Tanah

Porositas tanah adalah ukuran yang menunjukkan bagian tanah yang tidak terisi bahan padat tanah yang terisi oleh udara dan air. Pori pori tanah dapat dibedakan menjadi pori mikro, pori meso dan pori makro. Pori-pori mikro sering dikenal sebagai pori kapiler, pori meso dikenal sebagai pori drainase lambat, dan

pori makro merupakan pori drainase cepat. Tanah pasir yang banyak mengandung pori makro sulit menahan air, sedang tanah lom yang banyak mengandung pori mikro drainasenya buruk. Pori dalam tanah menentukan kandungan air dan udara dalam tanah serta menentukan perbandingan tata udara dan tata air yang baik (Stevenson, 1982).

Menurut Widiyanto *et al.* (2003), sifat-sifat fisik tanah (lapisan atas) dalam hal ini porositas tanah sangat penting untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Pori tanah menyediakan ruang yang mewadahi berbagai proses dan kegiatan kimia, fisik dan biologi yakni organisme makro dan mikro termasuk perakaran tanaman dan pepohonan.

### 2.2.2. Infiltrasi

Berdasarkan definisi ilmiahnya, pengertian infiltrasi tanah adalah proses pergerakan masuknya air ke dalam lapisan tanah yang dikendalikan oleh gaya gravitasi, gerakan kapiler, dan porositas tanah (USDA, 1998).

Data laju infiltrasi dapat dimanfaatkan untuk menduga kapan suatu limpasan permukaan (*run-off*) akan terjadi bila suatu jenis tanah telah menerima sejumlah air tertentu, baik melalui curah hujan ataupun irigasi dari suatu tandon air di permukaan tanah. Oleh karena itu, informasi besarnya kapasitas infiltrasi tanah tersebut berguna, baik dalam pengelolaan irigasi (Noveras, 2002), maupun dalam perencanaan konservasi tanah dan air (Arsyad, 1989).

Banyaknya air yang masuk ke dalam tanah melalui proses infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain tekstur dan struktur tanah, kelembaban tanah awal, kegiatan biologi dan unsur organik, jenis dan tebal serasah, tipe vegetasi dan tumbuhan bawah (Asdak, 1995). Faktor-faktor tersebut berinteraksi sehingga mempengaruhi besarnya infiltrasi dan limpasan permukaan. Semakin besar air hujan yang masuk ke dalam tanah, berarti semakin kecil limpasan permukaan yang terjadi, sehingga besarnya banjir dapat ditekan. Dengan semakin besarnya air yang masuk ke dalam tanah (bumi) diharapkan semakin besar aliran air dasar (*base flow*) yang ke luar dari aliran bawah tanah, dan berfungsi menjaga kontinuitas aliran sungai melalui mata air.

### 2.3. Hubungan Karakteristik Tanah dengan Infiltrasi dan Porositas

Fraksi pasir berukuran 2 mm – 50  $\mu$  lebih kasar dibanding debu (50  $\mu$  - 2  $\mu$ ) dan klei (lebih kecil dari 2  $\mu$ ). Karena ukurannya yang kasar, maka tanah-tanah yang didominasi oleh fraksi pasir seperti tanah-tanah yang tergolong dalam sub-orde Psamment, akan melalukan air lebih cepat (kapasitas infiltrasi dan permeabilitas tinggi) dibandingkan dengan tanah-tanah yang didominasi oleh fraksi debu dan klei. Kapasitas infiltrasi dan permeabilitas yang tinggi, serta ukuran butir yang relatif lebih besar menyebabkan tanah-tanah yang didominasi oleh pasir umumnya mempunyai tingkat erodibilitas tanah rendah. Tanah dengan kandungan pasir halus (0,01 mm – 50  $\mu$ ) tinggi mempunyai kapasitas infiltrasi cukup tinggi, akan tetapi jika terjadi aliran permukaan, maka butir-butir halusnya akan mudah terangkut.

Menurut Komar (1984), tanah pasir mempunyai kadar lom dan bahan organik rendah, sehingga daya menahan airnya rendah, struktur remah, sampai berbutir dan sangat sarang. Jumlah pori tanahnya pun banyak, yang menyebabkan banyak ruang kosong didalam tanah. Hal ini meyebabkan tanah tersebut mudah melewatkan air dan air mudah hilang karena perkolasi. Dengan karakteristik seperti ini, tanah berpasir akan mengalami infiltrasi yang tinggi sehingga akan membutuhkan air yang lebih banyak.

Meyer dan Harmon (1984) menyatakan bahwa tanah-tanah bertekstur halus (didominasi klei) umumnya bersifat kohesif dan sulit untuk dihancurkan. Berbeda dengan tanah berpasir, tanah berklei memiliki kandungan bahan organik yang lebih tinggi, tekstur halus dan keadaan pori yang kecil namun banyak jumlahnya. Walaupun demikian, bila kekuatan curah hujan atau aliran permukaan mampu menghancurkan ikatan antar partikelnya, maka akan timbul bahan sedimen tersuspensi yang mudah untuk terangkut atau terbawa aliran permukaan.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu

Kegiatan penelitian ini merupakan bagian dari rangkaian kegiatan penelitian “Penyehatan Tanah Secara Biologi di Kebun Kelapa Sawit” yang dilakukan oleh Tim Dosen Universitas Brawijaya Jurusan Tanah dengan PT Astra Agro Lestari, Tbk. Kumai, Pangkalanbun, Kalimantan Tengah.

Penelitian dilaksanakan di Kebun Kelapa Sawit PT. Astra Agro Lestari, Kumai, Pangkalanbun, Kalimantan Tengah. Pengukuran dilakukan pada kebun sawit berumur 6 tahun yang memiliki zona ekologi dan topografi yang sama. Dua petak yang dipilih berada di blok AMR OA 29 dengan tekstur Lom berklei dan AMR OA 40 dengan tekstur Lom berpasir.

Seluruh kegiatan lapangan dilakukan pada bulan November 2011 hingga Agustus 2012. Analisis Kimia tanah dan bahan organik dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Research Center PT. GSIP, Astra Agro Lestari, Kumai, Pangkalanbun. Sedangkan untuk analisis Fisika tanah, dilakukan di laboratorium Fisika Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

#### 3.2. Kondisi Umum Blok Pengamatan

##### 3.2.1 Kondisi dan Sejarah Blok Pengamatan

Blok 29 dan 40 Agro Menara Rahmad (AMR) merupakan 2 dari 41 blok yang ada di afdeling Alfa AMR. 2 blok tersebut dipilih karena memiliki kriteria yang sesuai untuk dilakukannya penelitian. Selain itu, keadaan topografinya yang relatif datar dan tidak bergelombang, sehingga membuat blok ini terpilih sebagai plot pengamatan. Karakteristik yang berbeda dari kedua blok ini adalah keadaan tekstur tanahnya, untuk blok 29 dicirikan dengan tekstur lom berklei sedangkan blok 40 lom berpasir.

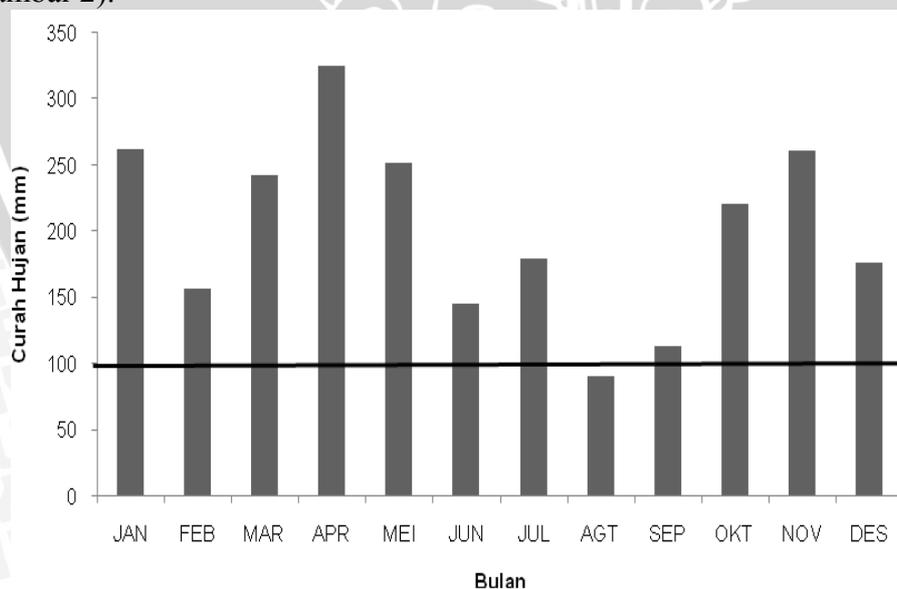
Blok ini mulai dibuka untuk lahan perkebunan kelapa sawit pada tahun 1999. Awalnya daerah ini merupakan kawasan hutan tertanggung, akibat dari adanya ekstensifikasi, maka dibukalah hutan tersebut sehingga dapat ditanami sawit. Setelah dibuka pada tahun 1999, penanaman kelapa sawit akhirnya dilakukan

pada tahun 2005-2006. Pola tanam yang digunakan pada blok perkebunan sawit adalah pola tanam jalur jajar jenjang.

Blok AMR OA 29 memiliki sekitar 3.968 pokok sawit dengan populasi per hektar mencapai 29 pokok per hektar. Produksi per hektarnya pada tahun 2009-2011 adalah 551,4 ton ha<sup>-1</sup>, 739,3 ton ha<sup>-1</sup> dan 514,2 ton ha<sup>-1</sup>. Blok AMR OA 40 yang berada tidak jauh dari blok 29 memiliki sekitar 3660 pokok sawit dengan populasi per hektar sebanyak 26 pokok per hektar. Produksi per hektarnya pada tahun 2009-2011 berturut-turut 657,3 ton ha<sup>-1</sup>, 697,2 ton ha<sup>-1</sup> dan 470,8 ton ha<sup>-1</sup>.

### 3.2.2 Kondisi Curah Hujan

Berdasarkan data rata – rata curah hujan bulanan dari tahun 1999 – 2011 diketahui bahwa curah hujan rata – rata sebesar 2.443 mm per tahun dengan jumlah hari hujan rerata 101 hari per tahun. Penentuan kriteria bulan kering dan bulan basah dari Schmidth-Fergusson (Slamet dan Berliana, 2008), adalah bulan basah memiliki curah hujan >100 mm per bulan. Mengacu pada hal tersebut, dari data rata – rata curah hujan bulanan PT. Agro Menara Rahmad (AMR) diketahui bahwa bulan basah (>100 mm per bulan) terjadi pada September hingga Juli (Gambar 2).



Gambar 2. Rata – rata Curah Hujan Bulanan di PT. AMR pada Tahun 1999 Hingga Tahun 2011 (Research Center PT. AMR, 2011).

Berdasarkan data dari Gambar 2, menurut klasifikasi iklim Schmidth-Fergusson, iklim blok pengamatan termasuk pada iklim kering. Jika dilihat dari perhitungan iklim menurut Oldeman, maka iklim blok pengamatan termasuk dalam Zona D, yaitu zona yang memiliki bulan basah 3-4 kali dalam satu tahun (Kartasapoetra, 2006)

Kondisi curah hujan penting dalam pelaksanaan penelitian, sebab salah satu parameter yang diteliti adalah infiltrasi. Tinggi rendahnya hujan akan mempengaruhi kadar air awal tanah. Penelitian sendiri dilakukan pada saat curah hujan sudah mulai menurun dan tidak pada saat curah hujan maksimum yaitu bulan Mei hingga Juni.

