

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN SUB-SOILER
PADA PERKEBUNAN NANAS
DENGAN KONDISI C-ORGANIK TANAH YANG BERBEDA
: Pemadatan Tanah dan Porositas Total Tanah**

Oleh

**AGUNG SEPTIYANTO
MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG**

2014

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN SUB-SOILER
PADA PERKEBUNAN NANAS
DENGAN KONDISI C-ORGANIK TANAH YANG BERBEDA
: Pemadatan Tanah dan Porositas Total Tanah**

Oleh

AGUNG SEPTIYANTO

105040200111010

**MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA 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

2014

PERNYATAAN

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

Malang, 26 Agustus 2014

Agung Septiyanto

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **EFEKTIVITAS PENGGUNAAN SUB-SOILER PADA
PERKEBUNAN NANAS DENGAN KONDISI C-ORGANIK
TANAH YANG BERBEDA : Pemadatan Tanah dan
Porositas Total Tanah**

Nama Mahasiswa : **AGUNG SEPTIYANTO**
N I M : 105040200111010
Jurusan : Tanah
Program Studi : Agroekoteknologi
Minat : Manajemen Sumber Daya Lahan
Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama,

Ir. Widiyanto, MSc

NIP. 19530212 197903 1 004

Pembimbing Pendamping,

Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, Ph.D

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,

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

Penguji II,

Ir. Widiyanto, MSc
NIP. 19530212 197903 1 004

Penguji III,

Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, Ph.D
NIP.19560410 198303 2 001

Penguji IV,

Cahyo Prayogo, SP. MP, Ph.D
NIP.19730103 199802 1 002

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

Agung Septiyanto. 105040200111010. EFEKTIVITAS PENGGUNAAN SUBSOILER PADA PERKEBUNAN NANAS DENGAN KONDISI C-ORGANIK TANAH YANG BERBEDA : Pemadatan Tanah dan Porositas Total Tanah. Di bawah Bimbingan Ir. Widiyanto, MSc. sebagai Pembimbing Utama, Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, PhD. sebagai Pembimbing Pendamping.

Sebagian besar tanah di wilayah PT GGP (Great Giant Pineapple), telah terdegradasi yang ditandai dengan tingkat kepadatan tanah yang tinggi dan kandungan $C_{Organik}$ rendah, sehingga di musim penghujan di beberapa tempat banyak terjadi penggenangan yang sangat merugikan tanaman. Untuk mengatasi hal tersebut, pihak PT GGP membuat saluran drainase dengan menggunakan bajak dalam (subsoiler). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjawab 2 pertanyaan penelitian yaitu: (1) Apakah pemadatan tanah yang terjadi di kebun nanas adalah berkaitan dengan rendahnya kandungan $C_{Organik}$ tanah? (2) Apakah tanah yang telah diolah menggunakan subsoiler menunjukkan gejala 'rekompaksi' tanah? Bila ya, kapan rekompaksi tersebut terjadi? Hipotesis yang diajukan adalah (1) Semakin lama waktu setelah aplikasi subsoiler akan diikuti dengan menurunnya porositas total tanah (2) Penurunan porositas tanah akan lebih cepat terjadi pada tanah dengan kandungan $C_{Organik}$ rendah ($<1,2\%$) dibandingkan dengan tanah dengan kandungan $C_{Organik}$ yang lebih tinggi ($>1,2\%$).

Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan nanas PT. GGP, Terbanggi Besar, Lampung Tengah, pada bulan Januari hingga April tahun 2014. Pengukuran dilakukan pada beberapa lahan perwakilan yang telah diolah menggunakan subsoiler, dengan 2 sumber keragaman: (a) Waktu setelah pembajakan: 4, 6 dan 8 bulan setelah pembajakan (BSP), (b) Kandungan $C_{Organik}$: rendah ($<1,2\%$), tinggi ($>1,2\%$). Pengukuran pada masing-masing variabel diulang sebanyak 6x. Beberapa variabel yang diukur: Berat isi (BI) tanah, berat jenis (BJ) tanah, ketahanan penetrasi, kemantapan agregat, tekstur tanah dan total $C_{Organik}$ tanah.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa upaya pengolahan dengan subsoiler mampu meningkatkan porositas total tanah, tetapi pada 8 BSP porositas total tanah kembali menurun dari 49 % menjadi 46 %. Penurunan porositas total pada tanah dengan kondisi $C_{Organik}$ rendah relatif lebih cepat dibandingkan dengan pada tanah dengan kondisi $C_{Organik}$ lebih tinggi. Pembajakan dengan subsoiler mengurangi tingkat kepadatan tanah di lapisan dalam, dimana kemantapan agregat menurun 20 % dan ketahanan penetrasi menurun 15 %, serta porositas total meningkat 15 % lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan non-subsoiling. Semakin rendah porositas total tanah maka kemantapan agregat tanah meningkat.

SUMMARY

Agung Septiyanto. 105040200111010. SURVEY ON THE EFFECTIVENESS OF SUBSOIL TILLAGE IN PINEAPPLE PLANTATIONS WITH DIFFERENT LEVEL OF SOIL ORGANIC CARBON : Soil Compaction and Total Porosity. Supervised by Ir. Widiyanto, M.Sc., and Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, Ph.D.

Soil compaction is a common problem on most soils in the area of GGPC (Great Giant Pineapple Company) shown by low soil C-organic content, high soil bulk density, and low soil porosity. Deep plough using heavy machinery can create more persistent soil compaction resulted water pounding with poor soil aeration and restricted root growth. Subsoil tillage has been used to alleviate subsoil compaction problem. The purpose of this study was to answer two research questions: (1) Is the soil compaction that occurs in pineapple plantations are associated with low soil organic C content? (2) When soil re-compaction occurs after subsoil tillage been applied? Two hypothesis tested were: (1) The longer time subsoil tillage is applied will be followed by lower total soil porosity, (2) Declining of soil porosity will occur more quickly in soil with low organic C content ($<1.2\%$) compared to soil containing C-organic higher ($>1.2\%$).

This study was conducted in a pineapple plantation GGPC, Terbanggi Besar, Central Lampung, in January to April 2014. Measurements were done at eight selected plots that has been cultivated using a subsoil tillage, with two sources of variability: (a) Time after tillage: 4, 6 and 8 months after tillage (MAT), (b) C-organic content: low ($<1.2\%$) and high ($>1.2\%$). The measurements was repeated 4 times. The variables measured were: Soil Bulk Density (BD), particle density (BJ), soil penetration resistance, aggregate stability, soil texture and total soil organic carbon.

The results showed that subsoil tillage increased the total porosity of the soil, but on 8 MAT total soil porosity back lower from 49 % to 46 %. Low soil organic-C make the soil more susceptible to soil compaction, declining total porosity in the soil with low organic-C occurs more rapidly than in the soil with higher organic-C. Subsoil tillage reduces soil density in the lower layer, which decreased 20% aggregate stability and decreased 15% penetration resistance and the total porosity increased by 15% higher compared to the non-subsoiling treatment.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul **“Efektivitas Penggunaan Subsoiler pada Perkebunan Nanas dengan Kondisi C-Organik Tanah yang Berbeda : Pemadatan Tanah dan Porositas Total Tanah”**.

Sehubungan dengan terselesaikannya laporan skripsi ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

- 1 Ir. Widiyanto, MSc selaku dosen pembimbing utama dan Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, Ph.D selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
- 2 Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma selaku ketua jurusan Tanah.
- 3 Pihak PT. GGP (khususnya karyawan dan *staff R&D* PG 3 dan Sentral) yang telah memberikan izin dan fasilitas selama penelitian berlangsung.
- 4 Kedua Orang Tua saya yang memberikan bantuan doa dan materiil.
- 5 Evita dan teman-teman Kelas A Agroekoteknologi'10 yang telah menjadi sahabat dan saudara terbaik.
- 6 Keluarga besar *Amateur FC* dan penghuni Kerto Asri 126 A yang selalu ada saat suka maupun duka.
- 7 Septi Mauludiana yang selalu memberikan bantuan, semangat dan motivasinya.
- 8 Teman-teman MSDL'10 serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Demikian laporan skripsi ini penulis susun. Semoga dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, Agustus 2014

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lampung pada tanggal 4 September 1992 sebagai putra pertama dari dua bersaudara dari Bapak Supriyanto dan Ibu Samiyem.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SD XAVERIUS Terbanggi Besar, Lampung Tengah pada tahun ajaran 1997/1998 sampai tahun ajaran 2003/2004. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SMP XAVERIUS Terbanggi Besar, Lampung Tengah pada tahun ajaran 2004/2005 sampai tahun ajaran 2006/2007. Pada tahun ajaran 2007/2008 sampai dengan tahun ajaran 2009/2010 penulis melakukan studi di SMAN 1 Terbanggi Besar, Lampung Tengah. Pada tahun 2010 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata 1 Prog Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur melalui jalur ujian SNMPTN. Dan pada tahun 2012 (di Semester V), penulis mengambil Minat Manajemen Sumber Daya Lahan dan berhasil masuk ke Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Hipotesis	4
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Alur Pikir	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pengolahan Tanah	6
2.2 Pemadatan Tanah	7
2.3 Tinjauan Tanaman Nanas (<i>Ananas comosus</i> Merr).....	13
III. METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	16
3.2 Kondisi Umum Lokasi Penelitian	16
3.3 Tahapan Penelitian	18
3.3 Pelaksanaan	18
3.4 Analisis Data	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil.....	24
4.2 Pembahasan Umum.....	37
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Waktu pembajakan sebaai salah satu dasar dalam memilih lahan pengamatan.	19
2.	Kadar C_{Organik} dari lahan pengamatan berdasarkan data sekunder yang tersedia di GGP dan data hasil pengukuran ulang kadar C_{Organik} tanah pada kedalaman 0-30 cm	20
3.	Rerata persentase partikel tanah pada kedalaman 0-80 cm.....	21
4.	Variabel Pengamatan	23
5.	Rerata nilai Berat Jenis Partikel Tanah Pada Lahan Pengamatan.....	27
6.	Hasil perhitungan persamaan pedotransfer C	38
7.	Koefisien Korelasi Variabel Pengamatan Dependen dan Independen.....	41



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hipotesis Penelitian.....	4
2.	Alur Pikir Penelitian.....	5
3.	Tanaman Nanas (Plantamor, 2013).....	14
4.	Sebaran kadar C_{Oganik} tanah di PG 3 PT GGP	16
5.	Curah hujan rata-rata PG 3 PT GGP selama 10 tahun terakhir.....	17
6.	Tahapan Penelitian	18
7.	Skema Pengambilan Contoh Tanah pada Titik Pengamatan	22
8.	Berat isi tanah pada dua kondisi C_{Oganik} dengan berbagai waktu pengamatan setelah pembajakan.....	24
9.	Rerata berat isi tanah pada berbagai waktu setelah pembajakan kedalaman 0-80 cm	26
10.	Pola penurunan BI tanah pada setiap kedalaman tanah	27
11.	Rerata Porositas total tanah pada dua kondisi C_{Oganik} tanah dengan berbagai waktu pengukuran setelah pembajakan	28
12.	Rerata porositas total tanah pada berbagai waktu setelah pembajakan kedalaman 0-80 cm	30
13.	Pola penurunan nilai porositas total pada setiap kedalaman tanah	31
14.	Ketahanan penetrasi tanah pada dua kondisi C_{Oganik} tanah dengan berbagai waktu pengamatan setelah pembajakan	31
15.	Rerata ketahanan penetrasi tanah pada berbagai waktu setelah pembajakan kedalaman 0-80 cm	33
16.	Pola peningkatan nilai ketahanan penetrasi tanah pada setiap kedalaman tanah	34
17.	Rerata kemantapan tanah pada dua kondisi C_{Oganik} tanah dengan berbagai waktu pengamatan setelah pembajakan	35
18.	Rerata kemantapan agregat tanah pada berbagai waktu pengamatan setelah pembajakan kedalaman 0-80 cm	36
19.	Pola peningkatan kemantapan agregat tanah pada setiap kedalaman tanah	36
20.	Hasil pengkoreksian BI tanah dengan kadar liat dan debu	39
21.	Perbandingan indikator pemadatan tanah antara lahan yang dilakukan pembajakan dengan subsoiler dan yang tidak dilakukan pembajakan dengan subsoiler.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rekap Data Hasil Pengukuran Variabel Pengamatan	49
2.	Hasil Analisis Ragam Berat Isi Tanah pada Lapisan atas.....	62
3.	Hasil Analisis Ragam Berat Jenis Tanah Lapisan Atas	62
4.	Hasil Analisis Ragam Porositas Total pada Lapisan atas	62
5.	Hasil Analisis Ragam Ketahanan Penetrasi pada Lapisan atas.....	63
6.	Hasil Analisis Ragam Kemantapan Agregat pada Lapisan atas	63
7.	Hasil Analisis Ragam Berat Isi Tanah pada Lapisan bawah.....	64
8.	Hasil Analisis Ragam Berat Jenis Tanah pada Lapisan Bawah	64
9.	Hasil Analisis Ragam Porositas Total pada Lapisan bawah	64
10.	Hasil Analisis Ragam Ketahanan Penetrasi pada Lapisan bawah	65
11.	Hasil Analisis Ragam Agregat pada Lapisan bawah	65
12.	Hasil Analisis Ragam Berat Isi Tanah pada Kedalaman 0-80 cm	65
13.	Hasil Analisis Ragam Porositas Total pada Kedalaman 0-80 cm.....	66
14.	Hasil Analisis Ragam Ketahanan Penetrasi pada Kedalaman 0-80 cm	67
15.	Hasil Analisis Ragam Agregat pada Kedalaman 0-80 cm	67
16.	Hasil Analisis Ragam Persentase Partikel Pasir Tanah.....	68
17.	Hasil Analisis Ragam Persentase Partikel Debu Tanah.....	68
18.	Hasil Analisis Ragam Persentase Partikel Liat Tanah	69
19.	Hasil Analisis Ragam $C_{Organik}$ Tanah pada Lapisan Atas	69
20.	Hasil Analisis Ragam Nisbah $C_{Organik}/C_{Ref}$ pada Lapisan Atas	69
21.	Hasil Analisis Ragam Nisbah BI/BI_{Ref} pada Lapisan Atas	69
22.	Hasil Analisis Ragam $C_{Organik}$ pada Lapisan Bawah	70
23.	Hasil Analisis Ragam Nisbah $C_{Organik}/C_{Ref}$ pada Lapisan Bawah	70
24.	Hasil Analisis Ragam Nisbah BI/BI_{Ref} pada Lapisan Bawah	70
25.	Hasil Analisis Ragam Perbandingan Subsoiler dan non-Subsoiler	70
26.	Prosedur Pengukuran Variabel Pengamatan	71
27.	Penentuan Titik pengamatan	76
28.	Dokumentasi Survey	78

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemadatan yang terjadi dalam tanah berdampak terhadap menurunnya laju infiltrasi tanah dan mengurangi aerasi tanah dan ketersediaan air bagi tanaman serta menghambat pertumbuhan akar tanaman. Pada tanah yang terlalu padat, pertukaran udara di dalam tanah menjadi lebih lambat dan kadar oksigen dalam tanah menjadi lebih rendah, permeabilitas akan terhambat karena sempitnya ruang pori dalam tanah (Kulli *et al.*, 2003). Dampak lain dari pemadatan tanah adalah mengakibatkan berkurangnya jumlah pori makro tanah, akibatnya pada saat intensitas hujan tinggi air tidak bisa meresap baik ke dalam tanah sehingga terjadi penggenangan pada lahan tersebut (Purwito, komunikasi personal). Selain menurunkan kualitas tanah, hal ini juga menjadikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya terganggu dan produksi rendah. Hasil penelitian di Perkebunan Tebu Papua Nugini membuktikan bahwa perlakuan pengolahan tanah memberikan hasil produksi gula yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa pengolahan tanah. Perlakuan pengolahan tanah mampu menurunkan pemadatan tanah sehingga berpengaruh terhadap hasil produksi gula (Bangita dan Rao, 2005).

Pada tanah masam, pembalikan tanah menyebabkan lapisan bawah dengan kadar aluminium (AL) tinggi terekspose ke daerah perakaran sehingga diimbangi dengan aplikasi kapur (dolomit) dan pupuk buatan dosis tinggi. Rendahnya bahan organik yang ada di dalam tanah dapat berdampak buruk terhadap semakin sedikitnya perkembangan perakaran yang dapat tumbuh optimal. Hal yang kurang menguntungkan tersebut juga berdampak terhadap sedikitnya jumlah makrofauna yang ada di dalam tanah yang berfungsi sebagai dekomposer. Pada kondisi tersebut laju dekomposisi bahan organik akan menurun sehingga mempercepat degradasi tanah, sementara masukkan bahan organik ke dalam tanah rendah.