### 3.2.3 Karakteristik Tanah

Dari hasil analisis tanah pada kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm dan 20-30 cm diperoleh bahwa tekstur tanah di petak AMR OA 29 didominasi oleh fraksi pasir sebesar 44,3%, 46,9% dan 38,8% yang masuk dalam kelas tekstur lom berklei, lom klei berpasir dan klei (Tabel 1). Sedang pada petak AMR OA 40 pada kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm dan 20-30 cm didominasi oleh fraksi pasir sebesar 82,0%, 75,1% dan 75,0%. Masing – masing kedalaman tanah termasuk dalam kelas tekstur pasir berlom, lom berpasir dan lom berpasir.

Tabel 1. Karakteristik Tanah dari Berbagai Kedalaman pada Petak Pengamatan AMR OA 29 dan AMR OA 40

Petak	Kedalaman, (cm)	Pasir	Debu	Klei	BI g cm <sup>-3</sup>	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	C- organik, %
		-----%-----						
OA 29 AMR	0-10 cm	44,30	27,85	27,85	1,08	4,56	3,93	4,18
	10-20 cm	46,91	19,91	33,18	1,15	4,47	3,96	2,47
	20-30 cm	38,77	17,01	44,22	1,19	4,38	3,98	1,64
	Rata-rata	43,33	21,59	35,08	1,14	4,47	3,96	2,76
OA 40 AMR	0-10 cm	82,00	6,00	12,00	1,19	5,11	4,31	2,61
	10-20 cm	75,05	13,86	11,09	1,24	5,09	4,41	1,85
	20-30 cm	74,96	11,13	13,91	1,20	5,07	4,52	1,38
	Rata-rata	77,34	10,33	12,33	1,21	5,09	4,41	1,94

Nilai rata-rata berat isi (BI) pada tanah lom berklei (petak OA 29)  $1,14 \text{ g cm}^{-3}$ , sedang pada tanah lom berpasir (petak OA 40)  $1,21 \text{ g cm}^{-3}$ . Nilai BI tanah cenderung meningkat dengan meningkatnya kedalaman tanah.

Tanah di petak yang diamati tergolong masam, pada tanah lom berklei diperoleh  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  berkisar antara 4,56 – 4,38 (sangat masam), dan  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  3,93 – 3,98 (sangat masam). Sedang pada tanah lom berpasir diperoleh  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  pada plot OA 40 berkisar antara 5,11 – 5,07 (masam), dan  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  4,31 – 4,52 (masam).

Persentase C-organik tanah di tanah lom berklei relatif tinggi, di lapisan 0-10 cm sekitar 4,18%, semakin kedalam semakin menurun menjadi 2,47% (kedalaman 10-20 cm) dan 1,64% (kedalaman 20-30 cm). Sedang pada tanah lom berpasir C-organik tanah lebih rendah dari pada di lom berklei berkisar 2,61 – 1,38% (tabel 1).

### 3.2.4 Topografi dan Kelerengan

Area perkebunan PT. Agro Menara Rahmad (AMR) memiliki fisiografi aluvial dan dataran dengan kelas lereng datar sampai landai. Grup aluvial berkembang dari endapan aluvial sungai dan menempati jalur aliran sungai Arut Selatan dan sedikit masuk ke sungai Arut. Daratan yang terbentuk pada area perkebunan PT. AMR berkembang dari bahan sedimen yang telah mengalami pengangkatan atau lipatan. Ketinggian tempat bervariasi dari 8 - 50 m dpl (Research Center PT. AMR, 2011).

## 3.3. Alat dan Bahan

### Alat

Alat yang digunakan untuk pengambilan sample pori makro adalah frame porositas dengan ukuran volume  $100 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ . Frame ini digunakan untuk menampung larutan *methylen blue* sebanyak 500 liter. Cangkul digunakan untuk membuka profil. Pemetaan pori makro dilakukan dengan menggunakan plastik dan spidol OHP. Sedangkan pengambilan sample infiltrasi menggunakan single ring infiltrometer. Tidak hanya terbatas pada alat tersebut saja, tetapi juga ada alat lainnya seperti ember, jurigen, waterpass, palu dan tatakan kayu.

## Bahan

Bubuk *methylen blue* yang dicampurkan dengan air kemudian dijenuhkan pada petak sample yang sebelumnya telah diaplikasikan frame porositas. Sejalan dengan hal tersebut, pengukuran infiltrasi juga dilakukan dengan air yang dituangkan kedalam single ring infiltrometer yang telah terpasang pada petak yang telah ditentukan.

### 3.4. Variabel Pengukuran

Untuk membuktikan hipotesis yang diajukan, maka dilakukan pengukuran dua variabel utama jumlah pori makro (makroporositas) dan infiltrasi tanah pada zona dan kedalaman tanah yang berbeda. Pengukuran variabel pendukung yang dilakukan adalah tekstur tanah, berat isi tanah, KHJ (Konduktivitas Hidrolik Jenuh) dan kemantapan agregat.

### 3.5. Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1. Deskripsi Masukan Bahan Organik pada Petak Pengamatan

Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian adalah membandingkan tingkat masukan bahan organik dengan pori makro dan infiltrasi pada kebun kelapa sawit di dua tekstur tanah yang berbeda.

Pengembalian biomassa hasil pangkasan pada kebun kelapa sawit mengikuti aturan yang sudah baku, dalam hal ini disebut dengan istilah zonasi. Zona tersebut adalah Zona 1 (Gawangan Mati), Zona 2 (Antar Pokok Sawit), dan Zona 3 (Piringan sawit) (Gambar 3).

Pelepah sawit terpotong baik itu karena panen ataupun pruning dalam manajemen kebun diletakkan dan disusun dalam satu baris yang disebut Gawangan Mati (GM). Tumpukan biomassa tersebut menyebabkan zona ini memiliki kandungan bahan organik tertinggi dari pada dua zona lainnya. Zona Antar Pokok (AP) merupakan daerah antara dua pokok sawit, yang mana di zona ini tumbuh tanaman pakuan dan umumnya diaplikasikan janjang kosong sawit. Zona Piringan (PI) mewakili zona bahan organik rendah yang merupakan lingkaran steril dari pohon sawit dan merupakan tempat aplikasi pupuk.



Gambar 3. Zonasi dalam Kebun Kelapa Sawit. Zona 1: Gawangan Mati (GM), Zona 2: Antar Pokok (AP), Zona 3: Piringan (PI) (Foto oleh: Firdaus)

### 3.5.2. Pengukuran Makroporositas Tanah

Pengukuran makroporositas tanah dilakukan pada 3 zona yang berbeda kondisi bahan organiknya: (a) Zona Gawangan mati, merupakan zona tumpukan biomasa pangkasan kelapa sawit (kandungan bahan organik tanah tinggi), (b) Zona Antar Pokok Sawit, merupakan zona yang selalu tertutup dengan rerumputan dengan jumlah bahan organik sedang, (c) Zona Piringan merupakan zona yang selalu disiangi karena merupakan tempat aplikasi pupuk, zona ini mewakili kondisi rendah bahan organik.

Pengukuran dilakukan tanah bertekstur lom berklei (OA 29) dan lom berpasir (OA 40), masing-masing dilakukan sebanyak 2 x. Pengukuran dilakukan dengan jalan menggali profil tanah dengan kedalaman 0-100 cm. Di setiap lubang profil, pengukuran jumlah pori makro dilakukan dari 4 x irisan vertikal.

Jumlah pori makro diukur dengan menggunakan metode *Methylen Blue*, yang pada prinsipnya adalah melihat pola sebaran warna biru dari larutan *methylen blue* dalam profil tanah (Suprayogo *et al.*, 2004). Semakin dalam dan semakin tinggi kerapatan warna biru dalam dinding profil berarti semakin tinggi jumlah pori makronya.

Persiapan pengukuran diawali dengan menancapkan frame porositas berukuran 100 cm x 50 cm x 30 cm, ditekan perlahan-lahan hingga masuk kedalam tanah (Gambar 4). Permukaan tanah ditutup dengan selapis daun sawit untuk menghindari pemadatan saat penyiraman larutan *methylen blue*. Larutan *methylen blue* (70 g *methylen blue* per 200 liter air) dituangkan sedikit demi sedikit ke permukaan daun agar larutan turun perlahan-lahan (Gambar 5), lubang profil ditutup dengan terpal untuk menghindari tambahan air bila ada turun hujan.

Larutan dibiarkan selama semalam hingga larutan *methylen blue* meresap ke dalam tanah. Hari berikutnya, dilakukan pembukaan profil tanah yang telah dijenuhkan oleh larutan *methylen blue* pada hari sebelumnya. *Methylen blue* akan melewati pori makro tanah sehingga tanah berwarna biru, tetapi jika melewati pori mikro tanah tidak akan berwarna biru karena *methylen blue* terserap oleh matrik tanah. Setelah permukaan tanah terlihat kering, tanah di bagian depan dan belakang dari bingkai logam digali sedalam 100 cm. Dengan demikian terlihat sebaran warna biru dari cairan *methylen blue*, yang menggambarkan sebaran pori makro pada irisan vertikal.



Gambar 4. Pemasangan Bingkai Besi untuk Membatasi Sebaran Larutan *Methylen Blue* ke Arah Horizontal: 1-3: Penancapan frame porositas ke dalam tanah. 4: Penutupan permukaan tanah menggunakan daun sawit (Foto oleh: Kurniatun Hairiah)



Gambar 5. Penuangan Larutan *Methylen* ke Permukaan Tanah dan Penggalian Profil Tanah: 1: Pencampuran air dengan bubuk *methylen blue*, 2: Penjuanan tanah menggunakan larutan *methylen blue*, 3: Pembukaan profil tanah di hari berikutnya, 4: Lubang profil yang telah terbuka, 5: pembersihan pori makro dari tanah. (Foto oleh: Kurniatun Hairiah)

#### Prosedur pengamatan makroporositas :

Lubang tanah seluas 100 cm x 100 cm digali pada kedalaman 0-10 cm; 10-20 cm; 20-30 cm; 30-50 cm; 50-75 cm dan 75-100cm. Bercak-bercak biru yang terlihat pada setiap kedalaman merupakan sebaran pori makro pada bidang horizontal.

Pemetaan sebaran warna biru dari larutan *methylen blue*, dengan jalan meletakkan selembar plastik transparan pada permukaan bidang yang diamati, semua bercak biru yang terlihat digambar menggunakan spidol (Gambar 6). Pola sebaran warna biru dari larutan *methylen blue* yang diperoleh kemudian discan. Dengan demikian warna biru yang nampak dari *methylen blue* tergambar hanya dalam warna hitam. Selanjutnya luas bercak hitam dari peta pori makro dihitung luasnya menggunakan komputer program Photoshop. berdasarkan luas noktah biru dari *methylen blue*.

Dalam strategi pengambilan, karena keadaan cuaca yang tidak menentu, dapat digunakan bantuan camera digital. Penampang pori mikro diukur dengan ukuran gambar yang tertangkap oleh lensa camera. Setelah itu di ambil foto (Gambar 5). Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi bila pada saat pemetaan pori makro terjadi hujan, sedangkan pemetaan belum terselesaikan.



Gambar 6. Pemetaan Sebaran *Methylen Blue*: 1: Penandaan area sebaran pori makro menggunakan benang, 2: Pengambilan gambar area yang telah ditandai, 3: Pemetaan pori makro diatas plastik, 4: Hasil aktual pemetaan pori makro. (Foto oleh: Kurniatun Hairiah)

### 3.5.3. Pengukuran Infiltrasi Tanah

Sama halnya dengan pengukuran makroporositas, pengukuran infiltrasi dan kadar air dilakukan pada zona: gawangan mati, antar pokok sawit dan piringan. Setiap masing-masing zona diulang sebanyak 3 kali pengukuran infiltrasi menggunakan Single Ring infiltrometer, yang pada prinsipnya adalah mengukur lamanya waktu air meresap ke dalam tanah.