Pemadatan tanah diawali dengan terjadinya degradasi struktur tanah yang meliputi perubahan sifat fisika tanah seperti porositas, berat isi tanah dan ketahanan penetrasi tanah (Coelho *et al.*, 2000; Lal, 2001). Pemadatan tanah yang terjadi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tekstur tanah, kadar air tanah,

topografi lahan, rendahnya kadar bahan organik tanah dan sistem/pola tanam yang diterapkan pada lahan tersebut (Marshall *et al.*, 1996). Perkebunan nanas GGP di Lampung Tengah berupaya keras mengelola lahannya agar tanaman nanas yang ditanam cepat berproduksi dengan tonase yang tinggi pula. Akan tetapi pada kenyataannya produksi nanas yang diperoleh masih lebih rendah dari yang diharapkan. Guna memenuhi target tersebut perusahaan melakukan ekstensifikasi pertanian (perluasan lahan pertanian dengan cara membuka lahan pertanian baru) yang selanjutnya kembali diikuti oleh program intensifikasi pertanian yang salah satu bentuk kegiatannya adalah berbagai macam pengolahan tanah menggunakan alat mekanik berat.

Pengolahan tanah intensif yang bila dilakukan secara terus-menerus dapat menimbulkan kerusakan struktur tanah dan menurunkan kualitas tanah sebagai media tumbuh tanaman. Pada dasarnya pengolahan tanah yang benar dilakukan hanya untuk menggemburkan tanah guna perbaikan struktur tanah pengendalian hama dan penyakit yang ada di dalam tanah. Akan tetapi, pada pengolahan tanah yang intensif dilakukan pembalikan lapisan permukaan tanah secara terus-menerus, sehingga akan menyebabkan terjadinya pemadatan tanah (Hardjowigeno, 2007). Pemadatan tanah akibat penggunaan mesin pertanian atau hewan berdampak terhadap terjadinya penekanan pada lapisan tanah sehingga jarak yang terdapat pada ruang pori semakin menyempit dan akhirnya akan meningkatkan berat isi tanah (Paradelo dan Barral, 2013)

Upaya mengatasi pemadatan tanah akibat pengolahan tanah yang intensif dapat dilakukan melalui rotasi tanam yakni dengan cara memberokan lahan atau dengan menanam tanaman legum penutup tanah dan menambahkan bahan organik (kompos) (Refliaty dan Intan, 2009). Besarnya kadar bahan organik di dalam tanah menggambarkan kualitas tanah tersebut. Bahan organik di wilayah tropika berperan dalam menyediakan unsur hara seperti N, P dan S yang dilepaskan secara lambat, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah masa, dll. Serta membantu dalam memantapkan agregat tanah, memodifikasi retensi air (Sanchez, 1976). Walaupun bahan organik di sebagian besar tanah hanya berkisar 2-10 %, peranannya sangat penting bagi kualitas dan kesehatan tanah. Hasil penelitian Paradelo, 2013 membuktikan bahwa penambahan bahan organik efektif dalam

menurunkan BI tanah. Penurunan BI tanah pada tanah dengan tekstur kasar lebih terlihat perubahannya dibandingkan pada tanah dengan tekstur yang halus. Bahan organik membantu dalam meningkatkan agregasi tanah, porositas tanah dan menurunkan berat isi tanah (Paradelo dan Barral, 2013).

Selain itu, pemadatan tanah juga dapat diatasi dengan cara meminimalisir penggunaan alat-alat berat, walaupun cara ini kurang efektif untuk diterapkan bila ditinjau dari segi waktu dan tenaga kerja. Faktor buatan yang berpengaruh selain pemadatan tanah adalah belum maksimalnya fungsi saluran drainase pada kebun nanas untuk itu pihak GGP membuat saluran drainase yang sesuai dengan keadaan lahan. Pembuatan saluran drainase yang telah dilakukan oleh pihak GGP salah satunya menggunakan bajak subsoiler. Selain berfungsi memecah lapisan keras yang ada pada lapisan tanah bagian dalam, penggunaan bajak ini juga berfungsi untuk membuat saluran drainase di dalam tanah. Sebuah studi yang dilakukan di Cina bagian utara menemukan bahwa subsoiling mengurangi berat isi tanah pada lapisan < 40 cm dalam profil tanah sehingga meningkatkan jumlah pori makro dan penurunan pori mikro (Raper *et al.*, 1998).

Spesifikasi bajak subsoiler yang digunakan untuk pembuatan saluran drainase pada lahan budidaya nanas di GGP adalah dengan kedalaman kuku bajak hingga 70 cm (Data pengamatan PIQC, PG 3 PT GGP Tahun 2013). Namun demikian semenjak pembuatan saluran drainase dilakukan di pihak GGP, evaluasi dampaknya terhadap kondisi pemadatan tanah dan porositas total tanah masih belum pernah dilakukan. Studi sebelumnya tentang pemadatan tanah pada perkebunan tebu sudah banyak dilakukan, Namun informasi mengenai pemadatan tanah pada perkebunan nanas masih sangat sedikit, untuk itu penelitian ini perlu dilakukan untuk memperbaiki strategi pengelolaan lahan di masa yang akan datang.

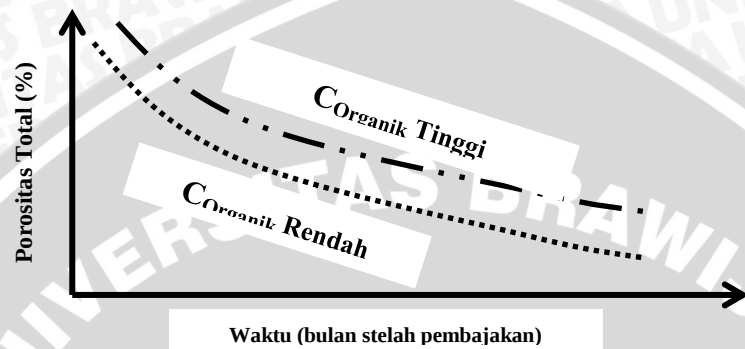
1.2 Tujuan

1. Untuk mengetahui hubungan antara pemadatan yang terjadi dengan rendahnya kadar $C_{Organik}$.
2. Untuk mengetahui perubahan kepadatan tanah setelah dilakukan pengolahan menggunakan subsoiler.

3. Untuk mengetahui rekompaksi tanah lapisan bawah pada interval waktu 2 bulan setelah pengolahan.

1.3 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini dideskripsikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Hipotesis Penelitian

1. Lamanya waktu setelah aplikasi subsoiler akan diikuti oleh menurunnya porositas total tanah.
2. Penurunan porositas tanah akan lebih cepat terjadi pada tanah dengan kadar $C_{Organik}$ rendah dibandingkan dengan tanah-tanah dengan kadar $C_{Organik}$ lebih tinggi.

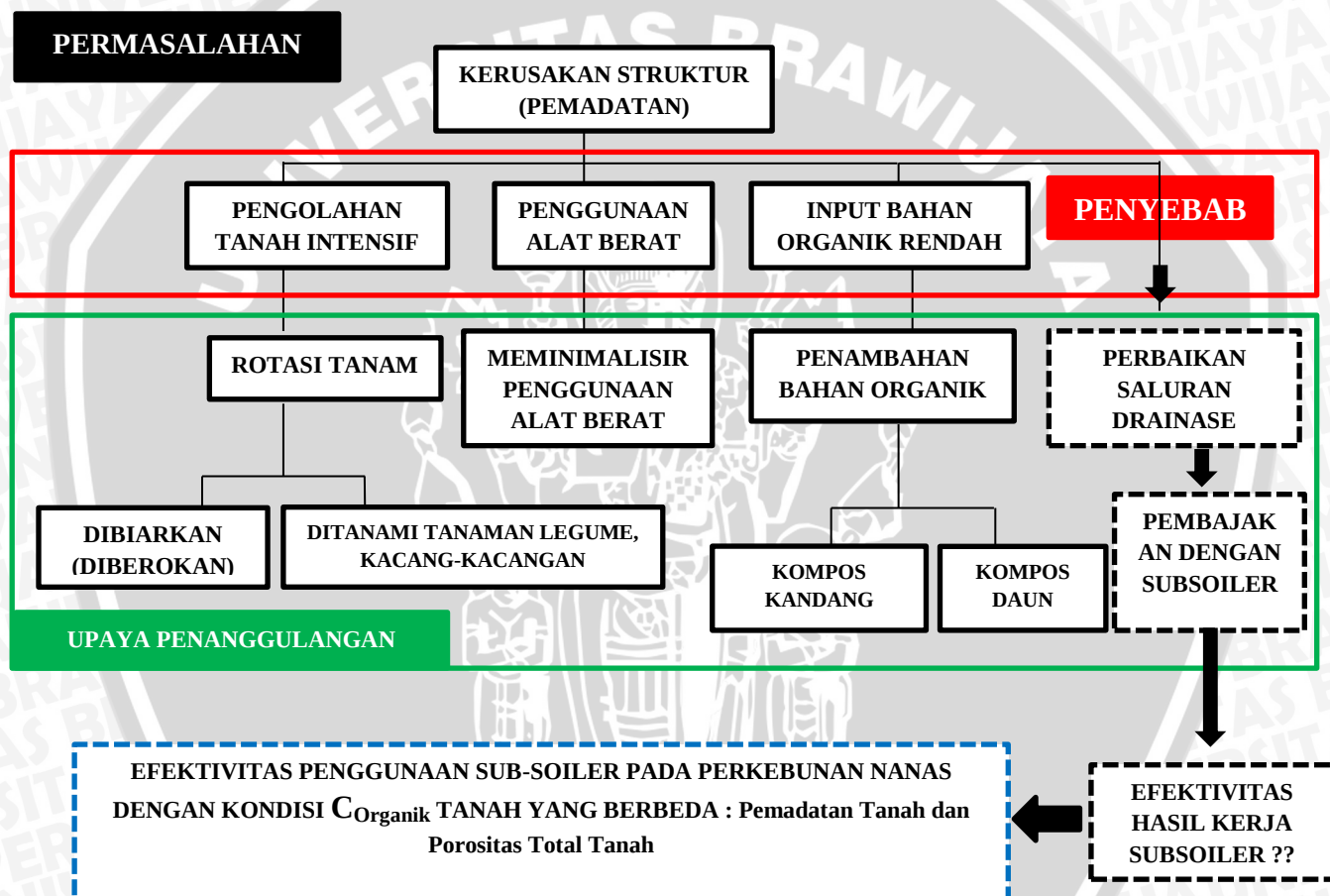
1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang efektivitas hasil subsoiler pada kondisi tanah dengan kadar $C_{Organik}$ yang berbeda, sehingga perencanaan pengolahan tanah selanjutnya dapat lebih optimal.

1.5 Alur Pikir

Penelitian ini bermula dari adanya permasalahan pemadatan yang ada pada perkebunan nanas. Permasalahan tersebut muncul karena beberapa hal seperti sistem pengolahan yang intensif dengan waktu yang lama, penggunaan alat mekanisasi berat yang beroperasi pada tahapan persiapan lahan dan rendahnya

kadar bahan organik tanah. Untuk mengatasi masalah tersebut PT GGP telah melakukan beberapa cara salah satunya yakni dengan pembajakan menggunakan subsoiler. Namun permasalahan tentang pemadatan tersebut masih sering terjadi karena kurangnya informasi mengenai tingkat efektivitas penggunaan alat tersebut dalam mengatasi permasalahan pemadatan tanah. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran sejauh mana tingkat efektivitas penggunaan bajak tersebut dalam mengatasi pemadatan tanah. Untuk mekanisme alur pemikiran dalam penelitian ini disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Alur Pikir Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengolahan Tanah

2.1.1 Maksud dan Tujuan Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah dapat diartikan sebagai suatu usaha manusia untuk merubah sifat-sifat yang dimiliki oleh tanah sesuai dengan syarat tumbuh yang dibutuhkan oleh tanaman budidaya yang akan ditanam. Dalam usaha pertanian pengolahan tanah bertujuan untuk menciptakan suatu kondisi fisika, kimia dan biologi tanah yang sesuai dengan syarat tumbuh tanaman. Selain itu, pengolahan tanah juga membantu meminimalisir pertumbuhan gulma yang tumbuh pada lahan budidaya akibat adanya waktu pemberoan, serta memudahkan persiapan tanah dalam pengaturan air.

Hasil penelitian Bangita dan Rao (2004) mengatakan bahwa pengolahan tanah mampu menurunkan dampak pemadatan tanah yang terjadi pada tanah tersebut. Pengolahan tanah dengan melakukan pemecahan lapisan keras pada baris tanaman terbukti mampu memberikan hasil produksi yang lebih tinggi selama kurang lebih 4 tahun produksi.

2.1.2 Macam dan Cara Pengolahan Tanah

Berdasarkan tahapan kegiatan, hasil kerja dan dalamnya tanah yang menerima perlakuan pengolahan tanah, kegiatan pengolahan tanah dibedakan menjadi dua macam, yaitu pengolahan tanah pertama (*primary tillage*) dan pengolahan tanah kedua (*secondary tillage*).

Pengolahan tanah awal hanya bertujuan untuk menghancurkan tanaman yang ada di atasnya untuk kemudian mencampurnya dengan lapisan tanah di bawahnya. Pada tahapan ini umumnya pengolahan tanah belum menghasilkan kondisi fisika tanah yang ideal untuk syarat tumbuh tanaman. Pengolahan pada tahapan ini pada umumnya hanya dilakukan pada lapisan atas saja (0-15 cm)

2.1.3 Pembajakan dengan Sub-Soiler

Subsoiler termasuk di dalam jenis bajak pahat tetapi dengan konstruksi yang lebih berat. Fungsi dari kedua bajak tersebut pun tidak terlalu berbeda, akan tetapi

penggunaan subsoiler digunakan untuk pengerjaan kedalaman tanah yang lebih dalam (50-90 cm).

Fungsi dan tujuan dari subsoiling yakni untuk memecah lapisan keras (*hardpan*) dan memperbaiki drainase di bawah permukaan tanah (*internal drainage*) sehingga mampu menyediakan kondisi sifat fisik yang sesuai untuk perkembangan perakaran serta dapat meminimalisir terjadinya penggenangan di permukaan tanah.

2.2 Pemadatan Tanah

2.2.1 Pengertian Pemadatan Tanah

Kerusakan tanah didefinisikan sebagai proses atau fenomena penurunan kapasitas tanah dalam mendukung kehidupan. Arsyad (2001) menyatakan bahwa kerusakan tanah adalah hilangnya atau menurunnya fungsi tanah, baik fungsinya sebagai sumber unsur hara tumbuhan maupun fungsinya sebagai matrik tempat akar tumbuhan berjangkar dan tempat air tersimpan. Oldeman (1980) mendefinisikan kerusakan tanah sebagai proses atau fenomena penurunan kemampuan tanah dalam mendukung kehidupan pada saat ini atau pada saat yang akan datang yang disebabkan oleh ulah manusia.

Pemadatan tanah adalah proses dimana partikel-partikel tanah secara mekanis bergerak ke posisi keadaan yang lebih rapat satu dengan lainnya (Mackwick, 1944) dalam Idris (1995). Pemadatan tanah adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara : tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti pada tanah tersebut. Tingkat pemadatan diukur dari berat volume kering yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah atau pelumas pada partikel – partikel tanah. Karena adanya air, partikel – partikel tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih rapat/padat. Untuk usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat.

Kerusakan struktur tanah akan berdampak terhadap penurunan jumlah makroporositas tanah dan lebih lanjut akan diikuti penurunan laju infiltrasi

permukaan tanah dan peningkatan lapisan permukaan. Kerusakan struktur tanah yang demikian akan menyebabkan berubahnya pola aliran air di dalam sistem tata guna lahan. Kerusakan struktur tanah diawali dengan penurunan kestabilan agregat tanah sebagai akibat dari pukulan air hujan dan kekuatan limpasan permukaan. Penurunan kestabilan agregat tanah berkaitan dengan penurunan kadar bahan organik tanah, aktivitas perakaran tanaman dan mikroorganisme tanah.

Kerusakan tanah secara garis besar dapat digolongkan menjadi tiga kelompok utama, yaitu kerusakan sifat kimia, fisika dan biologi tanah. Kerusakan kimia tanah dapat terjadi karena proses pemasaman tanah, akumulasi garam-garam (salinisasi), tercemar logam berat, dan tercemar senyawa-senyawa organik dan xenobiotik seperti pestisida atau tumpahan minyak bumi. Terjadinya pemasaman tanah dapat diakibatkan penggunaan pupuk nitrogen buatan secara terus menerus dalam jumlah besar (Buckman dan Brady, 1990). Kerusakan tanah secara fisik dapat diakibatkan karena kerusakan struktur tanah yang dapat menimbulkan pemadatan tanah. Kerusakan struktur tanah ini dapat terjadi akibat pengolahan tanah yang salah atau penggunaan pupuk kimia secara terus menerus.

2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Pemadatan Tanah

Tanah mempunyai ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda-beda antara tanah di suatu tempat dengan tempat yang lain. Sifat-sifat tanah itu meliputi fisika dan sifat kimia. Beberapa sifat fisika tanah antara lain tekstur, struktur dan kadar lengas tanah. Untuk sifat kimia menunjukkan sifat yang dipengaruhi oleh adanya unsur maupun senyawa yang terdapat di dalam tanah tersebut. Beberapa contoh sifat kimia yaitu reaksi tanah (pH), kadar bahan organik dan Kapasitas Pertukaran Kation (KPK).

a. Tekstur dan Struktur

Menurut Hardjowigeno (2007), kelas tekstur tanah menunjukkan perbandingan butir-butir pasir (0,005-2 mm), debu (0,002-0,005 mm), dan liat (< 0,002 mm) di dalam fraksi tanah halus. Tekstur menentukan tata air, tata udara, kemudahan pengelolaan, dan struktur tanah. Penyusun tekstur tanah berkaitan erat

dengan kemampuan memberikan zat hara untuk tanaman, kelengasan tanah, perkembangan akar tanaman, dan pengelolaan tanah. Berdasarkan persentase perbandingan fraksi – fraksi tanah, maka tekstur tanah dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu halus, sedang, dan kasar. Makin halus tekstur tanah mengakibatkan kualitas tanah semakin menurun karena berkurangnya kemampuan tanah dalam menghisap air.

Sinukaban dan Rahma (1983) menyatakan bahwa tekstur tanah adalah perbandingan relatif zarah pasir, debu, dan liat yang terkandung dalam suatu masa tanah. Zarah pasir mempunyai ukuran yang lebih besar dari pada debu dan liat, zarah pasir berukuran 50 mikron sampai 2 mm, debu berukuran 2 mikron sampai 50 mikron, sedang liat berukuran lebih kecil dari 2 mikron.

Hubungan tekstur tanah dengan daya menahan air dan ketersediaan hara tanah yaitu tanah dengan tekstur liat mempunyai luas permukaan yang lebih besar sehingga kemampuan menahan air dan menyediakan unsur hara tinggi, sebaliknya tanah yang bertekstur pasir mempunyai luas permukaan yang kecil sehingga sulit menyerap (menahan) air dan unsur hara. Tanah bertekstur halus lebih aktif dalam reaksi kimia daripada tanah bertekstur kasar (Hardjowigeno 2007). Hal serupa juga didukung dengan hasil penelitian Paradelo dan Barral (2013) membuktikan bahwa respon pemadatan tanah pada kondisi tekstur tanah yang berliat relatif lebih ringan dibandingkan dengan tekstur tanah yang berpasir.

Struktur tanah merupakan sifat fisik tanah yang menggambarkan susunan ruangan partikel-partikel tanah yang bergabung satu dengan yang lain membentuk agregat dari hasil proses pedogenesis. Struktur tanah berhubungan dengan cara di mana, partikel pasir, debu dan liat relatif disusun satu sama lain. Di dalam tanah dengan struktur yang baik, partikel pasir dan debu dipegang bersama pada agregat-agregat (gumpalan kecil) oleh liat humus dan kalsium. Ruang kosong yang besar antara agregat (makropori) membentuk sirkulasi air dan udara juga akar tanaman untuk tumbuh ke bawah pada tanah yang lebih dalam. Sedangkan ruangan kosong yang kecil (mikropori) memegang air untuk kebutuhan tanaman. Idealnya bahwa struktur disebut granular.

Degradasi sifat fisik tanah pada umumnya disebabkan karena memburuknya struktur tanah. Kerusakan struktur tanah diawali dengan penurunan kestabilan agregat tanah sebagai akibat dari pukulan air hujan dan kekuatan limpasan permukaan. Penurunan kestabilan agregat tanah berkaitan dengan penurunan kadar bahan organik tanah, aktivitas perakaran dan mikroorganisme tanah. Penurunan ketiga agen pengikat tanah tersebut, selain menyebabkan agregat tanah relatif mudah pecah juga menyebabkan terbentuknya kerak di permukaan tanah (*soil crusting*) yang mempunyai sifat padat dan keras bila kering. Pada saat hujan turun, kerak yang terbentuk di permukaan tanah juga menyebabkan penyumbatan pori tanah. Akibat proses penyumbatan pori tanah ini, porositas tanah, distribusi pori tanah, dan kemampuan tanah untuk mengalirkan air mengalami penurunan dan limpasan permukaan akan meningkat. Sehingga upaya perbaikan degradasi sifat fisik tanah mengarah terhadap perbaikan struktur tersebut (Suprayogo *et al.*, 2001).

b. Kadar Air Tanah

Air tanah adalah air yang bergerak dalam tanah yang terdapat di dalam ruang-ruang antara butir-butir tanah yang membentuk itu dan di dalam retak-retak dari batuan (Sosrodarso dan Takeda, 1993). Menurut Todd (1995), air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang antara butir-butir tanah yang meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah yang disebut akuifer. Lapisan yang mudah dilalui oleh air tanah disebut lapisan permeabel, seperti lapisan yang terdapat pada pasir dan kerikil. Sedangkan lapisan yang sulit dilalui air tanah disebut lapisan impermeabel, seperti lapisan lempung atau geluh. Lapisan impermeabel terdiri dari dua jenis, yaitu lapisan kedap air dan lapisan kebal air (*aquifuge*). Sedangkan lapisan yang sulit dilalui air tanah seperti lapisan lempung disebut lapisan kedap air (*aquiclude*).

Menurut Todd (1995), zona aerasi dapat dibagi menjadi beberapa bagian wilayah penampungan air tanah, zona pertengahan, zona kapiler dan zona jenuh. Zona air tanah (*soil water zone*) merupakan zona air tanah bermula dari permukaan tanah dan berkembang ke dalam melalui akar tanaman. Kedalaman yang dicapai air tanah ini bervariasi tergantung pada tipe tanah dan vegetasi. Zona

air tanah ini dapat diklasifikasikan menjadi zona air higroskopis, yaitu air yang diserap langsung dari udara di atas permukaan tanah, air kapiler dan air gravitasi yaitu air yang bergerak ke dalam tanah karena gaya gravitasi bumi.

Zona pertengahan (*intermediate zone*) umumnya terletak antara permukaan tanah dan permukaan air tanah dan merupakan daerah infiltrasi. Zona kapiler (*capillary zone*) merupakan zona kapiler terbentang dari permukaan air tanah ke atas sampai ketinggian yang dicapai oleh gerakan air kapiler. Zona jenuh (*saturated zone*) semua pori-pori tanah terisi oleh air.

Kadar air tinggi memiliki kekurangan udara dan mungkin dapat menjadi penghambat pertumbuhan serta perkembangan tanaman. Kecepatan pertumbuhan tanaman mencapai maksimum pada keadaan kelembaban tanah berada disekitar kapasitas lapang, karena pada keadaan itu oksigen cukup tersedia dan tegangan air cukup rendah sehingga memudahkan absorpsi air. Begitu air diserap, lapisan air menjadi tipis dan tegangan air meningkat, mengakibatkan absorpsi air menurun. Hal ini berlangsung sampai KAT mendekati titik layu permanen. Jika kadar air dalam tanah mendekati titik layu permanen atau dibawah nilai kapasitas lapang maka laju pertumbuhan dan fotosintesis umumnya menurun (Hakim *et al.* 1986).

c. Kadar Bahan Organik Tanah

Kadar karbon di dalam tanah merepresntasikan tentang bahan organik tanah yang ada pada tanah tersebut. Tinggi rendahnya kadar bahan organik yang terdapat dalam tanah merupakan tolak ukur atau acuan dalam sistem pengolahan tanah yang tepat. Hasil penelitian Paradelo dan Barral (2013) membuktikan bahwa pemberian kompos dengan beberapa dosis yang berbeda-beda mampu menurunkan BI tanah.

Upaya penanggulangan yang dapat dilakukan untuk mengatasi kerusakan struktur tanah (pemadatan tanah) antara lain adalah dengan melakukan rotasi tanam, manajemen penggunaan alat berat dan penambahan bahan organik tanah. Rotasi tanam dengan cara membiarkan lahan bero dapat mengembalikan unsur hara yang telah terpakai pada proses budidaya sebelumnya. Akan tetapi hal ini berdampak pada tidak adanya produksi pertanian bagi petani. Alternatif lain yang dapat dilakukan adalah dengan rotasi tanam

menggunakan tanaman legum. Selain dapat mengembalikan unsur hara yang telah hilang, rotasi tanam dengan tanaman legum juga dapat memberikan hasil produksi sampingan selain produksi utama.

Selain pengolahan tanah yang intensif, pemadatan tanah juga dapat disebabkan karena penggunaan alat-alat berat. Untuk itu, diperlukan adanya suatu manajemen penggunaan alat berat yang tepat agar kerusakan struktur tanah dapat diperbaiki. Salah satu bentuk manajemen penggunaan alat berat yang dapat dilakukan adalah dengan cara pengolahan tanah minimal, yaitu dengan meminimalisir penggunaan alat-alat berat. Akan tetapi, bila penggunaan alat berat ini diminimalisir akan berdampak pada ketidak efektifan dari segi waktu dan tenaga kerja. Karena bila penggunaan alat berat ini diminimalisir, maka akan membutuhkan waktu yang lama dan tenaga kerja tambahan untuk mengolah tanah, terlebih bila lahan merupakan skala hamparan.

Upaya lain yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pemadatan tanah adalah dengan menambahkan bahan organik pada tanah. Bahan organik tanah berpengaruh terhadap sifat-sifat kimia, fisik, maupun biologi tanah. Fungsi bahan organik di dalam tanah sangat banyak, baik terhadap sifat fisik, kimia maupun biologi tanah, antara lain sebagai berikut (Stevenson, 1982):

1. Berpengaruh langsung maupun tidak langsung terhadap ketersediaan hara. Bahan organik secara langsung merupakan sumber hara N, P, S, unsur mikro maupun unsur hara esensial lainnya. Secara tidak langsung bahan organik membantu menyediakan unsur hara N melalui fiksasi N dengan cara menyediakan energi bagi bakteri penambat N₂, membebaskan fosfat yang difiksasi secara kimiawi maupun biologi dan menyebabkan pengkkelatan unsur mikro sehingga tidak mudah hilang dari zona perakaran.
2. Membentuk agregat tanah yang lebih baik dan memantapkan agregat yang telah terbentuk sehingga aerasi, permeabilitas dan infiltrasi menjadi lebih baik. Akibatnya adalah daya tahan tanah terhadap erosi akan meningkat.
3. Meningkatkan retensi air yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman.
4. Meningkatkan retensi unsur hara melalui peningkatan muatan di dalam tanah.
5. Mengimmobilisasi senyawa antropogenik maupun logam berat yang masuk ke dalam tanah.

6. Meningkatkan kapasitas sangga tanah.
7. Meningkatkan suhu tanah.
8. Mensuplai energi bagi organisme tanah.
9. Meningkatkan organisme saprofit dan menekan organisme parasit bagi tanaman.

Hairiah *et al.* (2000) mengemukakan beberapa cara untuk mendapatkan bahan organik:

1. Pengembalian sisa panen. Jumlah sisa panen tanaman pangan yang dapat dikembalikan ke dalam tanah berkisar 2–5 ton per ha, sehingga tidak dapat memenuhi jumlah kebutuhan bahan organik minimum. Oleh karena itu, masukan bahan organik dari sumber lain tetap diperlukan.
2. Pemberian pupuk kandang. Pupuk kandang yang berasal dari kotoran hewan peliharaan seperti sapi, kambing, kerbau dan ayam, atau bisa juga dari hewan liar seperti kelelawar atau burung dapat dipergunakan untuk menambah kadar bahan organik tanah. Pengadaan atau penyediaan kotoran hewan seringkali sulit dilakukan karena memerlukan biaya transportasi yang besar.
3. Pemberian pupuk hijau. Pupuk hijau bisa diperoleh dari serasah dan dari pangkasan tanaman penutup yang ditanam selama masa bera atau pepohonan dalam larikan sebagai tanaman pagar. Pangkasan tajuk tanaman penutup tanah dari famili leguminosae dapat memberikan masukan bahan organik sebanyak 1,8–2,9 ton per ha (umur 3 bulan) dan 2,7–5,9 ton per ha untuk yang berumur 6 bulan.

2.3 Tinjauan Tanaman Nanas (*Ananas comosus* Merr)

2.3.1 Klasifikasi Tanaman Nanas (*Ananas comosus* Merr)

Tanaman Nanas termasuk dalam kingdom Plantae, divisi Magnoliophyta, kelas Liliopsida, ordo Bromeliales, famili Bromeliaceae, genus *Ananas* dan species *Ananas comosus* Merr (Plantamor, 2013).

2.3.2 Morfologi Tanaman Nanas (*Ananas comosus* Merr)

Tanaman Nanas (Gambar 3) merupakan tanaman buah yang selalu tersedia sepanjang tahun yang memiliki tinggi antara 50-150 cm. Ciri umum dari tanaman nanas

adalah adanya tunas merayap pada bagian pangkalnya. Daun tanaman nanas berwarna hijau atau hijau kemerahan, berkumpul dalam roset akar dan pada bagian pangkalnya melebar menjadi pelepah. Helaian daunnya berbentuk seperti pedang, tebal dan liat dengan panjang 80-120 cm, serta lebarnya 2-6 cm. Ujung pada setiap helaian daunnya lancip menyerupai duri, tepi daunnya juga berduri tempel yang membengkok ke atas dengan sisi bawahnya bersisik putih. Bunga majemuk tersusun dalam bulir yang sangat rapat, letaknya terminal dan bertangkai panjang. Buahnya berupa senokarp (*caenocarpium*) yang terbentuk dari penebalan yang luar biasa dari poros pembungaan dan peleburan masing-masing bunga kecil yang akhirnya berbentuk buah buni. Kulit buahnya yang keras terbentuk dari kelopak-kelopak dan braktea yang tidak rontok. Buah berbentuk silinder dengan panjang ± 20 cm dan berdiameter ± 14 cm. Berat buah nanas berkisar antara 1-2,5 kg, dihiasi oleh suatu roset daun-daun yang pendek dan tersusun spiral. Daging buahnya berwarna kuning pucat sampai kuning keemasan dan umumnya tidak berbiji. Tanaman nanas ini dapat diperbanyak dengan mahkota, tunas batang, atau tunas ketiak daunnya (Wee dan Thongtham, 1997).



Gambar 3. Tanaman Nanas (Plantamor, 2013)

Nanas adalah tanaman serofit. Tanaman ini mempunyai jalur fotosintesis tipe CAM. Fotosintesis tipe CAM ini memiliki ciri dimana karbondioksida akan diserap tanaman pada malam hari dan dirubah menjadi asam yang digunakan dalam sintesis karbohidrat pada siang hari. Jalur metabolisme ini memungkinkan stomata tertutup sepanjang siang untuk menghemat penggunaan air. Karena stomata membuka pada malam hari, maka transpirasi yang terjadi sangat kecil, sehingga tanaman ini sangat tahan kekeringan. Akan tetapi, pada keadaan yang terlalu kering dapat berpengaruh pada produktivitas buahnya yang menjadi kurang optimal (Deptan, 1994; Wee dan Thongtham, 1997).