Sebelumnya, disiapkan terlebih dahulu air dalam jumlah cukup (sekitar 200 liter). Ring stainlesssteel ukuran diameter 30 cm ditancapkan ke permukaan tanah lalu ditutup dengan selembar kantong plastik (Gambar 7), air dituangkan ke dalam kantong plastik, dengan lubang bawah yang diikat dengan karet gelang. Setelah siap, ikatan dibuka dan kantong plastik diangkat perlahan-lahan. Kecepatan meresapnya air ke dalam tanah dihitung dengan mengukur muka air yang turun, per satuan waktu (menggunakan stop watch). Pengukuran diakhiri apabila semua air yang ditambahkan meresap ke dalam tanah. Setelah penurunan konstan ditemukan, perhitungan dapat dihentikan.



Gambar 7. Proses Memasukkan Air ke dalam Ring Infiltrometer. 1: Penuangan air ke dalam ring, 2-3: pengamatan penurunan air. (Foto oleh: Kurniatun Hairiah)

#### 3.5.4. Pengukuran Kadar Air Tanah

Pengukuran kadar air dilakukan di dalam laboratorium. Contoh tanah yang diambil merupakan contoh tanah dari sampel BI. Sample tanah diambil dengan menggunakan blok tanah berukuran 20 cm x 10 cm x 10 cm. Tanah kemudian ditimbang dan diambil secukupnya untuk dioven. Tanah yang sudah kering oven lalu dihitung kembali massanya. Perhitungan Kadar Air Tanah dengan menggunakan rumus :

$$KAT = \frac{BB - BKO}{BKO} \times 100 \%$$

Dimana :

KAT : Kadar air Tanah (%)

BB : Berat Kering Tanah (Kg)

BKO : Berat Kering Oven (Kg)

### 3.5.5. Pengukuran Berat Isi dan Berat Jenis Tanah

Sample berat isi tanah diambil menggunakan blok tanah berukuran 20 cm x 10 cm x 10 cm (Gambar 8). Pengambilan sample dilakukan menggunakan blok BI untuk mengurangi kerusakan sample tanah akibat banyaknya akar besar atau kerikil. Selain itu dengan menggunakan blok BI dapat mengurangi kesalahan akibat pemadatan selama proses memasukkan ring ke dalam tanah. Dengan demikian akurasi dengan menggunakan blok BI menjadi lebih baik dibanding dengan pemakaian ring.



Gambar 8. Pengambilan Sample Tanah. 1: peletakan Blok BI pada permukaan tanah, 2: Penancapan blok BI menggunakan palu, 3: penggalian blok BI, 4: Pembersihan sample tanah (Foto oleh: Kurniatun Hairiah)

Pengambilan sample tanah dilakukan diatas tanah yang telah dibersihkan dari gulma dan seresah. Dibutuhkan blok BI minimal sebanyak 2 buah. Blok BI diletakkan diatas tanah yang telah dibersihkan kemudian diberi alas kayu diatasnya lalu dipukul menggunakan palu hingga masuk lebih dari setengah, kemudian diberi alas blok BI yang kedua lalu dipukul lagi sampai blok BI pertama masuk sepenuhnya kedalam tanah. Selanjutnya, dilakukan penggalian tanah menggunakan cangkul dan lempak dengan jarak aman sehingga tidak mengenai blok BI. Kemudian dilakukan pemotongan tanah di bawah blok baja menggunakan lempak atau pisau tanah, langkah selanjutnya blok baja diangkat perlahan – lahan agar tanah tetap berada utuh di dalam blok. Setelah blok BI terangkat, dilakukan pembersihan dan pemerataan tanah sample sehingga volume tanah yang didapatkan merupakan tanah yang berada didalam blok BI saja.

Langkah terakhir, mengeluarkan tanah yang ada di dalam blok baja untuk di timbang berat basah. Pengambilan sample tanah ini dilakukan pada kedalaman 0 – 100 cm. Setelah didapatkan berat basah, dilakukan pengambilan sub-contoh sebanyak 50 g dan kemudian di oven pada suhu 105° C selama 48 jam dan di timbang berat keringnya.

Sample berat jenis tanah juga di ambil dari sub sample blok BI sebanyak 50 g untuk dilakukan pengukuran di laboratorium.

### 3.5.6. Pengukuran Konduktifitas Hidrolik Jenuh (KHJ)

Konduktifitas Hidrolik (KHJ) jenuh merupakan waktu yang dibutuhkan air untuk melewati suatu media dalam keadaan jenuh. Pengukuran hantaran hidrolik jenuh ini menggunakan metode Constant head yang dikembangkan oleh De Boott pada tahun 1967. Prinsipnya: kecepatan pergerakan air melintasi tanah diduga dengan mengukur jumlah air yang melintasi kolom tanah dalam jangka waktu tertentu (Priyono, 2011). Perhitungan menggunakan rumus:

$$KHJ = \frac{Vol\ rata2\ x\ Panjang\ Tanah}{Lpermukaan\ x\ Tinggi\ Air} \times \frac{1}{Waktu}$$

Dimana :

KHJ : Konduktifitas Hidraulik Jenuh (cm s<sup>-1</sup>)

Vol Rata2 : Volume rata-rata air yang terkumpul (cm<sup>3</sup>)

Panjang Tanah: Panjang ring Tanah (cm)

Lpermukaan : Luas permukaan ring sample (cm<sup>2</sup>)

Tinggi air : Tinggi air dalam pipa Constant Head (cm)

Waktu : Waktu yang dibutuhkan air melewati media (s)

Banyaknya jumlah sampel KHJ yang diambil mengikuti kedalaman dari resapan *methylen blue* sebanyak 2x ulangan. Sebagai contoh, bila kedalaman larutan *methylen blue* meresap 60 cm ke dalam tanah, maka sampel KHJ yang di ambil sebanyak 12 sampel. Hal ini dikarenakan adanya keterkaitan yang erat antara proses perkolasi air dengan jumlah pori makro yang ada dalam lapisan tanah.

### 3.6. Analisis Statistik

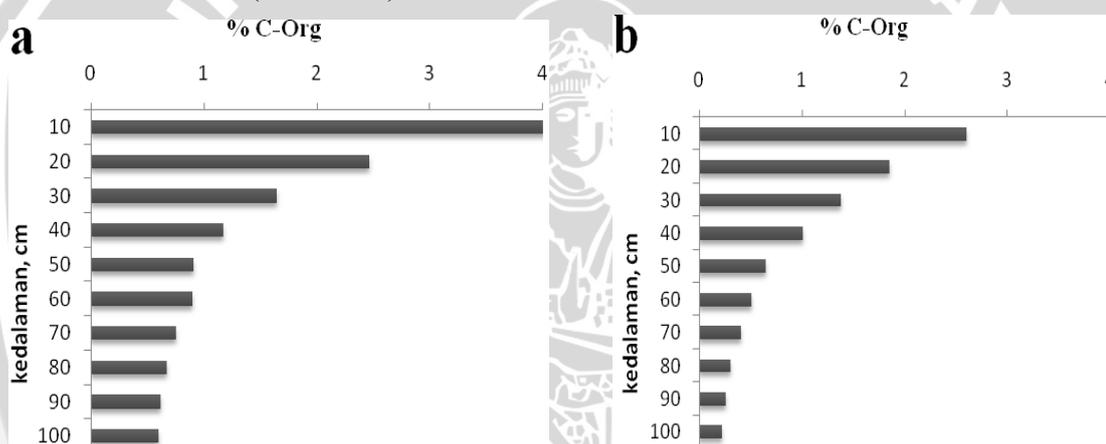
Hasil perhitungan parameter dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam atau uji F dengan taraf 5%, dilanjutkan uji Duncan. Kemudian untuk mengetahui keeratan hubungan antar parameter pengamatan dilakukan uji korelasi dengan menggunakan software Minitab 14 dan Excel 2007.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

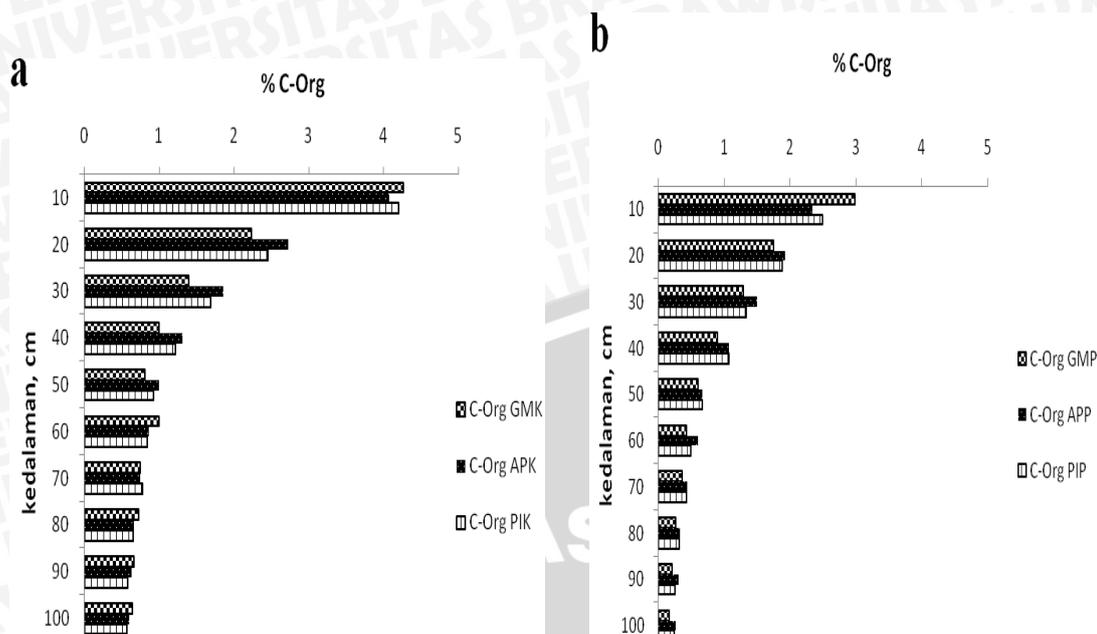
### 4.1. Kadar C-organik tanah (Bahan Organik tanah)

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa nilai C-organik tanah menunjukkan nilai yang berbeda pada tiap tekstur dan kedalaman tanah (Lampiran 1). Di semua kedalaman tanah, dari 0 hingga 100 cm, nilai rata-rata C-organik pada tanah lom berklei lebih tinggi dibandingkan pada tanah lom berpasir. Pada lapisan atas dengan kedalaman 0-50 cm, nilai C-organik pada lom berklei rata-rata 2,08% dibandingkan pada lom berpasir hanya 1,5%. Kedua tanah memiliki nilai C-organik yang semakin menurun sejalan dengan bertambahnya kedalaman tanah (Gambar 9).



Gambar 9. Rata – rata nilai kadar C-organik (a) di tanah lom berklei dan (b) lom berpasir

Walaupun nilainya lebih kecil bila dibanding lapisan atas, nilai C-organik di lapisan bawah (>50cm) tetap menunjukkan pola menurun yang terjadi pada setiap zonasi dan tekstur. Penurunan terbesar terjadi pada lom berklei dengan nilai 6,84%, sedangkan lom berpasir 5,79%. Rata-rata nilai C-organik di lapisan bawah (>50cm) untuk lom berpasir 0,34% sedangkan lom berklei 0,71%. Nilai C-organik terendah lom berpasir dimiliki oleh zona gawangan mati dengan nilai 0,17% pada kedalaman >90cm, sedangkan pada lom berklei dimiliki oleh zona piringan pada kedalaman yang sama dengan nilai 0,57% (Gambar 10).



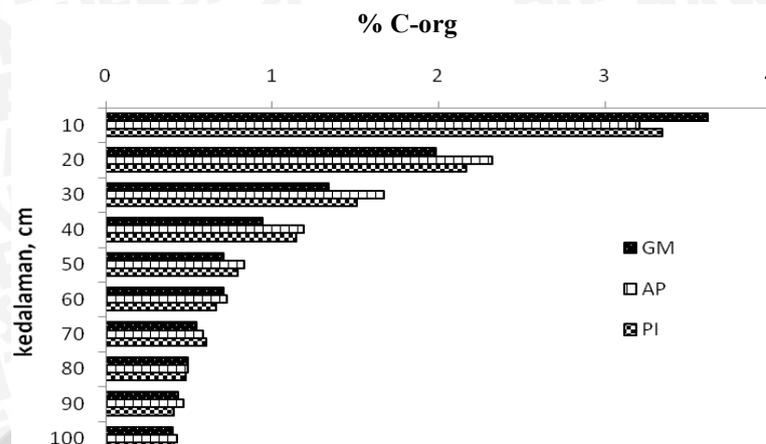
Gambar 10. C-organik di berbagai zonasi tanah kebun kelapa sawit (a) Lom Berklei (b) Lom Berpasir (GM = Gawangan Mati; AP = Antar Pokok; PI = Piringan)

Tekstur tanah memiliki pengaruh yang besar terhadap perbedaan nilai bahan organik tanah. Setiap tekstur tanah memiliki karakteristik tersendiri dalam menyimpan bahan organik yang tersedia dalam tanah. Menurut Young (1997), kadar bahan organik pada sistem alami terutama ditentukan oleh kadar klei dan tipe mineral klei. Tanah bertekstur pasir memiliki kandungan bahan organik paling rendah dan kandungan bahan organik paling tinggi terdapat pada tanah dengan mineral klei dominan tipe 2 : 1. Stevenson (1982) menyatakan bahwa klei juga diketahui sebagai katalis dalam berbagai reaksi jerapan molekul organik.

#### 4.2. Pengaruh Zonasi Terhadap Nilai C-organik Tanah

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa nilai C-organik tanah menunjukkan nilai yang sama ( $p > 0,05$ ) di semua zonasi kelapa sawit (Lampiran 1).

Nilai C-organik yang tinggi pada zona Gawangan mati di lapisan 10 cm dengan nilai 3,62% ternyata mengalami penurunan pada kedalaman 20-100 cm. Di beberapa kedalaman kedua zona lain memiliki nilai C-organik yang lebih tinggi (Gambar 11).



Gambar 11. C-organik di berbagai zonasi tanah Kebun Kelapa Sawit

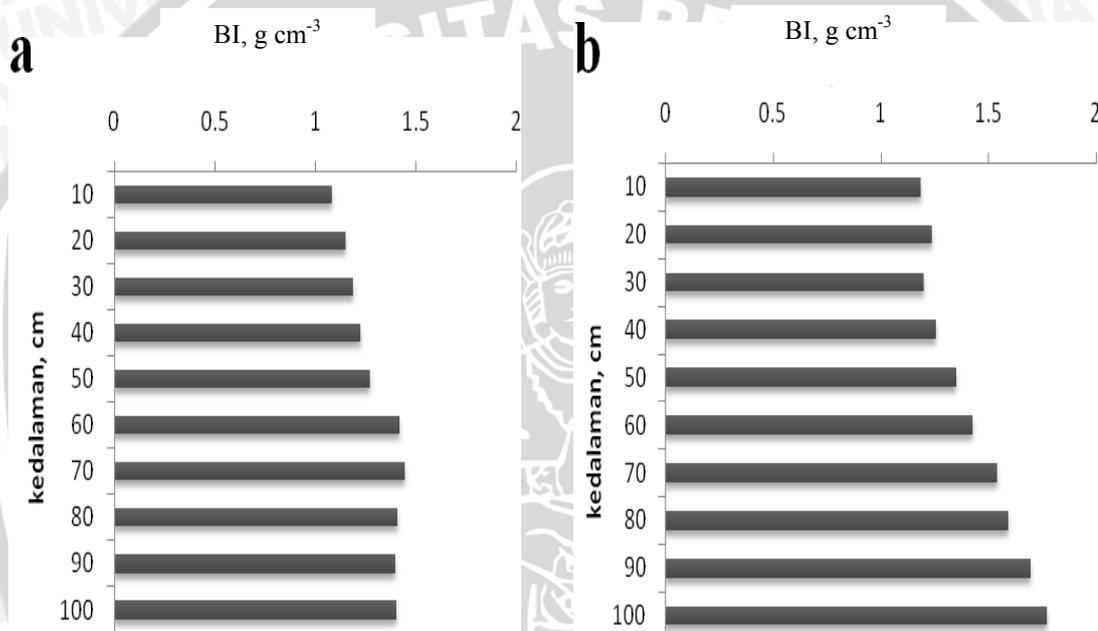
Jumlah seresah yang besar pada permukaan lahan belum tentu akan diikuti oleh kandungan C-organik tanah yang tinggi, hal tersebut bergantung pada kecepatan dekomposisinya (Jordan, 2005), terutama berkaitan dengan faktor eksternal seperti suhu, kelembaban dan aktivitas organisme tanah (Olson, 1963) dan kualitas bahan organik tanah (Handayanto, 1994; Putra, 2012). Hal ini berarti walaupun jumlah masukan bahan organik cukup banyak, tetapi jika bahan organik tersebut lambat terdekomposisi maka jumlah yang ada didalam tanah dan tersedia bagi tanaman akan semakin berkurang dan jumlahnya terbatas.

Berdasarkan penelitian Anshary (2010) dan Subandriya (2012), kecepatan dekomposisi dari biomassa kelapa sawit dipengaruhi oleh kandungan polifenol. Kadar polifenol berbeda antar bagian tanaman kelapa sawit, rata-rata kadar polifenol batang sawit 1,78%, daun 4,76% dan janjang kosong 3,08%. Pada prakteknya dikebun sawit, bahan organik yang paling banyak dikembalikan ke dalam tanah adalah daun dan pelepah serta janjang kosong. Bahan organik dikategorikan berkualitas tinggi (cepat terdekomposisi) bila mempunyai nisbah C/N <25, kandungan lignin <15% dan polifenol <3% (Palm dan Sanchez, 1991).

Subandriya (2012) melaporkan bahwa penurunan biomassa tidak memberikan masukan yang besar terhadap C-organik dalam tanah karena C-organik dalam tanah bisa saja berasal dari dalam tanah ataupun hasil dari pemupukan yang diberikan dalam kebun. Namun demikian, pengembalian bahan organik tersebut memberikan kontribusi penting terhadap perbaikan porositas tanah perkebunan sawit (Hairiah *et al.*, 2011).

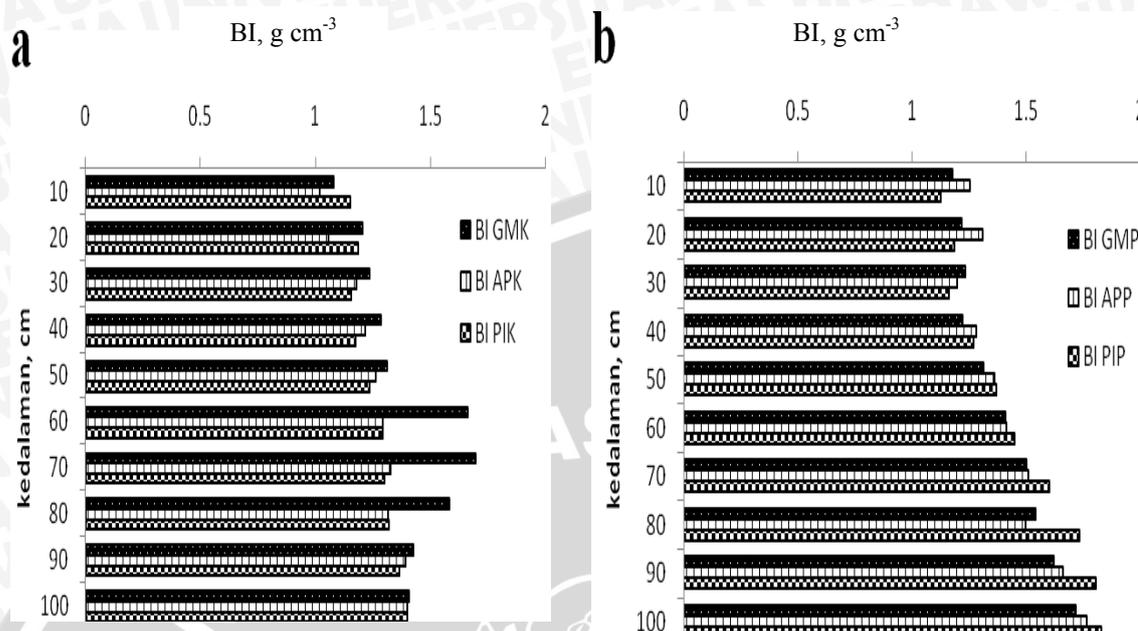
### 4.3. Berat Isi Tanah

Berat Isi (BI) tanah setiap zona bernilai sama, namun untuk tekstur dan setiap lapisan kedalaman menunjukkan nilai yang berbeda (Lampiran 2). Di semua kedalaman, rata-rata nilai BI pada tanah lom berklei lebih rendah dibandingkan tanah lom berpasir. Pada lapisan atas dengan kedalaman 0-50 cm, nilai BI berturut-turut lom berklei dibandingkan lom berklei adalah  $1,18 \text{ g cm}^{-3}$  dibanding  $1,25 \text{ g cm}^{-3}$ . Kedua tanah memiliki nilai BI yang semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya kedalaman tanah (Gambar 12).



Gambar 12. Rata – rata berat isi (a) di tanah lom berklei dan (b) lom berpasir

Peningkatan berat isi tanah terlihat secara drastis pada kedalaman >50cm. Pada lom berpasir peningkatan nilai BI lebih besar dibandingkan lom berklei. Berbanding lurus dengan hal tersebut, pada lapisan tanah dalam yaitu 50-100 cm, rata-rata nilai BI lom berpasir  $1,6 \text{ g cm}^{-3}$  sedangkan lom berklei  $1,4 \text{ g cm}^{-3}$ . Pada lom berpasir peningkatan berat isi tanah terjadi pada ketiga zona, di zona piringan pada kedalaman 100 cm nilai BI mencapai  $1,8 \text{ g cm}^{-3}$  yang merupakan nilai tertinggi lom berpasir. Pada lom berklei peningkatan tertinggi terjadi pada zona gawangan mati di kedalaman 60 – 80 cm mencapai  $1,7 \text{ g cm}^{-3}$ , dikarenakan pada kedalaman 60 – 80 cm ditemukan lapisan laterit (Gambar 13).