2.3.3 Syarat Tumbuh Tanaman Nanas (*Ananas comosus* Merr)

a. Curah hujan

Rata-rata curah hujan optimum untuk pertumbuhan tanaman nanas adalah 1.000-1.500 mm per tahun (Colins, 1968). Akan tetapi tanaman nanas masih bisa dibudidayakan di daerah dengan curah hujan kurang dari 1.000 mm per tahun. Pada daerah dengan curah hujan rendah, tetapi memiliki kelembaban udara yang cukup tinggi terutama pada malam hari, tanaman nanas dapat memanfaatkan embun sebagai sumber air. Meskipun demikian, karena perakaran nanas cukup dangkal, maka bila curah hujan sangat rendah hasil yang diperoleh akan kurang memuaskan (Deptan, 1994).

b. Tanah

Tanaman nanas dapat tumbuh di berbagai jenis tanah. Tanaman nanas di daerah tropis banyak ditemukan di tanah latosol coklat kemerahan atau merah. Di Indonesia tanaman nanas dapat tumbuh dengan baik di daerah gambut. Persyaratan penting lainnya adalah drainase baik, karena tanaman yang kebanyakan air akan mudah terserang penyakit busuk akar. Tanah yang memiliki kadar fraksi lempung tinggi dan memiliki pH tinggi tidak cocok untuk pertumbuhan tanaman nanas (Deptan, 1994). Tanah yang ideal untuk pertumbuhan tanaman nanas adalah tanah liat berpasir yang mengandung bahan organik tinggi dengan pH 4,5-6,5 (Wee dan Thongtham, 1997).

c. Suhu

Kisaran suhu untuk pertumbuhan tanaman nanas adalah 21-17°C dan suhu optimumnya adalah 32°C (Deptan, 1994).

d. Ketinggian tempat

Pada daerah tropis, tanaman nanas memberikan hasil yang baik apabila ditanam di daerah dengan ketinggian antara 100-800 mdpl. Di daerah dengan ketinggian lebih dari 760 mdpl, tinggi tanaman nanas menjadi lebih pendek. Selain itu, daunnya juga akan lebih pendek dan menyebar, buah nanas menjadi lebih ringan dan permukaan buahnya lebih kasar. Bentuk buah lebih mendekati bentuk silinder dan produktivitasnya rendah. Warna daging buah menjadi kuning pucat dan sangat masam (Collins, 1968).

III. METODE PENELITIAN

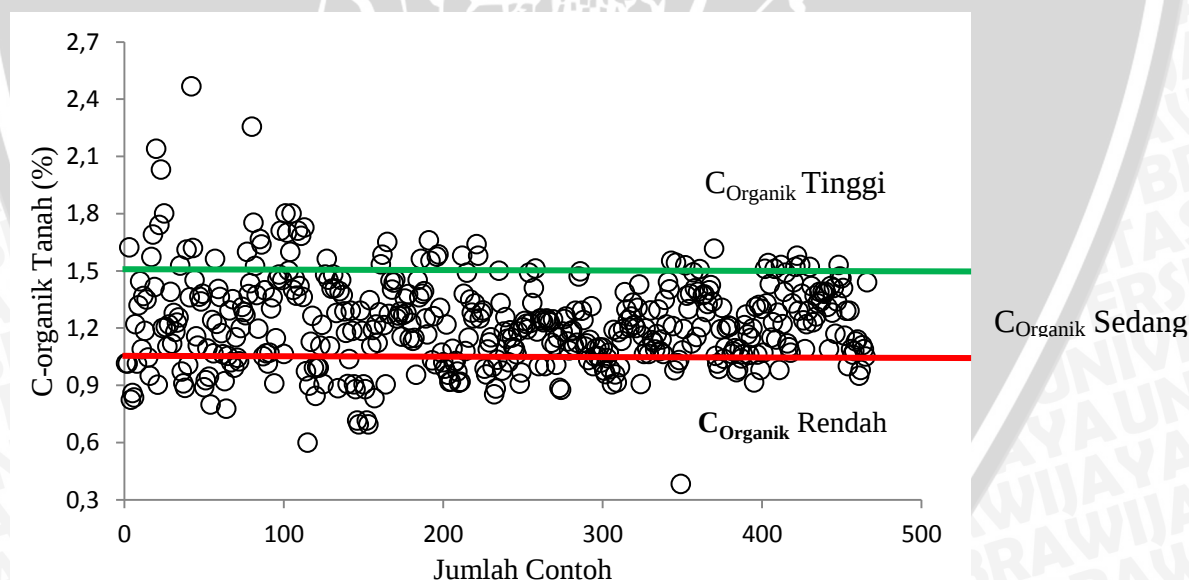
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan di PT. Great Giant Pineapple (GGP), Terbanggi Besar, Lampung Tengah. Pengamatan dilakukan pada bulan Januari 2014 sampai dengan bulan April tahun 2014. Wilayah PT GGP sendiri terdiri dari 4 kebun yang berbeda tempat, yakni PG (Plantations Group) 1, PG 2, PG 3 dan PG 4 (NTF). Pengambilan contoh dilakukan pada PG 3, PT. Great Giant Pineapple dengan alasan bahwa PG 3 merupakan daerah perkebunan yang lebih muda dibandingkan PG 1 dan PG 2, oleh karena itu kondisi $C_{Organik}$ pada beberapa lahan yang ada di PG 3 masih lebih bervariasi sebarannya dibandingkan dengan kondisi di PG 1 dan PG 2.

3.2 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

3.2.1 Kadar C-organik Tanah

Berdasarkan survey data sekunder yang ada di GGPC terdapat hasil analisa kadar $C_{Organik}$ tanah yang diambil pada kedalaman 0-30 cm, didapatkan sebaran kadar $C_{Organik}$ yang disajikan dalam Gambar 4.

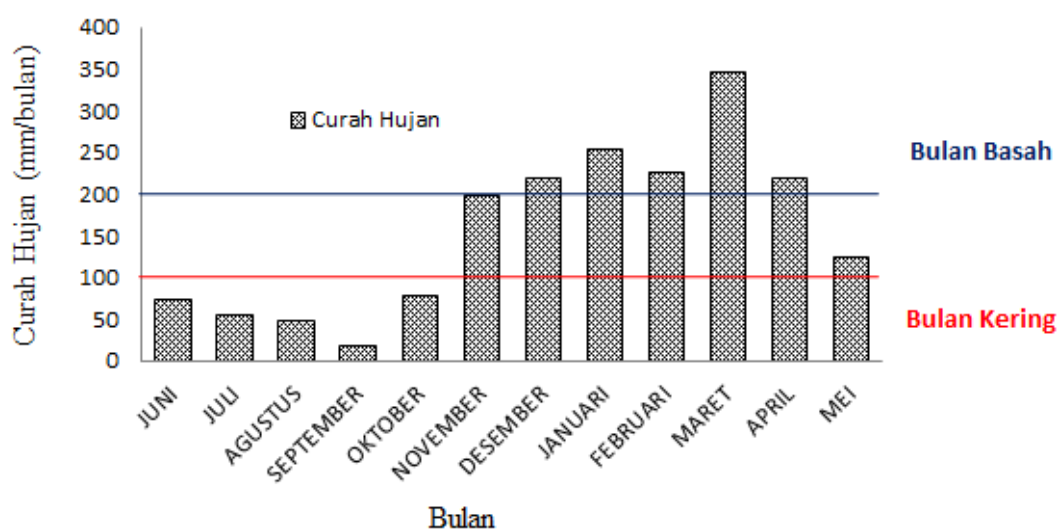


Gambar 4. Sebaran kadar $C_{Organik}$ tanah di PG 3 PT GGP

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa sebaran kadar C_{Oganik} tanah yang ada di PG 3 sangat rendah hingga tinggi, berkisar antara 0,7 % hingga 2,5 %. Menurut Bartholomew (2003), kadar C_{Oganik} yang terdapat pada lokasi penelitian ini lebih banyak tergolong ke dalam kelas C_{Oganik} yang sedang. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa sebaran hasil pengukuran C_{Oganik} yang didapatkan lebih terkonsentrasi pada kisaran 1,2 % hingga 1,5 %.

3.2.2 Curah Hujan

Berdasarkan data rerata curah hujan yang diperoleh dari laboratorium *Research* PG 3 PT GGP, dapat diketahui bahwa selama waktu penelitian berlangsung (Januari-April 2014) memiliki intensitas curah hujan rata-rata > 200 mm/bulan. Menurut klasifikasi iklim Oldeman, waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan basah dengan rerata curah hujan > 200 mm/bulan.



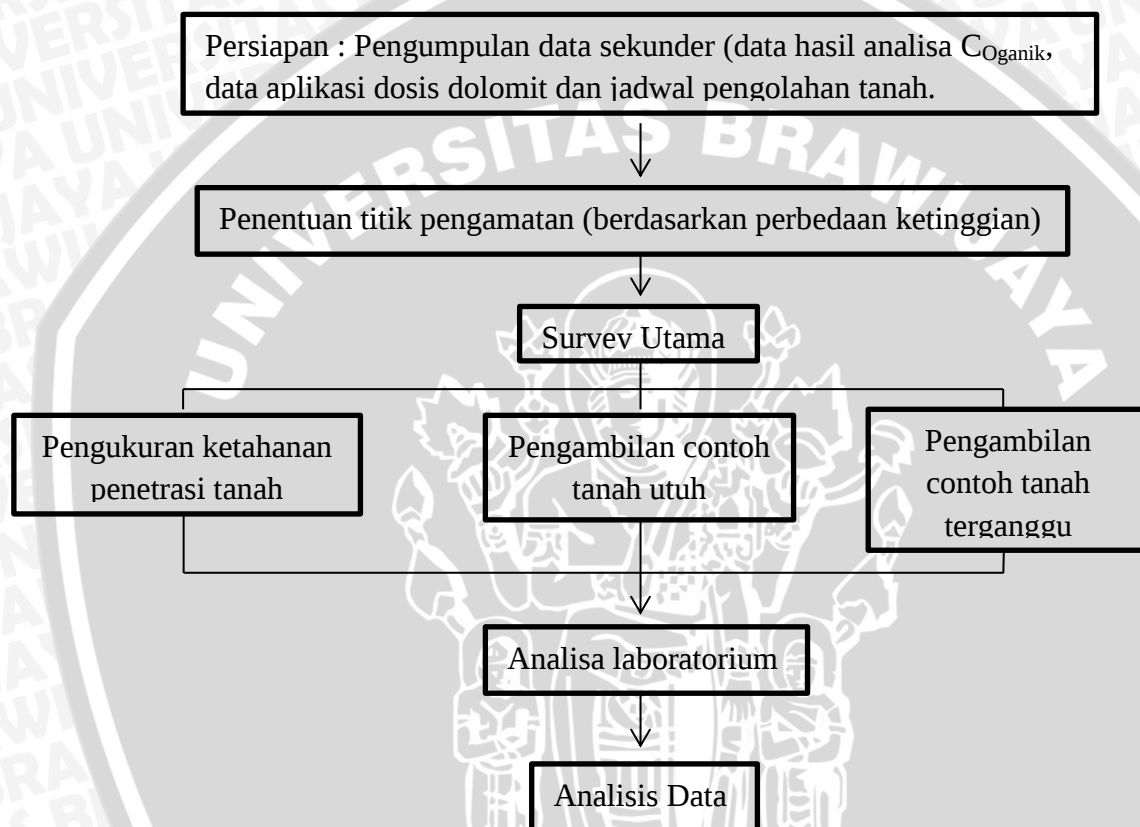
Gambar 5. Curah hujan rata-rata PG 3 PT GGP selama 10 tahun terakhir (tahun 2004 sampai dengan tahun 2014)

3.2.3 Topografi Lokasi Survey

Menurut data *Digital Elevation Model* (DEM), kondisi topografi pada lokasi survey yang berada di PG 3 PT GGP tergolong relatif datar yakni dengan kisaran ketinggian antara 0-45 mdpl (Lampiran).

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dengan persiapan pengumpulan data sekunder yang digunakan untuk menentukan lahan pengamatan yang akan dijadikan sebagai plot pengamatan. Selanjutnya dilakukan pengambilan contoh tanah yang dibutuhkan untuk pengamatan sifat fisika tanah. Tahapan penelitian secara detil ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Tahapan Penelitian

3.3 Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan dengan berdasarsarkan metode survey dengan membandingkan beberapa lahan budidaya nanas yang telah dilakukan pembajakan subsoiler oleh pihak GGP dengan variasi waktu setelah pembajakan yang berbeda, serta kadar $C_{Organik}$ yang berbeda pula. Pengukuran setiap variabel pengamatan diulang sebanyak 6 kali.

3.3.1 Pemilihan Lahan Pengamatan

3.3.1.1 Persiapan

Tahapan ini meliputi pengumpulan data sekunder yang didasarkan pada 2 aspek: kadar C_{Oganik} dan pengolahan tanah menggunakan subsoiler yang bervariasi (Tabel 1).

Tabel 1. Waktu pembajakan sebagai salah satu dasar dalam memilih lahan pengamatan

Lokasi	Tanggal Pembajakan	Tanggal Survey	Waktu Pengamatan (bulan setelah pembajakan)
573D	30 Oktober 2013	01 Maret 2014	4
582A	06 November 2013	24 Februari 2014	4
505G	10 November 2013	10 Maret 2014	4
558G	20 November 2013	20 Maret 2014	4
517C	05 September 2013	27 Februari 2014	6
517A	05 September 2013	24 Februari 2014	6
506C	14 September 2013	03 Maret 2014	6
562A	17 September 2013	24 Maret 2014	6
524A	10 Juli 2013	11 Maret 2014	8
565F	16 Juli 2013	17 Maret 2014	8
522D	23 Juli 2013	22 Maret 2014	8
543B	23 Juli 2013	28 Maret 2014	8
528C	Pewakil Lahan Tanpa Pembajakan Subsoiler		9 bulan setelah pembuatan jalan dan saluran (tahapan terakhir dalam 1 siklus pengolahan lahan)
522C			
522A			
564D			
552C			
541A			

Tahap pengumpulan data sekunder ini digunakan untuk memudahkan dalam tahapan berikutnya yaitu penentuan lahan pengamatan yang akan dipilih untuk plot pengukuran (Tabel 2). Berdasarkan hasil pengklasifikasian seluruh data sekunder yang ada, ternyata untuk lokasi-lokasi yang telah diolah dengan subsoiler memiliki kandungan C_{Oganik} yang tergolong dalam kelas rendah.

Guna meningkatkan akurasi pengklasifikasian lahan pengamatan, maka analisa kadar C_{Oganik} dilakukan terhadap contoh tanah yang diambil dari masing-masing lahan

pengamatan pada kedalaman 0-30 cm, hasilnya disajikan dalam Tabel 5. Dengan demikian, pada masing-masing kelompok waktu pengamatan setelah pembajakan terdapat kadar C_{Oganik} kurang dari 1,2 % dan kadar C_{Oganik} lebih dari 1,2 %. Dari data pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa terdapat 2 ulangan untuk masing-masing kelompok kondisi lahan.

Tabel 2. Kadar C_{Oganik} dari lahan pengamatan berdasarkan data sekunder yang tersedia di GGP dan data hasil pengukuran ulang kadar C_{Oganik} tanah pada kedalaman 0-30 cm

No.	Lokasi	Waktu Pengamatan (bulan setelah pembajakan)	C_{Oganik} Data Sekunder (%)	C_{Oganik} Hasil Pengukuran Ulang (%)	Klasifikasi C_{Oganik} baru	Kode Lahan Pengamatan
1.	505G	4	0,98	0,91	Rendah	4CR₁
2.	573D	4	1,30	1,08	Rendah	4CR₂
3.	582A	4	1,09	1,25	Tinggi	4CT₁
4.	558G	4	1,31	2,05	Tinggi	4CT₂
5.	517C	6	1,12	1,13	Rendah	6CR₁
6.	506C	6	1,34	1,16	Rendah	6CR₂
7.	517A	6	1,23	1,60	Tinggi	6CT₁
8.	562A	6	1,47	2,71	Tinggi	6CT₂
9.	522D	8	1,29	1,09	Rendah	8CR₁
10.	524A	8	1,44	1,18	Rendah	8CR₂
11.	543B	8	1,29	1,44	Tinggi	8CT₁
12.	565F	8	1,07	1,69	Tinggi	8CT₂
13.	528C	8	1,14	1,18	Rendah	NSCR₁
14.	522C	8	1,24	1,01	Rendah	NSCR₂
15.	522A	8	1,22	1,11	Rendah	NSCR₃
16.	564D	8	1,33	1,37	Tinggi	NSCT₁
17.	552C	8	1,52	1,52	Tinggi	NSCT₂
18.	541A	8	1,23	1,33	Tinggi	NSCT₃

Keterangan : Klasifikasi C_{Oganik} rendah (% $C < 1,2$ %) ; klasifikasi C_{Oganik} tinggi (% $C > 1,2$ %)

3.3.1.2 Karakteristik Tekstur Tanah

Berdasarkan hasil analisa tekstur diketahui bahwa pada lahan pengamatan sebagian besar didominasi oleh tanah bertekstur liat berpasir (*Sandy clay*) dan lempung liat berpasir (*Sandy clay loam*) pada beberapa lokasi dengan kriteria 4 bulan setelah

subsoiler. Persentase masing-masing partikel disajikan dalam Tabel 3, sedangkan data lengkap terdapat di Lampiran 1. Berdasarkan hasil analisis ragam, kondisi persentase partikel tanah berbeda-beda pada setiap lahan pengamatan (Lampiran 16, 17 dan 18). Secara umum persentase partikel liat yang ada pada lahan pengamatan memiliki nilai rerata 31 %. Lahan pengamatan yang memiliki persentase liat lebih sedikit (kurang dari 31 %) terdapat pada lahan pengamatan 6CR₁, 6CT₁, 8CR₂ dan 8CT₁. Kemudian yang berada pada kisaran 31 % yakni lahan pengamatan 4 CR₁ dan 8CR₁. Sedangkan lahan pengamatan 4CR₂, 4CT₁, 4CT₂, 6CR₂, 6CT₂ dan 8CT₂ memiliki persentase liat yang cukup tinggi dibandingkan lahan pengamatan lainnya. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa pada hampir semua lahan pengamatan perlakuan 4 bulan setelah pembajakan memiliki persentase kadar liat yang tinggi bila dibandingkan dengan lahan pengamatan perlakuan lainnya. Sedangkan pada lahan pengamatan yang digunakan sebagai pewartan lahan tanpa aplikasi subsoiler memiliki kelas tekstur yang hampir sama yakni lempung liat berpasir (*sandy clay loam*).