Gambar 13. BI di berbagai zonasi tanah Kebun Kelapa Sawit (a) Tanah Lom Berklei (b) Lom Berpasir (GM = Gawangan Mati; AP = Antar Pokok; PI = Piringan)

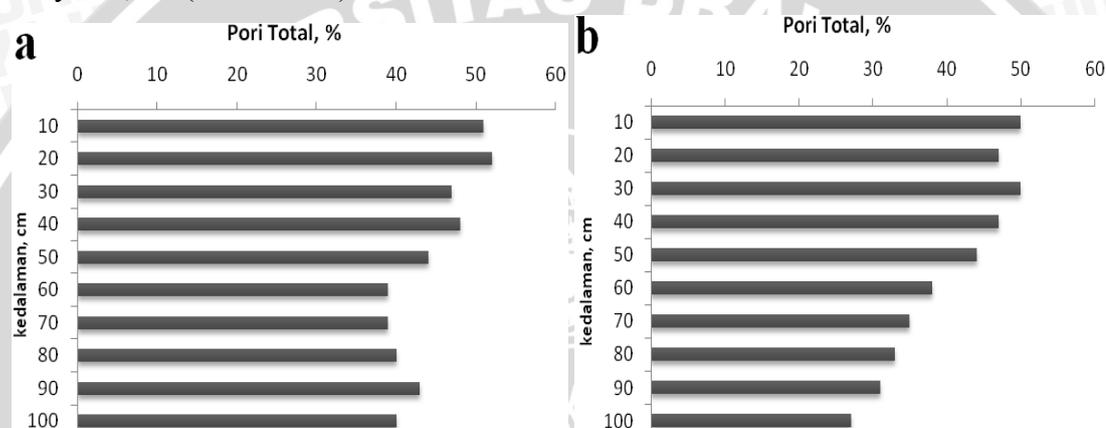
Nilai BI yang semakin menurun ini, ternyata bila dibandingkan dengan data kadar C-organik dalam tanah (Gambar 8), diketahui bahwa pada lapisan bawah C-organik, nilainya juga mengalami penurunan. Penurunan kadar C-organik diikuti dengan peningkatan berat isi tanah (Gambar 11). Artinya, pada lapisan bawah dimungkinkan terjadinya pemadatan tanah dan juga akumulasi klei yang semakin meningkat pula mengikuti kedalaman, sehingga menyebabkan nilai BI semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bauer dan Black (1992), yang menyatakan bahwa nilai berat isi tanah akan semakin menurun dengan bertambahnya konsentrasi karbon organik dalam tanah

#### 4.4. Porositas tanah

##### 4.4.1. Pori Total

Porositas tanah total dihitung dari variabel data BI dan BJ tanah setiap lapisan 10 cm dalam tanah. Nilai hasil perhitungan menunjukkan adanya nilai yang berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) antara tanah lom berklei dan lom berpasir. Rata-rata porositas total pada tanah lom berklei lebih tinggi dibanding tanah lom berpasir, yakni 44,9% dibanding 40,6%.

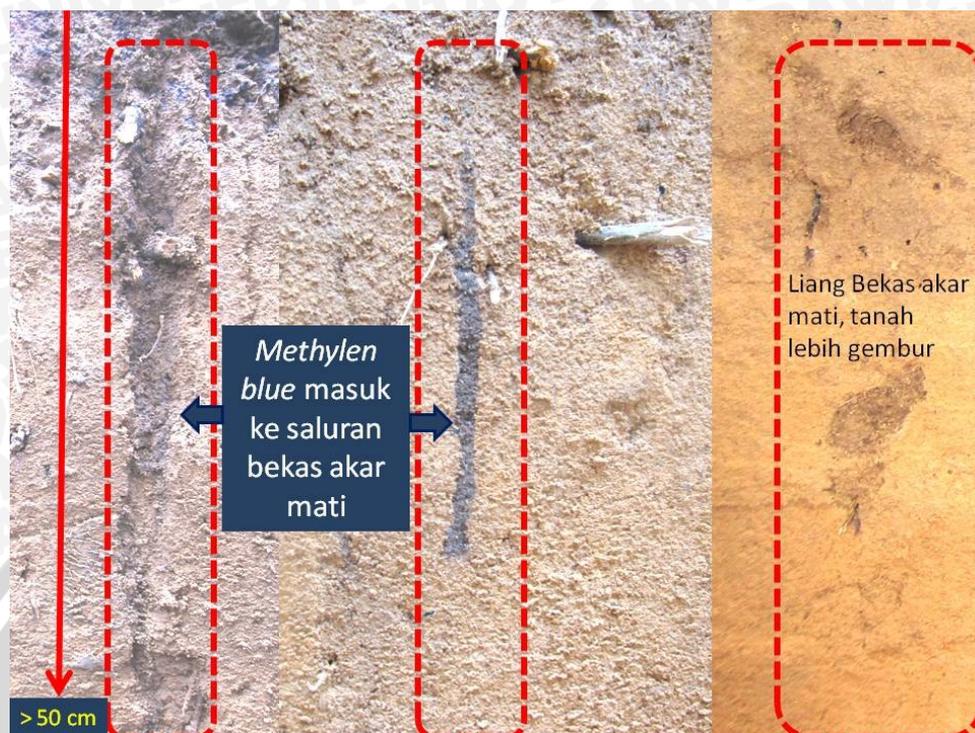
Berdasarkan kedalaman lapisan tanah, kedua tanah memiliki porositas yang sama pada lapisan bagian atas yaitu kedalaman 0-50 cm dengan nilai lom berklei 49,1% sedangkan lom berpasir 48,0%, sejalan dengan bertambahnya kedalaman, nilai pori total pun mengalami penurunan. Terdapat perbedaan pada lapisan tanah dalam (50-100 cm). Pada tanah lom berklei penurunan tidak begitu drastis, masih pada nilai 40,7%, bertentangan dengan hal tersebut pada tanah lom berpasir ternyata mengalami penurunan yang lebih besar pada kedalaman yang sama dengan nilai rata-rata 33,3%, bahkan pada kedalaman >90 cm nilai pori total hanya 27,5% (Gambar 14).



Gambar 14. Rata – rata pori total (a) di tanah lom berklei dan (b) lom berpasir

Total ruang pori tanah yang merupakan volume relatif dari pori-pori tanah dipengaruhi oleh susunan butiran padat tanah. Selain itu, total ruang pori tanah juga dipengaruhi oleh kedalaman tanah. Umumnya, tanah pada lapisan bawah lebih padat sehingga memiliki total ruang pori tanah yang lebih kecil dibandingkan total ruang pori tanah lapisan atas (Soepardi, 1974).

Berdasarkan data dalam Gambar 14, dapat dilihat bahwa persentase pori total tanah cenderung menurun dengan semakin bertambahnya kedalaman tanah, walaupun pada kedalaman tertentu ada kenaikan kembali. Hal ini dikarenakan pada kedalaman tersebut ditemukan biopori, bisa berupa saluran bekas akar pohon yang telah mati, atau adanya saluran bekas aktivitas makrofauna tanah (Gambar 15), sehingga tanah pada lapisan tersebut menjadi lebih gembur dan nilai BI tanah kembali rendah. Namun kemudian menurun kembali dengan bertambahnya kedalaman tanah.



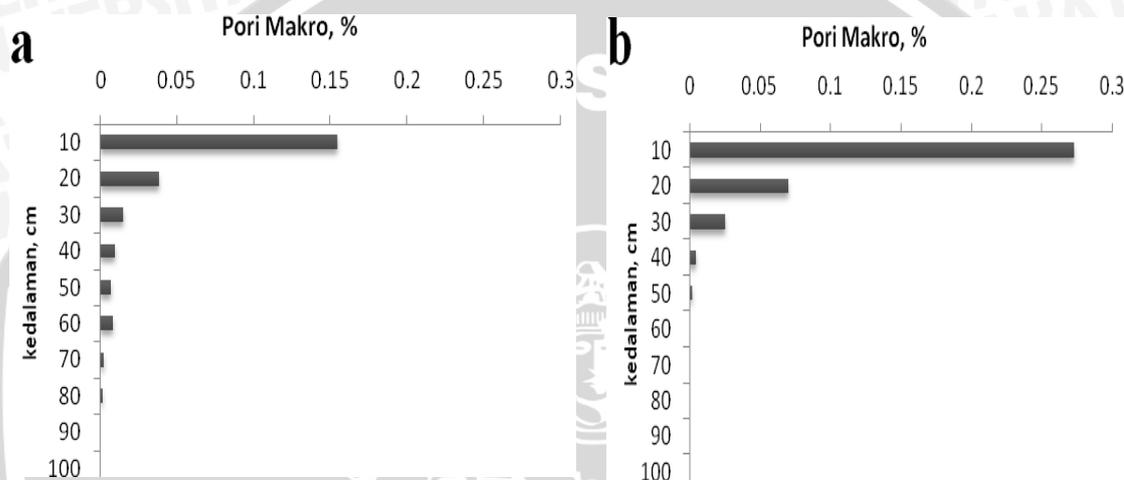
Gambar 15. Saluran Bekas Akar Tanaman Yang Telah Mati Di Lapisan Tanah Bawah, Menambah Jumlah Pori Makro

#### 4.4.2. Pori Makro Tanah

Pori makro tanah bernilai sama ( $p > 0,05$ ) pada setiap posisi dan kedua tekstur, namun memiliki nilai yang berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) (Lampiran 3) terhadap kedalaman tanah. Jumlah pori makro pada tanah lom berklei rata-rata lebih kecil dibandingkan tanah lom berpasir dengan nilai 2,35% dibanding 3,74%. Walaupun begitu, terdapat perbedaan pada sebaran pori makro di kedua jenis tanah. Keberadaan pori makro pada tanah lom berpasir hanya dijumpai pada lapisan atas saja sampai kedalaman 50 cm, bahkan pada lapisan permukaan (0-10 cm) jumlah pori makro hampir separuh dari pori total. Rata-rata pori makro lapisan atas (0-50 cm) tanah lom berpasir 7,49% dibanding 4,48% pada tanah lom berklei di lapisan yang sama.

Walaupun pori makro pada tanah lom berklei tidak sebanyak pada tanah lom berpasir, tetapi masih ditemukan sampai kedalaman 80 cm dengan nilai rata-rata 0,23%. Sementara pada tanah lom berpasir sudah lagi tidak ditemukan pori makro pada lapisan ini. Fakta ini menunjukkan bahwa tanah lom berpasir memiliki pori total dan pori makro yang banyak dan lebih besar tersebar di lapisan

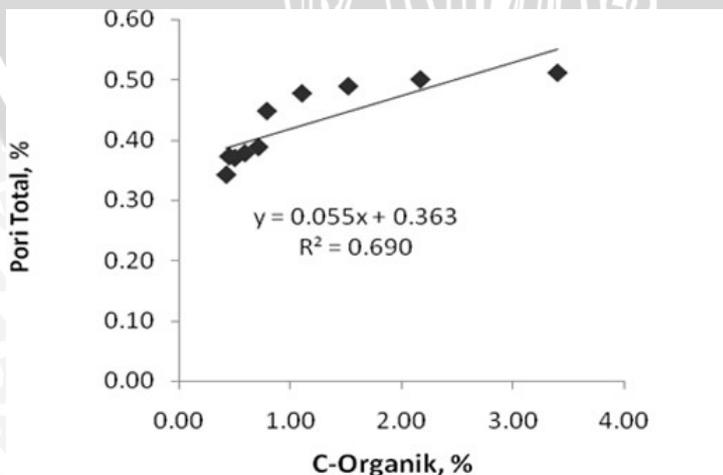
tanah atas dan hanya di permukaan saja sampai kedalaman 50 cm dan menurun drastis pada lapisan tanah bawah (>50 cm) (Gambar 16). Hal ini menunjukkan adanya pemampatan tanah dan diskontinuitas pori makro pada tanah lom berpasir, kondisi tersebut bisa mempengaruhi drainase dan aerasi tanah. Sementara pada tanah lom berklei terdapat keberlanjutan ruang pori terutama pori makro sampai kedalaman 80 cm walaupun jumlahnya tidak besar. Hal ini menjadi salah satu faktor yang menentukan aliran air dalam tanah.



Gambar 16. Rata – rata pori makro (a) di tanah lom berklei dan (b) lom berpasir

#### 4.5. Pengaruh C-organik Tanah Terhadap Pori Total Tanah

Hasil analisis korelasi (Lampiran 8) dan regresi (Gambar 17) menunjukkan adanya hubungan yang nyata (P-Value = 0,004\* <5% dan R<sup>2</sup> = 0,690).

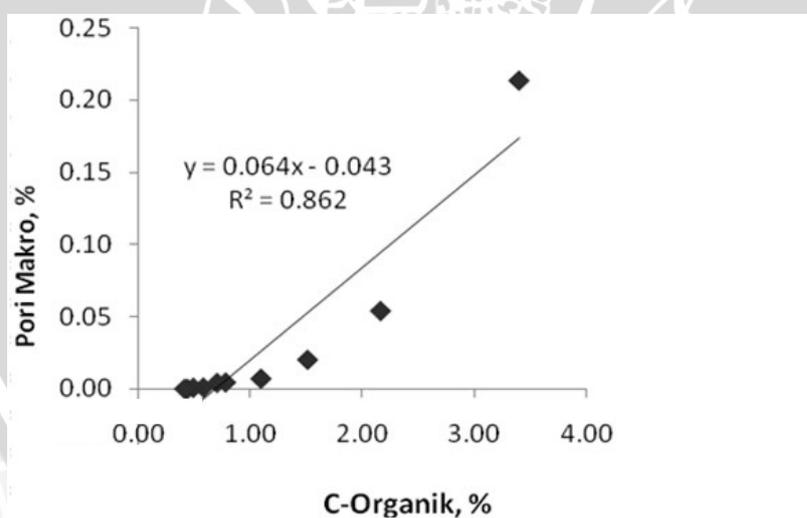


Gambar 17. Hubungan antara kadar C-organik dengan Persentase Pori Total

Hubungan tersebut menunjukkan kecenderungan yang positif, yaitu semakin meningkat kandungan C-organik tanah sebesar 1% akan diikuti oleh peningkatan rata-rata pori total tanah sebesar 4%. Menurut Hillel (1980), banyak sifat tanah yang dipengaruhi oleh bahan organik diantaranya adalah sifat fisik tanah. Sejalan dengan hal tersebut, Hanafiah (2005), yang menyatakan bahwa bahan organik tanah dapat membantu proses granulasi tanah sehingga menurunkan nilai berat isi tanah dan mengurangi pemadatan tanah. Semakin banyak granulasi tanah yang terbentuk, maka ruang pori yang tersedia juga akan bertambah banyak.

#### 4.6. Pengaruh C-organik Tanah Terhadap Pori Makro Tanah

Porositas tanah terbagi menjadi tiga bagian, salah satunya adalah pori makro. Seperti halnya pori total tanah, pori makro juga dipengaruhi oleh C-organik tanah. Hasil uji korelasi (Lampiran 7) dan regresi (Gambar 18) menunjukkan adanya hubungan yang erat ( $P\text{-Value} = 0,000^{**} < 5\%$  dan  $R^2 = 0,194$ ) antara C-organik tanah dengan pori makro tanah.



Gambar 18. Hubungan antara kadar C-organik dengan Persentase Pori Makro

Hasil regresi menunjukkan pola yang positif, yaitu semakin meningkat kandungan C-organik tanah 1% maka akan diikuti pula oleh peningkatan rata-rata pori makro tanah sebesar 2%. Bahan organik tanah merupakan bagian penting dalam pembentukan dan menjaga stabilitas dari struktur tanah. Polimer-polimer dari fraksi *fulvic acid* (FA) dan *humic acid* (HA) dijerap oleh permukaan mineral sehingga dapat mendukung proses granulasi tanah (White, 2006).

#### 4.7. Konduktivitas Hidrolik Jenuh (KHJ, $\text{cm jam}^{-1}$ )

Konduktivitas hidrolik jenuh (KHJ) berhubungan erat dengan pergerakan atau aliran air dalam tanah, khususnya dalam keadaan jenuh. Rata-rata KHJ antar zona pada lapisan kedalaman 0 – 100 cm di perkebunan kelapa sawit disajikan pada Lampiran 11. Dari hasil klasifikasi Hanafiah (2005), kelas KHJ terhitung pada kedua tekstur tanah masuk dalam kelas “sangat lambat”. Walaupun masuk kedalam kelas yang sama, namun dari data yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan laju air pada tanah lom berklei dan lom berpasir.

Tanah lom berklei memiliki laju air yang Kontinyu pada lapisan atas sampai kedalaman 90 cm. Hal ini dapat menjelaskan bagaimana larutan *methylen blue* dapat meresap sampai ke kedalaman tersebut. Sedangkan pada tanah lom berpasir, walaupun laju KHJ lebih tinggi, namun hal ini hanya berada pada tanah lapisan atas sampai kedalaman 50 cm dan tidak adanya kontinyuitas seperti yang dijumpai pada tanah lom berklei.

Kedua tekstur tanah memiliki rata-rata nilai KHJ yang sama dengan nilai  $0,007 \text{ cm jam}^{-1}$ . Walaupun begitu, terdapat perbedaan yang jelas terhadap kedalaman air yang mengalir. Pada tanah lom berklei zona gawangan mati dilakukan pengambilan sample sampai kedalaman 100 cm, sedangkan pada tanah lom berpasir hanya sampai pada lapisan tanah atas saja (50 cm). Hal ini menunjukkan adanya ruang pori di kedalaman tanah lapisan bawah pada lom berklei, sehingga air masih bisa meresap sampai kedalaman tersebut sehingga pori makro masih dijumpai.

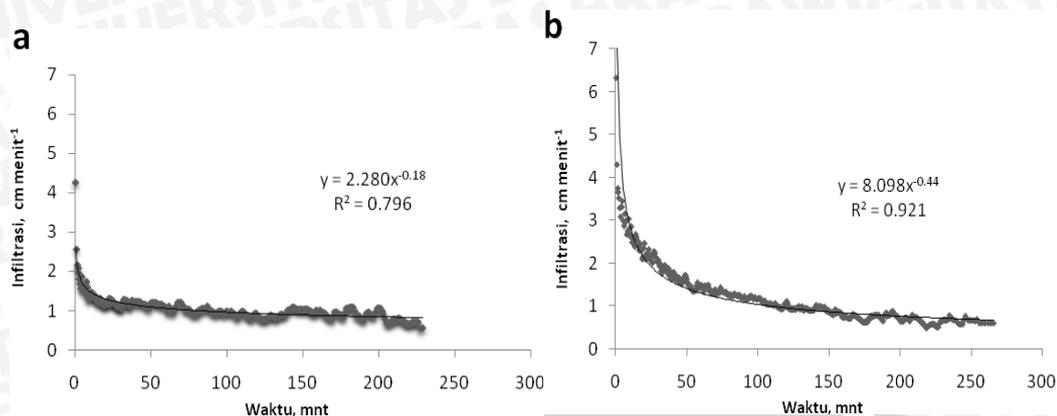
#### 4.8. Infiltrasi

Laju infiltrasi berhubungan erat dengan keberadaan pori makro yang ada didalam profil tanah, terutama jumlah dan kontinuitas pori dari lapisan atas sampai ke lapisan bawah. Sesuai dengan pendapat Marshall dan Holmes (1988) yang juga menyatakan Peran total ruang pori tanah berkaitan dengan pergerakan air dan udara serta penyimpanannya berkaitan dengan akar tanaman, mikroorganisme dan fauna tanah.

Hasil pengukuran laju infiltrasi pada kedua macam tanah menunjukkan bahwa laju infiltrasi pada tanah lom berklei lebih tinggi dibandingkan tanah lom berpasir (Lampiran 4). Laju infiltrasi konstan pada tanah lom berklei rata-rata sebesar  $0,6 \text{ cm jam}^{-1}$  atau tiga kali lebih cepat dibandingkan pada tanah lom berpasir yang hanya  $0,2 \text{ cm jam}^{-1}$  (Gambar 19)

Laju infiltrasi pada tanah lom berklei lebih besar dibandingkan pada tanah lom berpasir, walaupun jumlah pori total di lapisan atas (00-50 cm) relatif sama, bahkan pada tanah lom berpasir memiliki pori makro yang jauh lebih banyak sampai kedalaman 30 cm. Jumlah pori makro yang sedikit atau bahkan tidak ada pada kedalaman  $>30 \text{ cm}$  pada tanah lom berpasir menunjukkan adanya diskontinuitas pori sehingga menyebabkan laju infiltrasi pada lom berpasir menjadi lebih lambat.

Pada tanah lom berklei terdapat pori-pori makro sampai kedalaman 80 cm dan total ruangan pori sampai kedalaman 100 cm masih cukup besar (sekitar 40%) mengindikasikan adanya kontinuitas pori dari permukaan sampai kedalaman 100 cm, walaupun jumlah pori makro lebih sedikit dibandingkan tanah lom berpasir. Gregory (2006) membuktikan adanya hubungan antara pemadatan (kenaikan berat isi) dengan penurunan laju infiltrasi pada tanah lom berpasir.



Gambar 19. Rata – rata laju infiltrasi (a) di tanah lom berklei dan (b) lom berpasir

Pemadatan tanah (*soil compaction*) bertekstur lom berpasir pada lapisan bawah atau *subsoil* (kedalaman 30-40 cm) dapat menurunkan laju infiltrasi dan daya hantar air jenuh (Agrawal *et al.*, 1987). Selain itu, total ruang pori tanah yang rendah akibat pemadatan ikut mengakibatkan laju infiltrasi tanah menjadi rendah (Jury, Gardner dan Gardner, 1991). Sejalan dengan hal tersebut, dari data KHJ yang diperoleh juga menunjukkan bahwa adanya penurunan laju air pada lapisan tanah bawah (>50 cm). Hal ini pun juga menjelaskan bagaimana laju infiltrasi pada tanah lom berpasir menjadi lambat bila air sudah mencapai kedalaman >40 cm.

Kusumawardani (2011) dalam hasil penelitiannya juga melaporkan bahwa Laju infiltrasi sangat dipengaruhi oleh bobot isi dan porositas tanah (ruang pori tanah, distribusi pori tanah). Pada awal waktu laju infiltrasi lebih ditentukan oleh pori drainase, sedangkan ketika mendekati konstan, laju infiltrasi lebih dikendalikan oleh pori yang berukuran lebih kecil yaitu pori kapiler dan higroskopis.

## 4.9. Pembahasan Umum

### 4.9.1. Pengaruh Bahan Organik Terhadap BI Tanah dan Porositas

Masukan bahan organik yang berbeda pada kebun kelapa sawit akan menyebabkan adanya perbedaan nilai bahan organik tanah. Gawangan mati sebagai pemilik asupan tertinggi memiliki nilai bahan organik tanah yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona piringan yang tidak memiliki masukan bahan organik.