Tabel 3. Rerata persentase partikel tanah pada kedalaman 0-80 cm

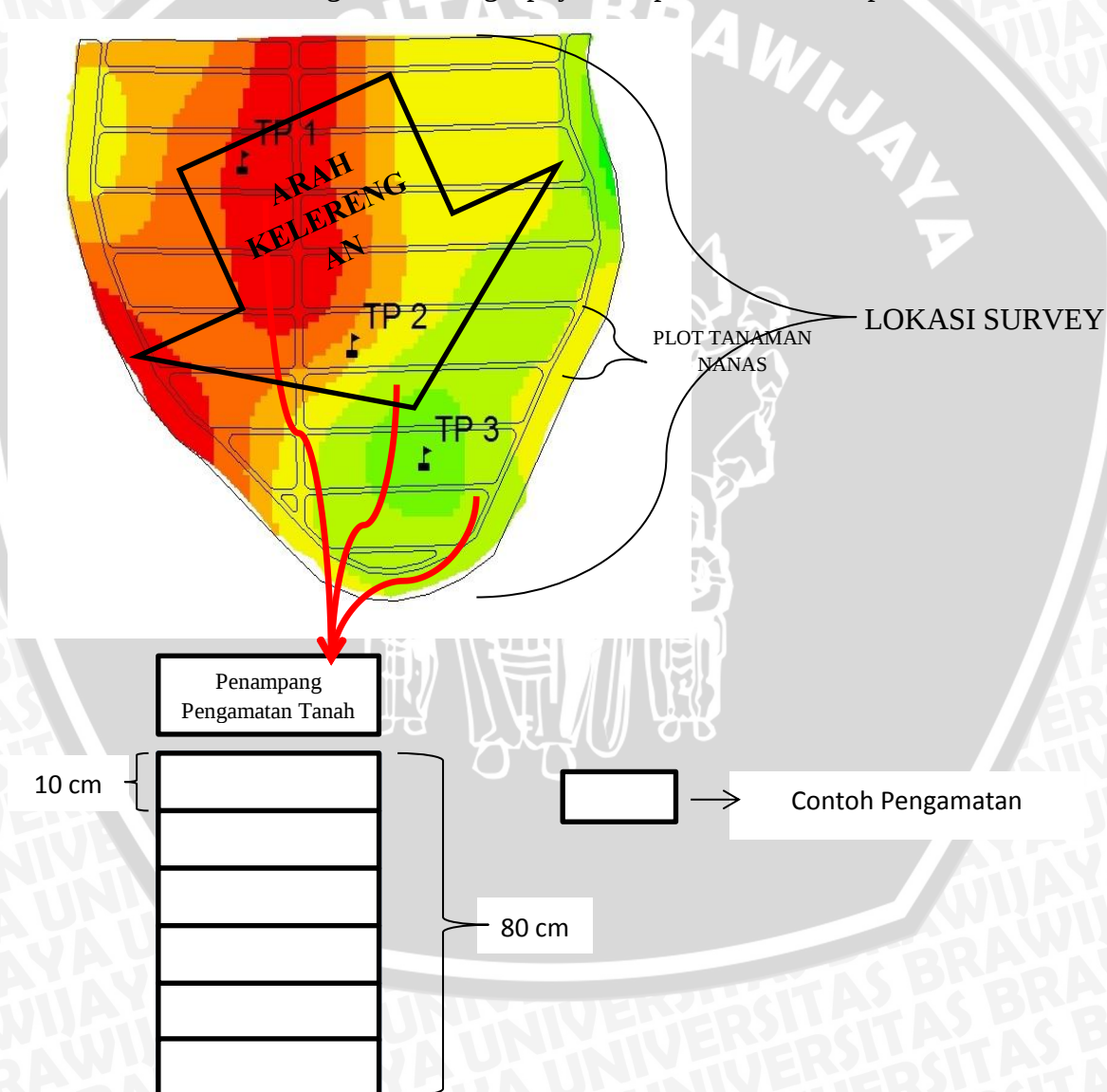
Kode Lokasi	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Kelas Tekstur
4 CR ₁	57	5	39	Liat berpasir
4 CR ₂	56	6	38	Liat berpasir
4 CT ₁	53	13	34	Liat berpasir
4 CT ₂	58	7	36	Liat berpasir
6 CR ₁	74	5	21	Lempung liat berpasir
6 CR ₂	55	8	37	Liat berpasir
6 CT ₁	74	4	22	Lempung liat berpasir
6 CT ₂	53	10	37	Liat berpasir
8 CR ₁	63	5	32	Lempung liat berpasir
8 CR ₂	68	6	26	Lempung liat berpasir
8 CT ₁	64	6	30	Lempung liat berpasir
8 CT ₂	56	9	35	Liat berpasir
NSCR ₁	61	12	27	Lempung liat berpasir
NSCR ₂	65	7	28	Lempung liat berpasir
NSCR ₃	60	10	30	Lempung liat berpasir
NSCT ₁	54	11	35	Liat Berpasir
NSCT ₂	73	6	21	Lempung liat berpasir
NSCT ₃	71	10	20	Lempung liat berpasir

Keterangan : 4,6,8 adalah waktu pengamatan ; CR adalah kandungan C_{Oganik} rendah ; CT adalah kadar C_{Oganik} tinggi ; 1,2 adalah ulangan lahan.

3.3.2 Pelaksanaan Pengukuran

Dari masing-masing lokasi tersebut, dilakukan pengambilan contoh tanah pada 3 titik yang berbeda-beda (Lampiran 27). Contoh yang diambil adalah contoh tanah utuh (untuk penetapan berat volume tanah dan berat jenis partikel tanah) dan contoh tanah terganggu (untuk penetapan tekstur tanah dan kemantapan agregat tanah).

Contoh tanah utuh diambil dengan menggunakan ring contoh dengan diameter dan tinggi. Contoh tanah diambil pada kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm dst hingga kedalaman 80 cm. Skema pengambilan contoh pada titik pengamatan disajikan dalam Gambar 7. Untuk keterangan lebih lengkapnya terdapat di dalam Lampiran 29.



Gambar 7. Skema Pengambilan Contoh Tanah pada Titik Pengamatan

3.3.3 Variabel Pengamatan

Untuk membuktikan hipotesis yang diajukan, maka dilakukan pengukuran variabel utama yakni berat isi (BI) tanah, porositas total tanah dan ketahanan penetrasi tanah. Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini tercantum dalam Tabel 4, sedangkan untuk cara kerja disajikan di dalam Lampiran 26.

Tabel 4. Variabel Pengamatan

Variabel Pengukuran	Metode	Alat dan Bahan
Berat Isi Tanah	Volumetrik	Ring silinder, palu, balok kayu
Berat Jenis Tanah	Volumetrik	Pycnometer, Aquadest
Kemantapan Agregat	Vilensky	Buret tetes 1000 ml
Ketahanan Penetrasi	Penetrometer	Penetrometer, Kertas grafik
Tekstur Tanah	Hydrometer	Hydrometer, shaker
C _{Organik} Tanah	Weckley and Black	

3.4 Analisis Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan software *Genstat 16.1*. Apabila terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$) analisis kemudian dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Untuk mengetahui hubungan antar variabel pengamatan juga dilakukan uji korelasi dan regresi untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan tersebut.

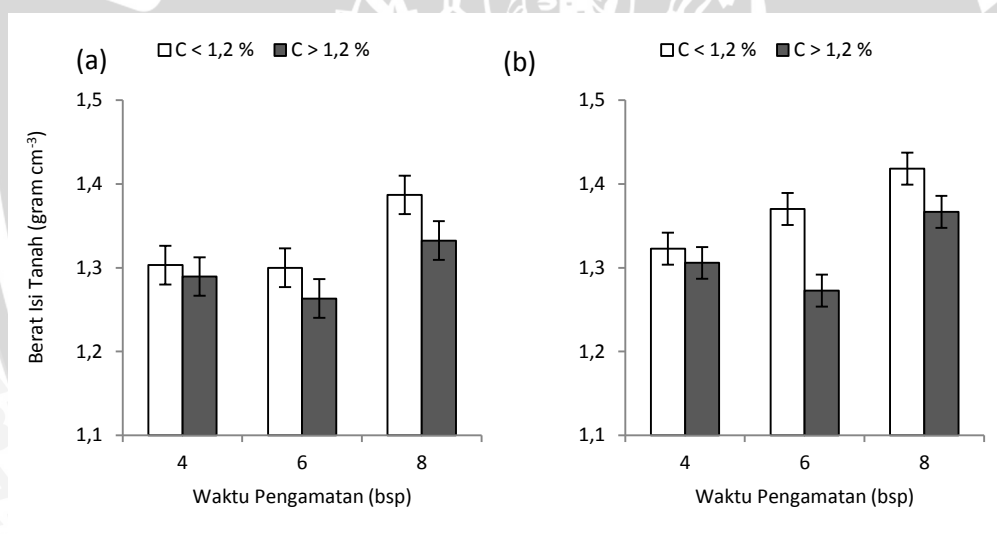
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Berat Isi (BI) dan Berat Jenis (BJ) Tanah

Pengolahan tanah di PT GGP menggunakan alat mekanisasi yang berbeda-beda, yang mana memiliki spesifikasi daerah kerja yang berbeda-beda pula. Secara umum pengolahan tanah yang dilakukan disini lebih diintensifkan pada daerah perakaran tanaman (0-50 cm), hanya pada beberapa lahan saja yang mendapatkan perlakuan ekstra dengan tambahan perlakuan pembajakan pada lapisan subsoil (> 50 cm). Oleh karena itu pada analisa data yang dilakukan dibagi menjadi 2 lapisan tanah, yakni lapisan atas (0-40 cm) dan lapisan bawah (41-80 cm).

Hasil rerata nilai BI lapisan atas, dan 41-80 cm disajikan dalam Gambar 8, sedangkan data lengkap hasil pengukuran disajikan dalam Tabel Lampiran 1.



Gambar 8. Berat isi tanah pada dua kondisi $C_{Organik}$ dengan berbagai waktu pengamatan setelah pembajakan (a) Lapisan atas; (b) Lapisan bawah); Keterangan : eror bar merupakan nilai s.e.d ; (a) 0,023 (b) 0,019

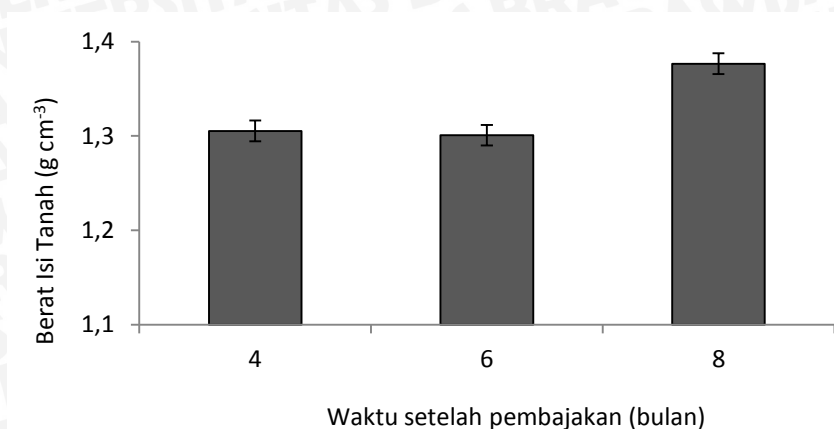
Pada lapisan atas, hasil analisis ragam interaksi waktu pengamatan dengan kondisi $C_{Organik}$ tanah tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap nilai BI tanah lapisan atas (Lampiran 2). Semakin lama waktu setelah pembajakan diperoleh nilai BI tanah yang semakin meningkat pada lahan-lahan pengamatan dengan kadar $C_{Organik} < 1,2 \%$. Namun pada lahan pengamatan dengan kondisi $C_{Organik} >$

1,2 %, BI tanah yang diperoleh relatif sama diantara ketiga perbandingan waktu pengamatan setelah pembajakan ($1,30 \text{ g cm}^{-3}$). Pada lahan pengamatan dengan kondisi C_{Oganik} kurang dari 1,2 %, BI tanah pada pengamatan 4 bulan dan 6 bulan diperoleh nilai yang sama ($1,30 \text{ g cm}^{-3}$), namun pada waktu pengamatan 8 bulan setelah pembajakan terjadi peningkatan BI tanah sebesar 3 % daripada kedua waktu pengamatan.

Berbeda dengan lapisan atas, pada lapisan bawah interaksi waktu pengamatan dengan kondisi C_{Oganik} tanah berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap BI tanah yang diperoleh (Lampiran 6). Peningkatan BI tanah pada kedalaman lapisan ini terjadi sejalan dengan semakin lamanya waktu setelah pembajakan. Hanya saja pada lahan pengamatan 6 bulan setelah pembajakan didapatkan rerata BI yang terendah ($1,27 \text{ g cm}^{-3}$).

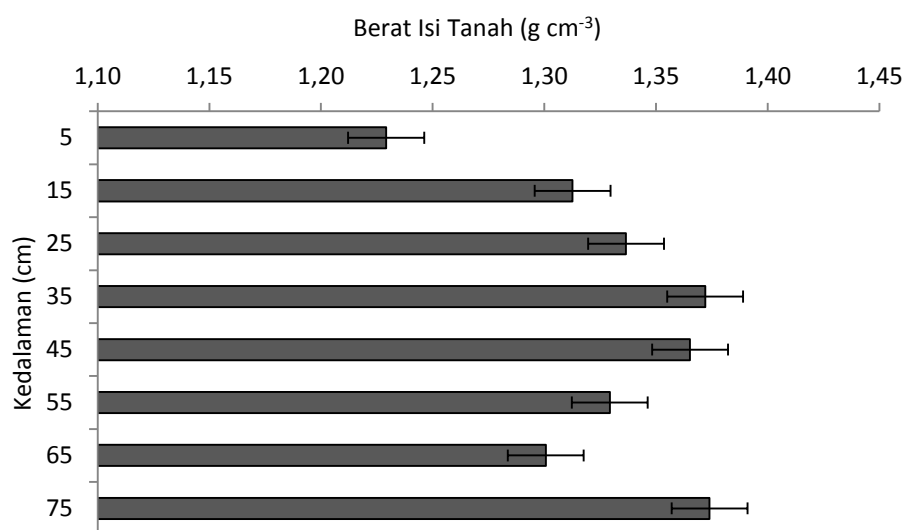
Berdasarkan hasil pengamatan pada setiap lahan pengamatan lokasi survey diketahui bahwa perbedaan kadar C_{Oganik} lahan pengamatan berpengaruh negatif dan nyata ($p < 0,05$) (Lampiran 12) terhadap hasil rerata BI tanah baik pada lapisan atas maupun lapisan bawah. Secara umum pada lahan dengan kadar $C_{\text{Oganik}} > 1,2 \%$ didapatkan BI tanah 4 % lebih rendah dibanding pada lahan dengan kadar $C_{\text{Oganik}} < 1,2 \%$. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Refliaty dan Intan (2009) yang menunjukkan bahwa kadar C_{Oganik} yang semakin tinggi pada tanah yang ditanami LCC maka diperoleh BI tanah yang rendah. Hal itu disebabkan karena adanya bahan organik tanah akan menciptakan rongga-rongga atau ruang pori tanah yang lebih banyak sehingga tanah tersebut menjadi gembur (Sarief, 1989).

Lamanya waktu setelah pembajakan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap BI tanah (Lampiran 12). Pada waktu pengamatan 8 bulan BI tanah meningkat sekitar 6 %, dari $1,30 \text{ g cm}^{-3}$ menjadi $1,38 \text{ g cm}^{-3}$ (Gambar 9). Peningkatan ini mengindikasikan bahwa pada tanah tersebut telah terjadi rekompaksi tanah. Pengolahan tanah intensif menyebabkan tanah gembur untuk sementara waktu saja, tetapi karena kurangnya kanopi yang menutupi permukaan tanah dan rendahnya C_{Oganik} tanah sehingga mengakibatkan tanah mudah mengalami pemadatan kembali akibat rusaknya struktur atau agregat dan terjadinya penyumbatan pori oleh partikel tanah (Arsyad, 2001).