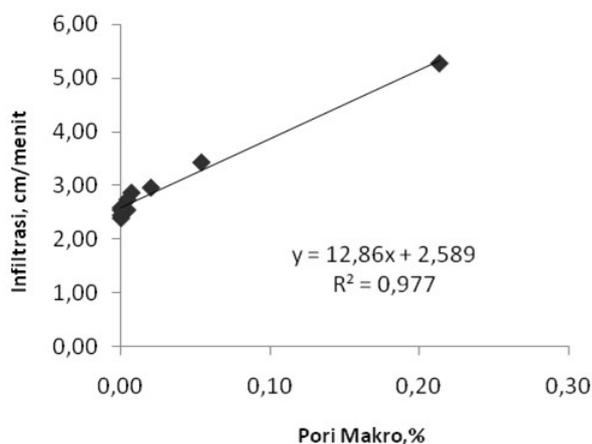
Bahan organik tanah yang tinggi pada gawangan mati merombak struktur tanah menjadi lebih remah yang memberikan ruang bagi udara untuk mengisi pori tanah. Kepadatan tanah yang menurun akibat adanya bahan organik tanah diikuti pula oleh turunnya nilai BI tanah.

Menurunnya nilai BI tanah akan diikuti oleh bertambahnya nilai Porositas tanah. Karena akan tersedia ruang yang lebih banyak dalam keadaan tanah yang lebih gembur dibanding tanah yang padat. Tingginya nilai porositas tanah, juga memicu bertambahnya pori makro yang terdapat dalam porositas tanah. Perbaikan porositas dan pori makro inilah yang kemudian menyebabkan laju infiltrasi air menjadi semakin lancar sampai ke profil tanah lapisan bawah.

#### 4.9.2. Pengaruh Pori Makro Terhadap Infiltrasi

Pori makro tanah berhubungan dengan air dan udara yang ada di dalam tanah. Semakin besar pori makro maka akan semakin banyak pula ruang yang tersedia bagi air dan udara sehingga akan lebih banyak celah untuk dilalui. Melalui hasil scan pori makro (Lampiran 12-13) terlihat bahwa sebaran pori makro banyak tersebar pada lapisan atas tanah sedalam 0-30 cm. Hal ini tentu saja akan mempercepat masuknya air kedalam profil tanah.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan nilai yang berbeda ( $p < 0,05$ ) antar tekstur tanah terhadap infiltrasi, namun antar zonasi tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) (Lampiran 4). Kecepatan laju infiltrasi ini dipengaruhi oleh jumlah pori makro tanah. Hasil regresi (Gambar 20) menunjukkan adanya hubungan yang erat antar infiltrasi dengan pori makro tanah ( $R^2 = 0,977$ ).



Gambar 20. Hubungan antara Persentase Pori Makro dengan Laju Infiltrasi

Hubungan diatas menunjukkan hubungan positif, dengan arti dengan bertambahnya persentase pori makro tanah sebesar 1% maka akan di ikuti pula oleh peningkatan laju infiltrasi sebesar 15%. Jumlah pori makro tanah yang besar menyebabkan banyaknya ruang dalam tanah yang tersedia bagi air untuk mengalir ke dalam. Sehingga dengan adanya hal tersebut dapat mengurangi limpasan permukaan.

#### **4.9.3. Pengaruh Beberapa Faktor Lain Terhadap Infiltrasi**

##### **a. Perakaran Tanaman**

Perakaran pada kebun kelapa sawit merupakan perakaran dengan daya jelajah yang tinggi. Oktovani (2012) melaporkan akar sawit mampu menembus tanah sampai kedalaman >60 cm walaupun setelah kedalaman tersebut hanya ditemukan perakaran halus.

Pergerakan akar sawit sampai ke tanah lapisan dalam ini efektif untuk memecahkan kepadatan tanah. Akibat pergerakan akar pada lapisan bawah tanah maka akan terbentuk rongga sehingga terciptalah celah yang bisa dilewati oleh air. Semakin banyak celah yang terbentuk akan menyebabkan laju infiltrasi yang semakin tinggi (Suprayogo *et al.*, 2004).

##### **b. Bio Pori**

Bio Pori dalam tanah merupakan sisa dari akar ataupun pepohonan yang terdapat didalam tanah. Pada saat pembukaan lahan untuk perkebunan sawit, manajemen kebun melakukan penimbunan terhadap kayu yang telah ditebang. Kayu yang tertimbun ataupun bekas akar yang tertinggal di dalam tanah semakin lama akan membusuk dan menjadi bio pori (Gambar 15).

Adanya bio pori didalam lapisan bahwa ternyata membantu meningkatkan pori makro tanah. Selain itu dengan adanya bio pori berarti pakan untuk makroorganisme juga tersedia sehingga banyak makroorganisme yang datang untuk makan. Pergerakan organisme tanah secara tidak langsung yang berperan sebagai agen hayati penggembur tanah meninggalkan liang dalam tanah. Banyaknya liang dalam tanah akan menciptakan lingkungan ekologi baru yang dinamis untuk pergerakan udara dan air dalam tanah.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Gawangan mati pada lapisan tanah 0-30 cm memiliki nilai C-organik tertinggi sebesar 2,8%.
2. Sebaran pori makro pada lapisan tanah 0-30 cm di gawangan mati (28,4%) lebih besar daripada sebaran pori makro di piringan (15,9%).
3. Lom berpasir memiliki pori makro yg banyak tersebar di lapisan 0-30 cm (7,4%), sedangkan pada lapisan bawah (>60 cm) pori makro hanya ditemukan pada lom berklei (1,15%).
4. Kontinuitas pori makro sampai lapisan bawah pada lom berklei menyebabkan nilai Laju infiltrasi lom berklei lebih tinggi ( $0,6 \text{ cm jam}^{-1}$ ) daripada lom berpasir ( $0,2 \text{ cm jam}^{-1}$ ).

### 5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah :

1. Informasi mengenai pengaruh bahan organik terhadap porositas masih belum maksimal, karena hanya mengkaji sumber bahan organik yang ada di kebun dan bukan masukan dari luar.
2. Dibutuhkan penelitian lanjutan terhadap pengaruh bio pori atau akar mati yang tertimbun di tanah dalam kaitannya terhadap pori makro dan laju infiltrasi.
3. Dibutuhkan manajemen kebun yang berbeda antara tanah dengan tekstur lom berklei dan lom berpasir, seperti pengadaan rorak dan saluran air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, R.P., B.S. Jhorar, J.S. Dhankar, and M. Raj. 1987. Compaction of Sandy Soils for Irrigation Management. *Irrigation Science* 8(4) : 227-232.
- Anshary, C. 2010. Kajian Laju Dekomposisi dan Mineralisasi Nitrogen Biomasa Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*). Skripsi S-1. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Asdak, C. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bauer, A., and A.L. Black. 1992. Organic Carbon Effects on Available Water Capacity of Three Soil Textural Groups. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56:248-254.
- Hairiah, K. 2011. Pembenahan Kesehatan Tanah Kebun Kelapa Sawit dengan Penambahan Bahan Organik dan Inokulasi Cacing Tanah. PT Astra Agro Lestari Award.
- Hairiah, K., Widiyanto, D. Suprayogo, S. Kurniawan, I.D. Lestariningsih, dan N.D. Lestari. 2011. Laporan penelitian tahun 1 : Pembenahan Kesehatan Tanah Kebun Kelapa Sawit dengan Penambahan Bahan Organik dan Inokulasi Cacing Tanah. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hairiah, K., Widiyanto, S.R. Utami, D. Suprayogo, Sunaryo, S.M. Sitompul, B. Lusiana, R. Mulia, M. van Noordwijk, dan G. Cadisch. 2000. Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi. Grafika Desa Putra. Jakarta.
- Hammel, K.E. 1997. Fungal Degradation of Lignin, *In* Driven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition, ( Eds Cadisch, G. and Giller, K.E.), pp. 33-46. Department of Biological Sciences. Wey College. University of London, UK.
- Hanafiah, K.A. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Handayanto, E. 1994. Nitrogen Mineralization from Legume Tree Prunings of Different Quality. Thesis. University of London. London.
- Harborne, J.B. 1997. Role of Phenolic Secondary Metabolites in Plants and Their Degradation in Nature. *In* Driven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition, (Eds Cadisch, G. And Giller, K.E.), pp. 67-74. Department of Biological Sciences, Wey College. University of London, UK.

- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Heal, O.W., J.M. Anderson, and M.J. Swift. 1997. Plant litter quality and decomposition: An historical overview. *In* Dirven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition, (Eds Cadisch, G. and Giller, K.E), pp. 3-30. Department of Biological Sciences., Wey College., University of London, UK.
- Herudjito, D. 1999. Pengaruh Bahan Humat dari Air Gambut terhadap Sifat-Sifat Latosol (Oxic Dystropepts). Kongres Nasional VII. HITI. Bandung.
- Hillel, D. 1980. Fundamental of Soil Physics. Academic Press Inc. London.
- Jury, W.A., W.R. Gardner, dan W.H. Gardner. 1991. Soil Physics, 5<sup>th</sup> ed. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Jordan, C.F. 2005. Tropical Forest Ecology: The Basis For Consevation and Management. Springer Berlin Heidelberg. New York.
- Kartasapoetra, A.G. 2006. Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman. Edisi Revisi. Bumi Aksara. Jakarta.
- Komar, M. 1984. Ketersediaan Lengan Tanah untuk Tanaman pada Tanah Regosol Dengan Menggunakan Tanaman Jagung Sebagai Tanaman Uji. Tesis Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.
- Kusumawardani, M. 2011. Karakteristik Infiltrasi Tanah Pada Penggunaan Lahan Pertanian Dan Pemukiman Di Desa Sukaresmi, Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor. Skripsi S-1. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian. Bogor.
- Marshall, T.J., dan J.W. Holmes. 1988. Soil Phisics 2<sup>nd</sup> ed. Bristol. J.W. Arrowsmith Ltd. 378 p.
- Meyer, L.D., and W.C. Harmon. 1984. Susceptibility of Agricultural Soils to Interill Erosion. *Soil Sci. Soc. Am.j*. 8:1.152-1.157.
- Noveras, H. 2002. Dampak Konversi Hutan Menjadi Kebun Kopi Monokultur terhadap Perubahan Fungsi Hidrologis di Sumberjaya, Lampung Barat. Universitas Brawijaya. Malang.
- Oktovani, C.D. 2012. Studi Perakaran Kelapa Sawit di Berbagai Zona Tumpukan Bahan Organik Pada Tanah Lom Berklei dan Lom Berpasir. Skripsi S-1. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Olson, J.S. 1963. Energy Storage and The Balance of Producers and Decomposers in Ecological Systems. *Ecologi* 44: 322-32.

- Palm, C.A., and P.A. Sanchez. 1991. Nitrogen Release from some Tropical Legumes as Affected by Lignin and Polyphenol Contents. *Soil Biology and Biochemistry*. 23:83-88.
- Prijono, S. 2011. Instruksi Kerja Laboratorium Fisika Tanah. Universitas Brawijaya. Malang.
- Putra, R.R. 2012. Pengaruh Mikroorganisme Tanah Terhadap Laju Dekomposisi Berbagai Biomassa Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*). Skripsi S-1. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Research Center PT. AMR. 2011. Topografi & Kelerengan PT. AMR. 2011. Laporan Konservasi Area Departemen Biologi PT. AMR. Research Center Astra Agro Lestari, Tbk.
- \_\_\_\_\_. 2011. Laporan Iklim PT. AMR. 2011. Laporan Tahunan Curah Hujan Area PT. AMR. Research Center Astra Agro Lestari, Tbk.
- Saputra, D.D. 2011. Peran Agroforestri Dalam Mempertahankan Laju Infiltrasi Tanah : Pengaruh Pori Makro dan Kemantapan Agregat Tanah Terhadap Laju Infiltrasi. Skripsi S-1. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Scholes, M.C., Swift, O.W. Heal, P.A. Sanchez, J.S.I., Ingram and R. Dudal. 1994. Soil Fertility Research in Response to Demand for Sustainability. *In The Biological Management of Tropical Soil Fertility* (Eds Woomer, Pl. and Swift, MJ.) John Wiley & Sons. New York.
- Slamet, L., dan S. Berliana. 2008. Indikasi Perubahan Iklim dari Pergeseran Bulan Basah, Kering dan Lembab. Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim LAPAN. ISBN : 978-979-17490-0-8.
- Stevenson, F.J. 1982. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction. John Wiley and Sons. New York.
- Soepardi, G. 1974. Sifat dan Ciri Tanah. Proyek Peningkatan Mutu Perguruan Tinggi. Departemen Ilmu-ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Subandriya, M. 2012. Laju Dekomposisi Berbagai Biomassa Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) Pada Tanah Lom Berklei dan Lom Berpasir. Skripsi S-1. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.