Gambar 9. Rerata berat isi tanah pada berbagai waktu setelah pembajakan kedalaman 0-80 cm ; Keterangan : eror bar merupakan nilai s.e.d (0,010)

Kedalaman tanah juga berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap BI tanah yang diperoleh (Lampiran 12). Dari Gambar 10 dapat dilihat bahwa BI semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kedalaman tanah. Hal tersebut terjadi secara berangsur-angsur dari kedalaman 10 cm hingga kedalaman 50 cm saja, tetapi pada kedalaman 60-70 cm terjadi penurunan BI tanah sebesar 3 %, selanjutnyapadakedalaman 70-80 cm kembali terjadi peningkatan. Penurunan BI tanah pada kedalaman 60 cm terjadi karena 2 kemungkinan: (a) ada pengolahan tanah dangkal sehingga beban mekanisasi lebih terakumulasi pada lapisan 40-50 saja; (b) masih terdapat pengaruh dari sisa perakaran tua tanaman yang telah mati pada lapisan bawah (Van Noordwijk *et al.*, 1996).



Gambar 10. Pola penurunan BI tanah pada setiap kedalaman tanah ; Keterangan : eror bar merupakan nilai s.e.d (0,017)

Untuk nilai rerata nilai berat jenis partikel tanah disajikan dalam Tabel 5. Interaksi sumber keragaman waktu pengamatan dengan kandungan C_{Oganik} tanah berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap rerata nilai BJ yang diperoleh (Lampiran 3 dan 8). Perbedaan nilai rerata BJ yang diperoleh tidak memiliki pola atau tren yang konsisten dari semua lahan pengamatan sehingga sulit untuk dilakukan interpretasi. Hal ini disebabkan karena adanya pengolahan tanah yang intensif sehingga komposisi partikel tanah yang terdapat di dalam tanah menjadi tercampur.

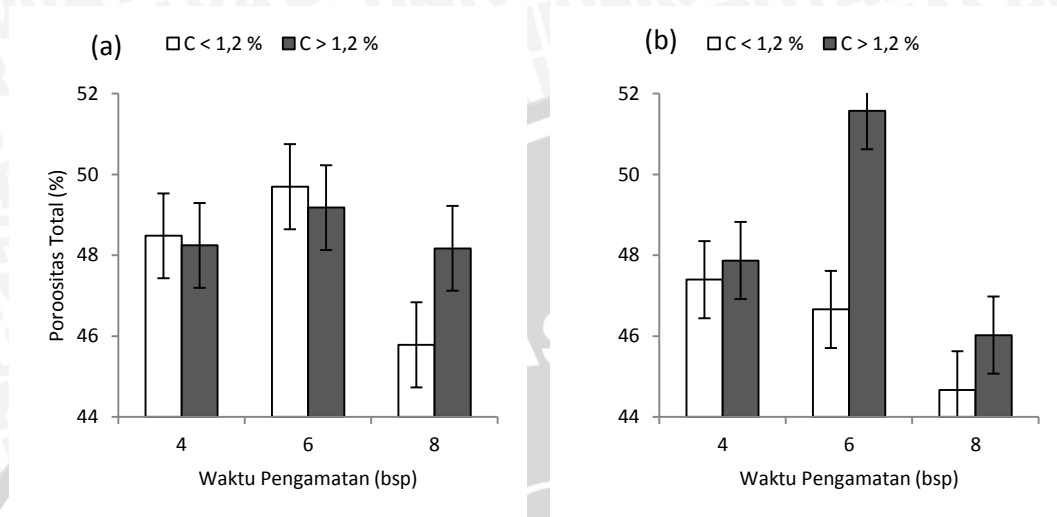
Tabel 5. Rerata nilai Berat Jenis Partikel Tanah Pada Lahan Pengamatan

Kode Lahan Pengamatan	Berat Jenis Partikel Tanah (g cm ⁻³)	
	Lapisan Atas	Lapisan bawah
4CR	2,53 ab	2,51 ab
6CR	2,58 b	2,59 cd
8CR	2,56 b	2,56 bc
4CT	2,49 a	2,50 a
6CT	2,48 a	2,63 d
8CT	2,58 b	2,53 ab
s.e.d	0,06	0,03

Keterangan : Lapisan Atas : Rerata kedalaman 0-40 cm, Lapisan bawah : Rerata kedalaman 41-80 cm ; 4,6,8 = waktu pengamatan; CR = $C_{\text{Oganik}} < 1,2 \%$, CT = $C_{\text{Oganik}} > 1,2 \%$; Angka yang didampingi dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

4.1.2 Porositas Total Tanah

Pengaruh pembajakan terhadap porositas total disajikan pada Gambar 11 sedangkan untuk data lengkapnya terdapat pada Lampiran 1.



Gambar 11. Rerata Porositas total tanah pada dua kondisi $C_{Organik}$ tanah dengan berbagai waktu pengukuran setelah pembajakan (a) Lapisan atas; (b) Lapisan bawah ; Keterangan : eror bar merupakan nilai s.e.d ; (a) 1,051 (b) 0,955

Interaksi waktu pengamatan dengan kondisi $C_{Organik}$ tanah tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap nilai porositas total tanah (Lampiran 4). Pada lapisan atas nilai porositas total lahan pengamatan dengan kadar $C_{Organik}$ kurang dari 1,2 % menunjukkan penurunan sejalan dengan semakin lamanya waktu setelah pembajakan. Namun pada lahan pengamatan dengan kadar $C_{Organik}$ lebih dari 1,2 %, nilai porositas total tanah yang didapatkan cenderung memiliki nilai yang hampir sama pada waktu 4,6 dan 8 bulan (48 %). Pada lapisan ini merupakan daerah yang intensif yang terkena dampak dari pembajakan, sehingga pada lapisan ini nilai porositas total tanahnya masih relatif tinggi apabila dibandingkan dengan lapisan tanah dibawahnya.

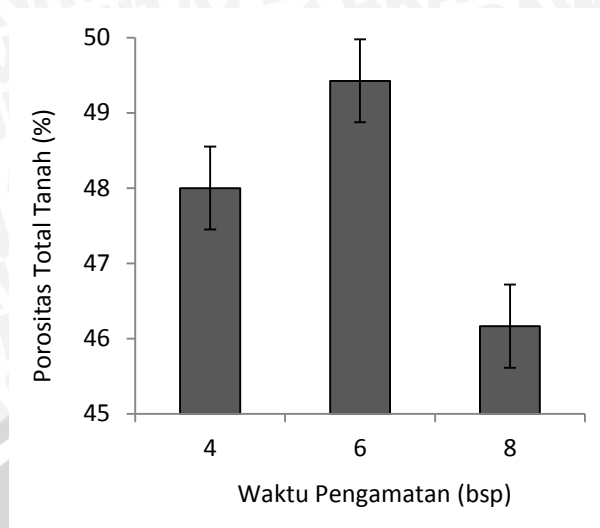
Sedangkan pada lapisan tanah bawah interaksi waktu pengamatan dengan kondisi $C_{Organik}$ tanah berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai porositas total tanah (Lampiran 9). Porositas total tanah yang menunjukkan penurunan sejalan dengan semakin lamanya waktu setelah pembajakan, namun pada lahan pengamatan 6 bulan setelah pembajakan dengan kadar $C_{Organik} > 1,2\%$ rerata nilai

porositas total pada lahan tersebut lebih tinggi (51 %) dibandingkan dengan rerata nilai porositas total pada lahan pengamatan lainnya.

Lebih rendahnya nilai rerata porositas total tanah pada waktu pengamatan 4 bulan setelah pembajakan dibandingkan dengan waktu 6 bulan setelah pembajakan, hal ini disebabkan pada setiap lahan pengamatan memiliki persentase kadar liat yang berbeda-beda. Selain kadar C_{Organik} tanah persentase kadar liat dalam tanah juga memberikan pengaruh terhadap nilai porositas total yang didapatkan. Tanah dengan kadar liat yang tinggi cenderung akan memiliki porositas total yang rendah. Pada sebagian besar lahan pengamatan 4 bulan setelah pembajakan, persentase liat yang terdapat pada lahan tersebut memang lebih tinggi dibandingkan lahan pengamatan lainnya. Sehingga nilai porositas total tanah yang didapatkan pun lebih rendah dibandingkan dengan lahan pengamatan lainnya (Lampiran 1).

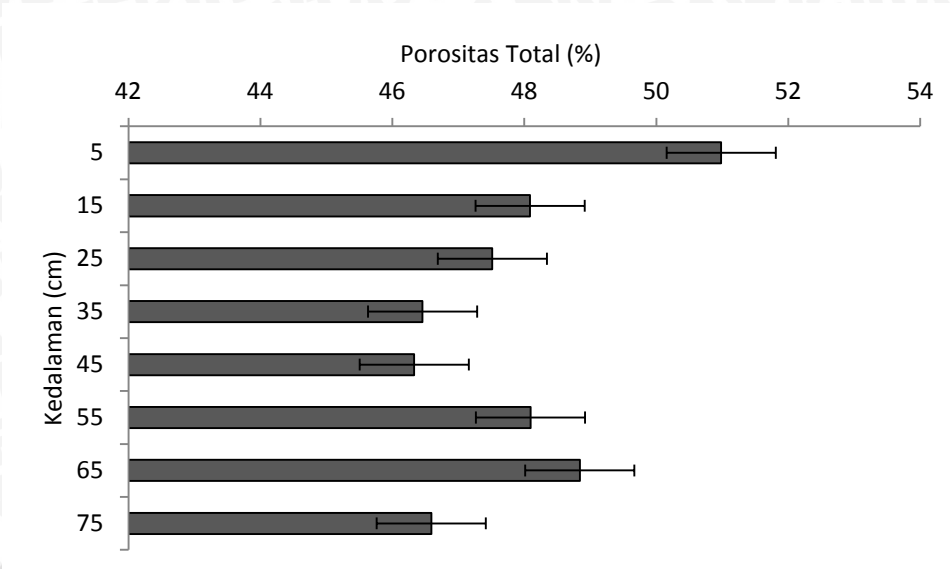
Secara umum dapat diketahui bahwa kondisi C_{Organik} yang berbeda juga berpengaruh nyata ($p < 0,05$) (Lampiran 13) terhadap besarnya nilai porositas total tanah baik pada lapisan atas maupun pada lapisan bawah. Kadar C_{Organik} tanah $> 1,2 \%$ mampu menyediakan total ruang pori $1,3 \%$ lebih tinggi dibandingkan pada tanah dengan kadar C_{Organik} tanah $< 1,2 \%$. Temuan ini membuktikan bahwa penambahan bahan organik penting sekali untuk mempertahankan stabilitas pori tanah (Sarief, 1989).

Berdasarkan hasil uji t terhadap data antar perlakuan (Gambar 12) didapatkan bahwa waktu 8 bulan setelah pembajakan merupakan masa kritis bagi akar tanaman, dikarenakan adanya penurunan persentase porositas total tanah yang cukup besar. Dengan berjalannya waktu, efektivitas hasil pembajakan tanah terhadap perbaikan total pori tanah akan semakin kecil. Penurunan nilai porositas total tanah kedalaman 0-80 cm pada waktu 8 bulan setelah pembajakan sekitar $3,26 \%$ dari nilai porositas pada waktu 6 bulan setelah pembajakan.



Gambar 12. Rerata porositas total tanah pada berbagai waktu setelah pembajakan kedalaman 0-80 cm ; Keterangan : eror bar merupakan nilai s.e.d (0,507)

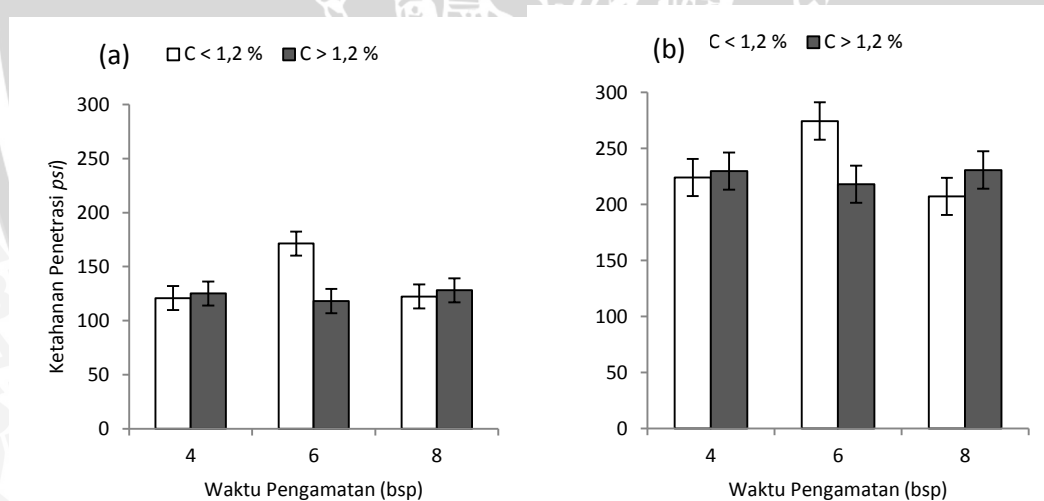
Kedalaman tanah berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai porositas total (Lampiran 13). Nilai porositas total secara berangsur-angsur turun dengan bertambahnya kedalaman lapisan tanah. Lapisan kedalaman 40-50 merupakan lapisan yang diduga dimana lapisan keras yang ingin diminimalisir dengan pembajakan ternyata masih menjadi masalah. Hal tersebut dapat dilihat bahwa nilai porositas total tanah pada lapisan tersebut mengalami penurunan dibandingkan dengan lapisan-lapisan yang berada di atasnya (Gambar 13). Akan tetapi berdasarkan data-data pengamatan pada lapisan 50-60 nilai porositas total kembali menunjukkan adanya peningkatan (berkisar 2-5 %). Peningkatan ini tidak berlanjut dengan bertambahnya kedalaman, namun mengalami penurunan kembali pada lapisan 70-80 cm.



Gambar 13. Pola penurunan nilai porositas total pada setiap kedalaman tanah; Keterangan : eror bar merupakan nilai s.e.d (0,827)

4.1.3 Ketahanan penetrasi Tanah

Hasil rerata nilai ketahanan penetrasi pada lapisan atas dan bawah tanah disajikan pada Gambar 14, sedangkan data lengkap disajikan dalam Lampiran 1.



Gambar 14. Ketahanan penetrasi tanah pada dua kondisi C_{Oganik} tanah dengan berbagai waktu pengamatan setelah pembajakan (a) Lapisan atas; (b) Lapisan bawah; Keterangan : eror bar merupakan nilai s.e.d (a) 11,169 (b) 16,627

Hasil analisis ragam, pengaruh pembajakan terhadap nilai ketahanan penetrasi tanah pada lahan pengamatan menunjukkan adanya perbedaan nyata (p

$< 0,05$) dari interaksi waktu pengamatan dengan kondisi C_{Oganik} tanah baik pada lapisan atas maupun pada lapisan bawah (Gambar 14) (Lampiran 5 dan 10). Peningkatan nilai ketahanan penetrasi tanah tidak terjadi secara *significant* pada setiap perbedaan waktunya. Peningkatan nilai ketahanan penetrasi tanah terlihat terjadi pada lahan pengamatan dengan kondisi C_{Oganik} tanah yang rendah. Pada lahan pengamatan perlakuan 6 bulan setelah pembajakan terjadi peningkatan ketahanan penetrasi sebesar ± 50 psi atau 35 % lebih tinggi dibanding lahan perlakuan 4 bulan setelah pembajakan. Namun pada lahan pengamatan 8 bulan setelah pembajakan justru didapatkan nilai ketahanan penetrasi yang lebih rendah dari perlakuan 6 bulan setelah pembajakan. Nilai rerata ketahanan penetrasi pada lahan pengamatan tersebut justru hampir sama dengan nilai ketahanan penetrasi pada lahan pengamatan 4 bulan setelah pembajakan. Hal ini disebabkan pada beberapa lahan pengamatan perlakuan 8 bulan setelah pembajakan memiliki rerata persentase partikel pasir 6 % lebih tinggi dibandingkan dengan beberapa lahan pengamatan perlakuan 6 bulan setelah pembajakan. Partikel pasir yang terdapat di dalam tanah mampu menyediakan ruang pori pada tanah tersebut, sehingga nilai ketahanan penetrasi yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan pada tanah yang kadar pasirnya lebih sedikit.

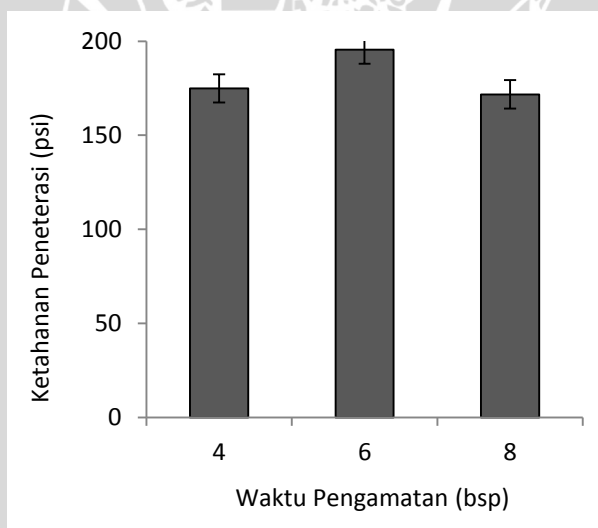
Pada lahan pengamatan dengan kadar $C_{\text{Oganik}} > 1,2$ % nilai ketahanan penetrasi tidak berpengaruh ($p > 0,05$) nyata pada 3 waktu pembajakan yang diamati. Nilai ketahanan penetrasi pada lahan pengamatan tersebut cenderung sama pada waktu 4, 6 dan 8 setelah pembajakan (174,97 psi).

Sedangkan untuk lapisan tanah lapisan bawah rerata nilai ketahanan penetrasi yang didapatkan cenderung memiliki nilai yang sama pada setiap lahan pengamatannya. Perbedaan nyata terlihat sangat jelas yakni pada lahan dengan waktu pengamatan 6 bulan setelah pembajakan kadar $C_{\text{Oganik}} <$ dari 1,2 % memiliki nilai rerata ketahanan penetrasi tertinggi (274,48 psi). Tingginya nilai rerata ketahanan penetrasi pada lahan tersebut disebabkan karena pada salah satu lahan pengamatan waktu 6 bulan setelah pembajakan (6CR₂) memiliki nilai rerata ketahanan penetrasi maksimum yang tinggi (Lampiran 1).

Kondisi C_{Oganik} pada lahan pengamatan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap besarnya nilai ketahanan penetrasi tanah yang terjadi (Lampiran 14).

Pada lahan pengamatan dengan kadar $C_{\text{Oganik}} < 1,2 \%$ didapatkan rerata nilai ketahanan penetrasi tanah yakni sebesar 186,47 *psi*. Sedangkan pada lahan pengamatan dengan kadar C_{Oganik} lebih dari 1,2 % didapatkan nilai ketahanan penetrasi tanah yakni sebesar 174,97 *psi* atau 11,50 *psi* lebih rendah dibandingkan dengan lahan pengamatan dengan kadar C_{Oganik} kurang dari 1,2 % .

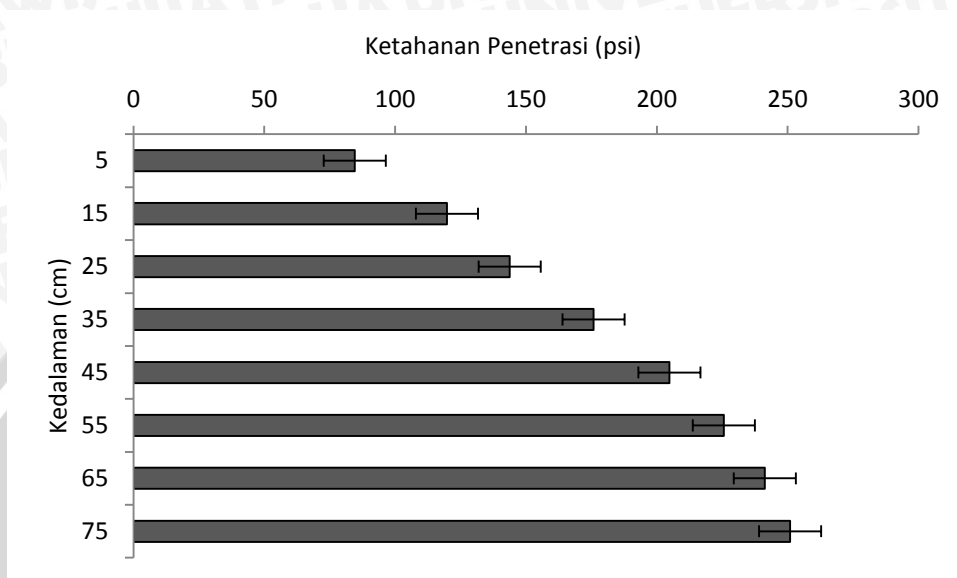
Lamanya waktu setelah pembajakan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap besarnya nilai ketahanan penetrasi tanah pada lahan pengamatan (Lampiran 14). Peningkatan nilai ketahanan penetrasi tanah pada lahan pengamatan hanya terjadi pada perlakuan 6 bulan setelah pembajakan, sedangkan pada perlakuan 8 bulan setelah pembajakan justru nilai ketahanan penetrasi tanah yang didapat lebih rendah dibandingkan dengan waktu 6 bulan setelah pembajakan (171,75 *psi*). Berdasarkan nilai rerata ketahanan penetrasi tanah perlakuan 6 bulan setelah pembajakan memiliki nilai ketahanan penetrasi tanah yang tertinggi yakni sebesar 195,50 *psi*. Sedangkan untuk perlakuan 8 bulan setelah pembajakan memiliki nilai ketahanan penetrasi yang terendah yakni sebesar 171,75 *psi*, kemudian diikuti dengan perlakuan 4 bulan setelah pembajakan yakni dengan nilai ketahanan penetrasi tanah sebesar 174,92 *psi* (Gambar 15) .



Gambar 15. Rerata ketahanan penetrasi tanah pada berbagai waktu setelah pembajakan kedalaman 0-80 cm ; Keterangan : eror bar merupakan nilai s.e.d (7,270)

Kedalaman tanah berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai ketahanan penetrasi tanah (Lampiran 14). Peningkatan nilai ketahanan penetrasi tanah diikuti

dengan bertambahnya kedalaman tanah. Dari Gambar 16 dapat dilihat bahwa semakin ke dalam lapisan tanah maka nilai ketahanan penetrasi tanah juga semakin meningkat. Peningkatan ini terjadi secara berangsur-angsur dimulai dari kedalaman 10 cm.

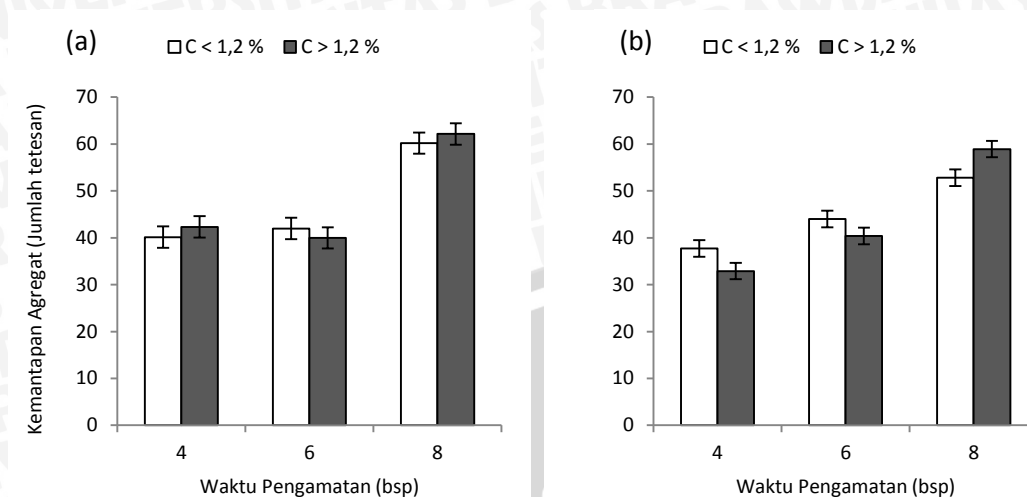


Gambar 16. Pola peningkatan nilai ketahanan penetrasi tanah pada setiap kedalaman tanah ; Keterangan : eror bar merupakan nilai s.e.d (11,870)

4.1.4 Kemantapan Agregat

Berdasarkan hasil analisis ragam, terdapat pengaruh nyata ($p < 0,05$) dari interaksi waktu pembajakan dengan kondisi C_{Oganik} tanah terhadap jumlah tetesan pada lapisan bawah (Lampiran 11). Sedangkan pada lapisan atas, hasil analisis ragam tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) dari interaksi waktu pengamatan dengan kondisi C_{Oganik} tanah (Lampiran 6).

Lahan pengamatan dengan perlakuan 4 bulan setelah pembajakan memiliki rerata jumlah tetesan untuk menghancurkan agregat relatif sama besar, baik pada lahan dengan kadar $C_{Oganik} < 1,2$ % ataupun pada lahan pengamatan dengan kadar $C_{Oganik} > 1,2$ %, yakni sebesar 38 kali, begitu pula dengan lahan pengamatan dengan perlakuan 6 bulan setelah pembajakan memiliki rerata jumlah tetesan yang relatif sama besar baik pada lahan pengamatan dengan kadar $C_{Oganik} < 1,2$ % maupun lahan pengamatan dengan kadar $C_{Oganik} > 1,2$ %, yakni sebesar 40 kali (Gambar 17).



Gambar 17. Rerata kemantapan tanah pada dua kondisi C_{organik} tanah dengan berbagai waktu pengamatan setelah pembajakan (a) Lapisan atas; (b) Lapisan bawah; Keterangan : eror bar merupakan nilai s.e.d (a) 2,274 (b) 1,760

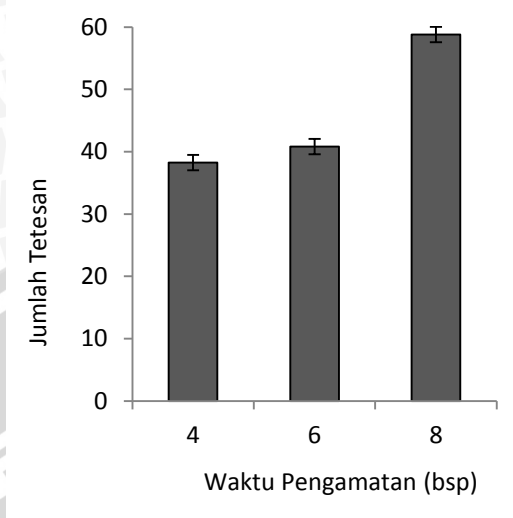
Pada lahan pengamatan perlakuan 8 bulan setelah pembajakan dengan kadar $C_{\text{organik}} > 1,2\%$ didapatkan hasil rerata jumlah tetesan yang lebih tinggi (60 kali tetesan) dibandingkan pada lahan pengamatan dengan kadar $C_{\text{organik}} < 1,2\%$ (57 kali tetesan), dengan perbedaan sekitar 4 kali tetesan (Gambar 24).

Banyak jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk menghancurkan agregat tanah pada lapisan atas cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan lapisan bawah (Gambar 18). Selain itu, lalu lintas alat pengolahan tanah yang terdapat pada lahan tersebut juga mengakibatkan terjadinya pemadatan tanah.

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 15) didapatkan hasil bahwa waktu pembajakan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai kemantapan agregat. Berdasarkan gambar di atas juga dapat dilihat bahwa semakin lamanya waktu setelah pembajakan akan berpengaruh terhadap nilai kemantapan suatu agregat tanah, yang ditunjukkan oleh semakin banyaknya jumlah tetesan yang diperlukan untuk menghancurkan suatu agregat tersebut.

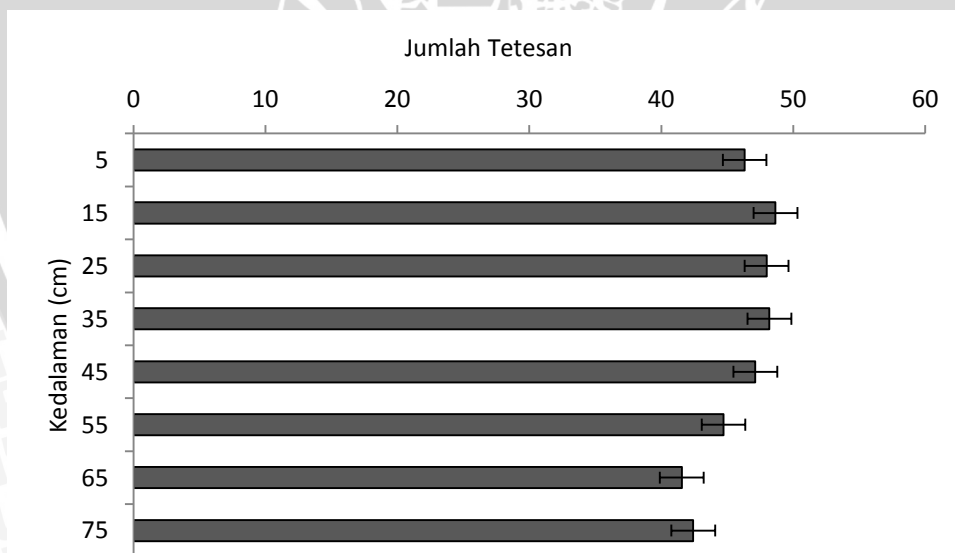
Semakin lama waktu setelah pembajakan berdampak pada semakin mantapnya agregat tanah tersebut (Gambar 25). Nilai rerata kemantapan agregat tanah pada perlakuan 8 bulan setelah pembajakan memiliki nilai rerata tertinggi yakni sebesar 58 tetesan, kemudian untuk lokasi dengan perlakuan 4 bulan setelah

pembajakan memiliki nilai kemantapan agregat terendah yakni sebesar 38 tetesan, dan diikuti oleh perlakuan 6 bulan setelah pembajakan dengan nilai 40 tetesan.



Gambar 18. Rerata kemantapan agregat tanah pada berbagai waktu pengamatan setelah pembajakan kedalaman 0-80 cm ; Keterangan : eror bar merupakan nilai s.e.d (1,015)

Kedalaman tanah berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai kemantapan agregat yang diperoleh (Lampiran 15).



Gambar 19. Pola peningkatan kemantapan agregat tanah pada setiap kedalaman tanah; Keterangan : eror bar merupakan nilai s.e.d (1,658)

Peningkatan nilai kemantapan agregat tanah terjadi seiring dengan pertambahan kedalaman tanah (Gambar 19). Namun mulai pada kedalaman 50 cm

hingga 80 cm, terjadi pola penurunan nilai kemantapan agregat. Pada kedalaman tersebut agregat tanah cenderung lebih mudah hancur akibat tetesan air.

4.2 Pembahasan Umum

4.2.1. Hasil Perhitungan Persamaan Pedotransfer

Pengolahan tanah di PT GGP menggunakan alat mekanisasi berat dalam waktu yang lama (± 17 tahun) terbukti meningkatkan pemadatan tanah pada lapisan bawah, walaupun tingkat pemadatannya berbeda antara tanah dengan kadar C_{Oganik} tinggi dan rendah. Salah satu variabel pengukuran untuk pemadatan tanah adalah BI tanah, dimana besarnya BI tanah dipengaruhi oleh: tekstur tanah (jumlah klei dan debu), kadar C_{Oganik} , beban (berhubungan dengan kedalaman tanah) (Marshall *et al.*, 1996). Berdasarkan data hasil pengukuran tekstur dan kadar C_{Oganik} tanah pada masing-masing lokasi (Tabel 3 dan Tabel 2) diketahui bahwa pada lokasi yang dipilih memiliki tekstur yang berbeda-beda yaitu liat berpasir dan lempung liat berpasir. Oleh karena itu untuk mempermudah interpretasi data yang diperoleh, maka data BI tanah perlu dikoreksi menggunakan persamaan pedotransfer (Van Noordwijk *et al.*, 1997). Beberapa langkah perhitungan dilakukan sebagai berikut:

$$C_{\text{ref}} = (Z_{\text{contoh}} / 7.5)^{-0.42} \exp(1.333 + 0.00994 * \% \text{klei} + 0.00699 * \% \text{debu} - 0.156 * \text{pH}_{\text{KCl}} + 0.000427 * H) \dots \dots \dots (1)$$

$$C_{\text{org}} / C_{\text{ref}} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Deficit kejenuhan } C = 1 - C_{\text{org}} / C_{\text{ref}} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

Z_{contoh} = kedalaman pengambilan contoh tanah (cm); H = ketinggian tempat (mdpl)

Bila nilai $C_{\text{Oganik}} / C_{\text{ref}}$ mendekati 1 maka tanah tersebut tergolong masih subur, karena nilai 1,0 merupakan kondisi hutan alami yang digunakan sebagai reference dalam persamaan pedotransfer tersebut. Bila nilai $C_{\text{Oganik}} / C_{\text{ref}}$ sangat rendah, berarti tanah tersebut sudah sangat terdegradasi, maka nilai deficit kejenuhan C sangat tinggi.