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, *J.Agrivita* 26 (1): 60-68.

USDA. 1998. Soil Quality Indicators: Infiltration. The U.S. Department of Agriculture (USDA). Washington.

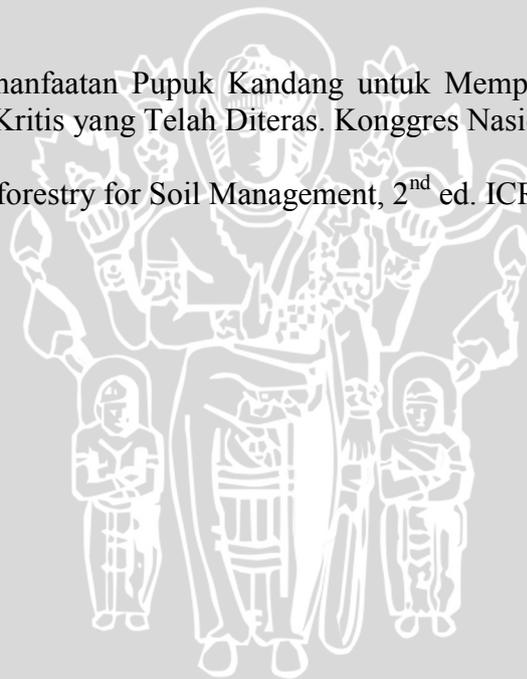
White, R.E. 2006. Principles and Practice of Soil Science: The Soil as a Natural Resource. The Fourth Edition. Blackwell Publishing Company. Australia.

Widiyanto, K. Hairiah, D. Suharjito, dan M.A. Sardjono. 2003. Bahan Ajaran 3: Fungsi dan Peran Agroforestry. World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor.

Winarso, S. 2005. Kesuburan Tanah Kesehatan dan Kualitas Tanah. Gava Media. Yogyakarta.

Wiskandar. 2002. Pemanfaatan Pupuk Kandang untuk Memperbaiki Sifat Fisik Tanah di Lahan Kritis yang Telah Diteras. Kongres Nasional VII.

Young, A. 1997. Agroforestry for Soil Management, 2<sup>nd</sup> ed. ICRAF. Nairobi.



LAMPIRAN

**Lampiran 1. Analisis Ragam C-organik**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F 5%
Tekstur	1	11.35989	11.35989	117.96	<.001
Kedalaman	9	164.08257	18.23140	189.32	<.001
Zona	2	0.15785	0.07893	0.82	0.444
Tekstur x Kedalaman	9	8.02297	0.89144	9.26	<.001
Tekstur x Zona	2	0.01829	0.00914	0.09	0.909
Kedalaman x Zona	18	1.16145	0.06453	0.67	0.832
Tekstur x Kedalaman x Zona	18	0.40406	0.02245	0.23	0.999

Tabel	Tekstur	Kedalaman	Zona	Tekstur x Kedalaman	Tekstur x Zona	Kedalaman x Zona	Tekstur x Kedalaman x Zona
s.e.d.	0.0439	0.0981	0.0601	0.1388	0.0850	0.1900	0.2687

**Lampiran 2. Analisis Ragam Berat Isi Tanah**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F 5%
Tekstur	1	1.14247	1.14247	35.05	<.001
Kedalaman	9	4.90955	0.54551	16.73	<.001
Zona	2	0.08449	0.04224	1.30	0.278
Tekstur x Kedalaman	9	0.67902	0.07545	2.31	0.020
Tekstur x Zona	2	0.26986	0.13493	4.14	0.019
Kedalaman x Zona	18	0.24365	0.01354	0.42	0.982
Tekstur x Kedalaman x Zona	18	0.41613	0.02312	0.71	0.795

Tabel	Tekstur	Kedalaman	Zona	Tekstur x Kedalaman	Tekstur x Zona	Kedalaman x Zona	Tekstur x Kedalaman x Zona
s.e.d.	0.0255	0.0571	0.0350	0.0807	0.0494	0.1106	0.1564

**Lampiran 3. Analisis Ragam Makroporositas**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F 5%
Posisi	2	12.553	6.276	2.10	0.133
Tekstur	1	2.911	2.911	0.98	0.328
Kedalaman	9	1374.213	152.690	51.16	<.001
Residual	47	140.272	2.985		
Total	59	1529.948			

**Tables of means**

Variate: Makropori

Posisi	1	2	3				
	3.07	2.68	1.97				
Tekstur	1	2					
	2.35	2.79					
Kedalaman	1	2	3	4	5	6	7
	16.43	4.28	2.12	1.10	0.75	0.81	0.15
Kedalaman	8	9	10				
	0.09	0.00	0.00				

Standard errors of differences of means

Table		Posisi	Tekstur	Kedalaman
rep.		20	30	6
d.f.		47	47	47
s.e.d.	0.546	0.446	0.997	

**Lampiran 4. Analisis Ragam Infiltrasi Tanah**

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F 5%
Posisi	2	33.449	16.724	3.10	0.133
Tekstur	1	38.349	38.349	7.10	0.045
Posisi x Tekstur	2	6.182	3.091	0.57	0.597
Residual	5	27.008	5.402		
Total	11	140.412			

**Tables of means**

Variate: Infiltrasi

Posisi	1	2	3
	5.16	7.85	3.83
Tekstur	1	2	
	3.82	7.40	
Posisi	Tekstur	1	2
1		4.38	5.94
2		5.66	10.03
3		1.44	6.23

Standard errors of differences of means

Table	Posisi	Tekstur	Posisi Tekstur
rep.	4	6	2
d.f.	5	5	5
s.e.d.	1.643	1.342	2.324



**Lampiran 5. Analisis Duncan Makropori per Zonasi**

No	Zona	Makropori
1	Gawangan mati	2.65 a
2	Antar Pokok	2.90 a
3	Piringan	1.52 b

**Lampiran 6. Analisis Duncan Makropori per Kedalaman**

No	Kedalaman	Makropori
1	0-10	16.43 a
2	10-20	4.29 b
3	20-30	2.13 c
4	30-40	1.10 c
5	40-50	0.75 c
6	50-60	0.81 c
7	60-70	0.15 c
8	70-80	0.88 c
9	80-90	0.00 c
10	90-100	0.00 c

**Lampiran 7. Korelasi C-organik dengan Pori Makro****Correlations: C-organik; Pori Makro**

Pearson correlation of C-organik and Pori Makro = 0,927  
P-Value = 0,000

**Lampiran 8. Korelasi C-organik dengan Pori Total****Correlations: C-organik; Pori Total**

Pearson correlation of C-organik and Pori Total = 0,821  
P-Value = 0,004

**Lampiran 9. Analisis Regresi C-organik dengan Pori Makro****Regression Analysis: Pori Makro versus C-organik**

The regression equation is  
Pori Makro = - 0,0440 + 0,0632 C-organik

Predictor	Coef	SE	Coef	T	P
Constant	-0,04401		0,01330	-3,31	0,011
C-organik	0,063210		0,009038	6,99	0,000

S = 0,0260728 R-Sq = 85,9% R-Sq(adj) = 84,2%

### Lampiran 10. Analisis Regresi C-organik dengan Pori Total

#### Regression Analysis: Pori Total versus C-organik

The regression equation is

$$\text{Pori Total} = 0,365 + 0,0549 \text{ C-organik}$$

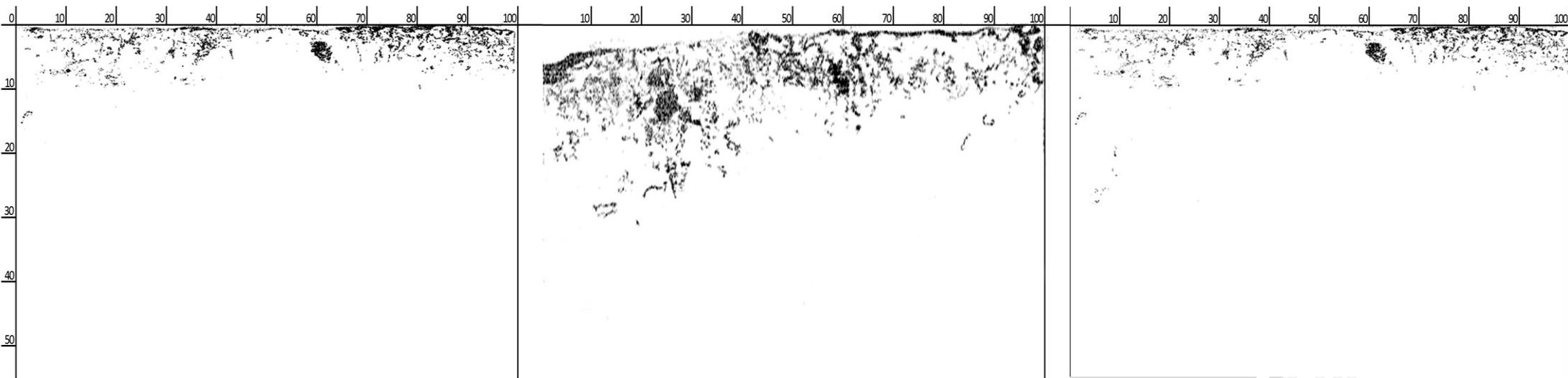
Predictor	Coef SE	Coef	T	P
Constant	0,36464	0,01986	18,36	0,000
C-organik	0,05485	0,01349	4,07	0,004

$$S = 0,0389224 \quad R\text{-Sq} = 67,4\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 63,3\%$$

### Lampiran 11. Rata-rata KHJ antar zona pada lapisan kedalaman 0 – 100 cm dalam perkebunan kelapa sawit

Kedalaman	GML	APL	PRL	GMP	APP	PRP	KELAS
0-10	0,0020	0,0119	0,0152	0,0232	0,0178	0,0131	Sangat Lambat
10-20	0,0010	0,0072	0,0024	0,0120	0,0080	0,0084	Sangat Lambat
20-30	0,0089	0,0110	0,0020	0,0044	0,0049	0,0054	Sangat Lambat
30-40	0,0008	0,0028	0,0084	0,0045	0,0024	0,0042	Sangat Lambat
40-50	0,0015			0,0024		0,0031	Sangat Lambat
50-60	0,0161			0,0009		0,0008	Sangat Lambat
60-70	0,0259						Sangat Lambat
70-80	0,0073						Sangat Lambat
80-90	0,0070						Sangat Lambat
90-100	0,0002						Sangat Lambat
Rata-rata	0,0071	0,0082	0,007	0,0079	0,0083	0,0058	

**Lampiran 12. Beberapa Hasil Scan Pori Makro Tanah Pada Lom Berklei (Berurutan Kiri-Kanan: GM-AP-PI)**



**Lampiran 13. Beberapa Hasil Scan Pori Makro Tanah Pada Lom Berpasir (Berurutan Kiri-Kanan: GM-AP-PI)**