Sedangkan untuk perhitungan BI_{Ref} menggunakan persamaan yang telah dikembangkan sebelumnya oleh Wosten *et al.* (1995, 1998) dalam Hairiah *et al.* (2004). Rumus perhitungannya disajikan sebagai berikut :

Bila $((k_{lei}\% + \text{debu}\%) < 50$, maka

$$BI_{Ref} = 1/(-1,984 + 0,01841*BO + 0,032*Lapisan\ Tanah\ (atas\ atau\ bawah) + 0,00003576*(k_{lei}\% + \text{debu}\%)^2 + 67,5/MPS + 0,424*Ln(MPS)) \dots\dots\dots (4)$$

$$BI_{Ref} = 1/(0,603 + 0,003975*k_{lei}\% + 0,00207*BO^2 + 0,01781*Ln(BO)) \dots\dots\dots (5)$$

Maka dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui index BI yaitu BI/BI_{Ref} . Apabila nilai index BI tersebut > 1 maka tanah tersebut dapat dikatakan gembur seperti tanah hutan yang dijadikan sebagai referensi perhitungan pedotransfer tersebut.

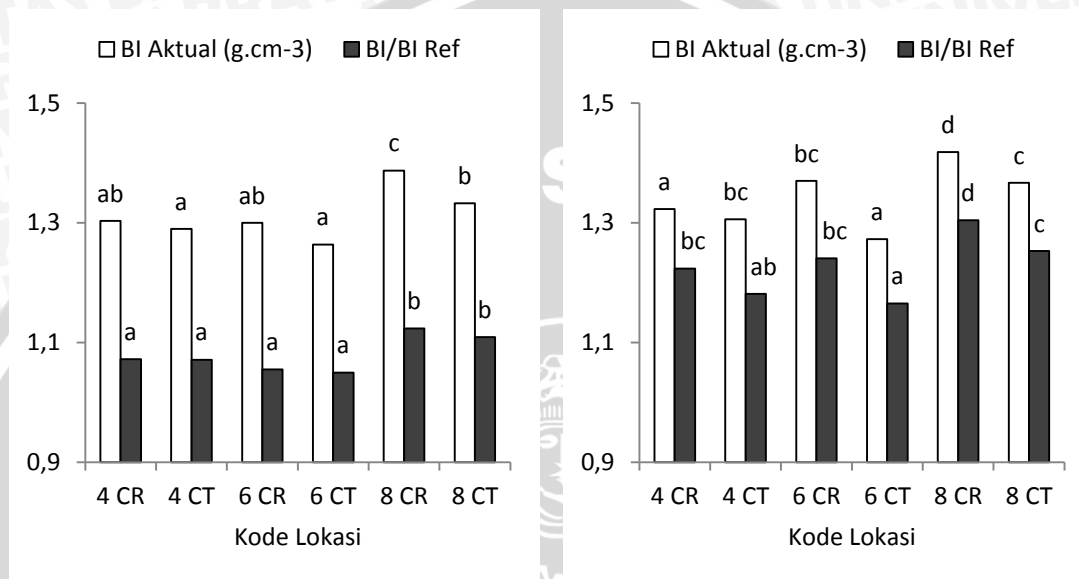
Hasil perhitungan persamaan pedotransfer disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil perhitungan persamaan pedotransfer C

Kode Lahan Pengamatan	Pedotransfer C	
	$C_{Organik}$	$C_{Organik}/C_{Ref}$
Lapisan Atas		
4CR	0,90 a	0,34 a
6CR	1,13 a	0,47 bc
8CR	1,07 a	0,45 b
4CT	1,42 b	0,53 bc
6CT	1,95 c	0,78 d
8CT	1,42 b	0,57 c
l.s.d	0,022	0,097
Lapisan Bawah		
4CR	0,34 ab	0,21 ab
6CR	0,44 b	0,28 b
8CR	0,38 ab	0,24 ab
4CT	0,20 a	0,11 a
6CT	0,87 c	0,57 c
8CT	0,46 b	0,28 b
l.s.d	0,180	0,120

Keterangan : Lapisan Atas : Rerata kedalaman 0-40 cm, Lapisan bawah : Rerata kedalaman 41-80 cm ; 4,6,8 = waktu pengamatan; CR = $C_{Organik} < 1,2\%$, CT = $C_{Organik} > 1,2\%$; Angka yang didampingi dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 19 dan 20) dapat diketahui bahwa hampir pada semua lahan pengamatan telah terjadi degradasi tanah yang ditandai dengan indikator nisbah C_{Oganik}/C_{ref} yang menjauhi nilai 1 (Tabel 6). Pada hampir semua lahan pengamatan telah terjadi kehilangan kandungan C sebesar $\pm 46 \%$, hanya pada beberapa lahan pengamatan saja yang masih memiliki nisbah C_{Oganik}/C_{ref} mendekati nilai 1, yakni pada lahan dengan kode 6CT.



Gambar 20. Hasil pengkoreksian BI tanah dengan kadar liat dan debu (a.) Lapisan atas; (b.) Lapisan bawah

Berdasarkan Gambar 20 dapat dilihat bahwa penurunan BI tanah terjadi setelah dilakukan pengkoreksian dengan kadar liat dan debu yang ada di dalam tanah. Secara umum BI tanah setelah dikoreksi dengan kadar liat yang ada di dalam tanah $\pm 14 \%$ lebih rendah dibandingkan dengan BI pada saat sebelum dilakukan pengkoreksian. Berdasarkan Gambar dapat diketahui bahwa pada hampir semua lahan pengamatan telah terjadi penurunan kualitas sifat fisik tanah yang ditandai dengan index BI tanah > 1 baik pada lapisan atas maupun lapisan bawah.

4.2.2. Pembahasan Variabel Pengamatan

Pengolahan tanah bertujuan untuk menciptakan kondisi sifat fisika tanah sehingga nantinya dapat menjadi syarat tumbuh yang ideal bagi tanaman. Pengolahan tanah yang dilakukan secara terus menerus akan mengakibatkan tanah tersebut mengalami kerusakan tanah (Hayuningtyas, 2006). Salah satu bentuk

kerusakan yang terjadi dapat berupa meningkatnya BI tanah sehingga total ruang pori di dalam tanah menurun. Semakin tinggi BI tanah mengindikasikan bahwa semakin padat juga kondisi tanah yang tersebut, sehingga kurang menguntungkan untuk perkembangan perakaran tanaman.

Peningkatan BI tanah terjadi seiring dengan semakin lamanya waktu setelah pembajakan. Tingginya BI tanah juga dipengaruhi oleh rendahnya kadar C_{Organik} tanahnya. Semakin tinggi kadar C_{Organik} tanah maka berat isi tanah semakin rendah. Berdasarkan data hasil pengamatan dapat diketahui bahwa BI tanah memiliki korelasi negatif ($R^2 = 30\%$) dengan kadar C_{Organik} tanah (Tabel 7).

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa semakin menurunnya kadar C_{Organik} tanah akan meningkatkan BI tanah. Hal ini serupa dengan pernyataan Purwanto dan Gintings (1994) bahwa menurunnya kadar bahan organik tanah akan berdampak pada meningkatnya berat isi tanah. Secara kuantitatif peningkatan BI tanah pada lahan pengamatan perlakuan semakin meningkat seiring bertambahnya kedalaman tanah. Hal tersebut terkait dengan semakin berkurangnya kadar C_{Organik} yang ada di dalam tanah yang semakin ke dalam, sehingga daya rekat antar partikel tanah rendah, agregasi berkurang dan pemadatan oleh lapisan yang ada di atasnya (Soepardi, 1989).

Pengolahan tanah yang intensif dengan menggunakan alat-alat berat berpengaruh cukup besar terhadap pemadatan tanah yang terjadi. Hal tersebut dapat dilihat dari semakin tingginya BI tanah pada setiap kedalaman lapisan tanah yang berbeda. Tingginya BI tanah tersebut merupakan dampak yang ditimbulkan dari besarnya beban alat mekanisasi pertanian yang melintasi permukaan tanah pada tahapan persiapan lahan (Buckman dan Brady, 1982).

Peningkatan berat isi tanah mengakibatkan semakin rendahnya total ruang pori tanah. Hal ini dikarenakan berat isi tanah mengindikasikan massa tanah total per unit volume, apabila semakin tinggi BI tanah maka total ruang pori tanah tersebut semakin rendah. Tingginya kadar C_{Organik} pada lahan pengamatan, mampu menyediakan ruang pori sekitar 1 % lebih tinggi dibandingkan dengan lahan pengamatan dengan kadar C_{Organik} yang rendah (Gambar 16). Selain itu dari data hasil pengamatan juga dapat diketahui bahwa nilai porositas total tanah memiliki korelasi positif dengan kadar C_{Organik} tanah. Semakin tingginya kadar

C_{Organik} tanah maka akan diikuti dengan tingginya nilai porositas total, begitupula sebaliknya (Tabel 7). Namun nilai koefisien korelasi ini kurang begitu kuat, hal ini disebabkan karena selain banyaknya faktor lain yang mempengaruhi porositas total juga disebabkan karena kurang bervariasinya kadar C_{Organik} tanah yang ditemukan pada lahan pengamatan.

Tabel 7. Koefisien Korelasi Variabel Pengamatan Dependen dan Independen

	BI	BI/BI Ref	Agregat	Kompaksi	Porositas	BI	C-Organik	C-Org/C Ref	Pasir	Debu	Liat	Debu+Liat
BI	1											
BI/BI Ref	0,77	1										
Agregat	0,32	0,14	1									
Kompaksi	0,16	0,50	-0,16	1								
Porositas	-0,86	-0,63	-0,26	-0,09	1							
BI	0,13	0,17	0,08	0,11	0,38	1						
C-Organik	-0,30	-0,49	0,14	-0,55	0,22	-0,12	1					
C-Org/C Ref	-0,13	-0,24	0,13	-0,35	0,14	0,04	0,88	1				
Pasir	0,27	0,16	0,01	-0,14	-0,11	0,27	0,00	0,19	1			
Debu	-0,27	-0,27	-0,08	-0,12	0,12	-0,26	0,47	0,29	-0,46	1		
Liat	-0,17	-0,05	0,03	0,21	0,07	-0,17	-0,23	-0,35	-0,90	0,03	1	
Debu+Liat	-0,27	-0,16	-0,01	0,14	0,11	-0,27	0,00	-0,19	-1,00	0,46	0,90	1

Pemberian bahan organik dalam tanah mampu menciptakan rongga-rongga atau pori yang lebih banyak sehingga tanah tersebut menjadi gembur (Sarief, 1989). Rongga-rongga atau ruang pori tersebut akan berpengaruh terhadap besarnya nilai ketahanan penetrasi tanah. Semakin besar ruang pori yang tersedia (sarang), maka akan semakin rendah pula nilai ketahanan penetrasi yang dihasilkan (Tabel 7).

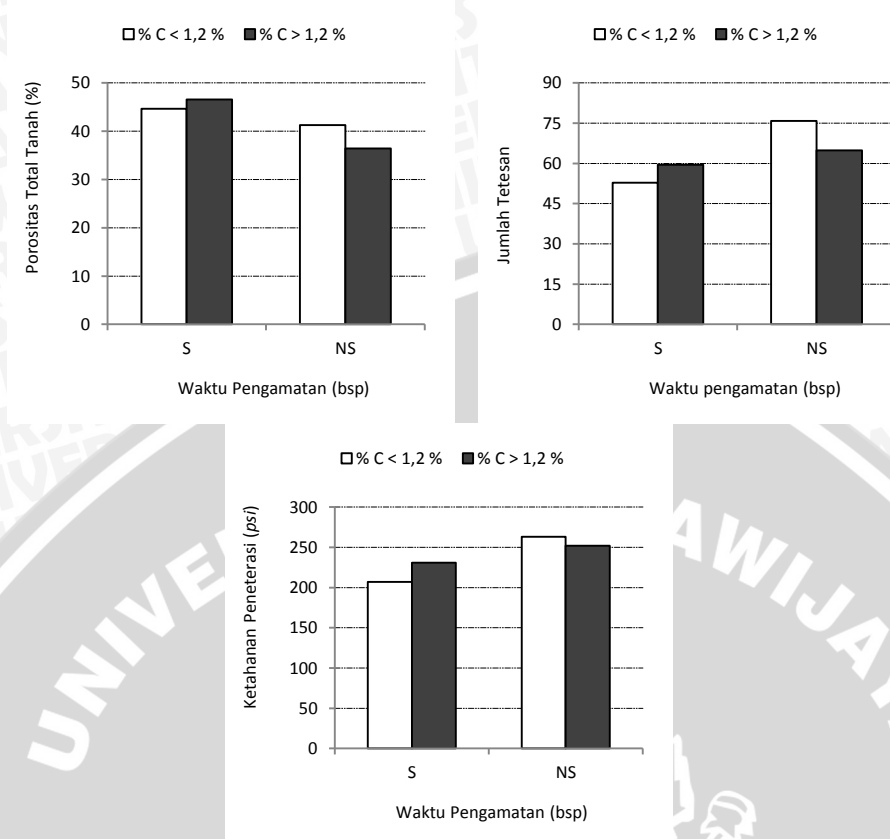
Semakin tinggi kadar kadar C_{Organik} di dalam tanah maka akan berdampak pada rendahnya nilai ketahanan penetrasi yang dihasilkan (Tabel 7). Hal ini disebabkan pada tanah dengan kadar C_{Organik} yang tinggi akan memberikan rongga-rongga atau ruang pori yang banyak, sehingga tanah tersebut menjadi gembur. Berdasarkan data pengukuran juga dapat diketahui bahwa pada lahan pengamatan yang memiliki kadar C_{Organik} lebih dari 1,2 % memiliki nilai ketahanan penetrasi yang rendah begitu pula sebaliknya.

Indikator adanya pemadatan tanah juga dapat diketahui dengan nilai ketahanan penetrasi tanah. Pada umumnya peningkatan nilai ketahanan penetrasi akan meningkat sejalan dengan semakin lamanya waktu setelah pembajakan. Hal ini dikarenakan dengan semakin lamanya waktu setelah pembajakan akan berdampak terhadap semakin menurunnya nilai porositas tanah tersebut karena akibat pemadatan. Namun dari hasil pengukuran pada beberapa lahan pengamatan, semakin lamanya waktu setelah pembajakan tidak menunjukkan adanya peningkatan yang konstan baik pada lokasi dengan kadar C_{Organik} lebih dari 1,2 %, maupun pada lokasi dengan kadar C_{Organik} kurang dari 1,2 %. Nilai ketahanan penetrasi pada lahan pengamatan justru memiliki nilai yang hampir antar perlakuan. Peningkatan nilai ketahanan penetrasi yang tidak konstan ini pun tidak memiliki korelasi dengan indikator pemadatan tanah yang lainnya (berat isi tanah, porositas total tanah dan kemantapan agregat tanah).

Variabel selanjutnya yang menjadi indikator adanya pemadatan tanah yakni nilai kemantapan agregat. Kemantapan agregat disini merupakan kekuatan agregat untuk dapat menahan tetesan air hingga hancur. Semakin banyak jumlah tetesan yang diperlukan untuk dapat menghancurkan suatu agregat hingga hancur maka semakin mantap agregat tersebut, yang berarti bahwa tanah tersebut semakin padat atau kompak. Kemantapan agregat suatu jenis tanah ditentukan oleh kadar bahan organik tanah, pH, oksida Al dan Fe, serta kadar liat dalam tanah. Menurut Chapperl *et al* dalam Idawu (2003), bahwa kemantapan agregat suatu tanah jenis ultisol tropik di Malaysia berhubungan dengan kadar bahan organik tanah, kadar liat dan persentase pertukaran sodium. Berdasarkan data hasil penelitian ini nilai kemantapan agregat memiliki korelasi positif dengan kadar liat di dalam tanah, namun memiliki nilai keeratan hubungan yang kurang *significant*. Semakin tingginya kadar liat di dalam tanah maka semakin banyak pula jumlah tetesan yang dibutuhkan untuk dapat menghancurkan agregat tanah tersebut. Hal ini dikarenakan tanah dengan kadar liat yang tinggi memiliki luas penampang tanah yang besar sehingga kecepatan air masuk ke dalam lambat, sehingga membutuhkan jumlah tetesan air yang lebih banyak untuk dapat menghancurkan agregat tersebut.

Pengolahan tanah dengan menggunakan subsoiler merupakan salah satu upaya untuk mempersiapkan kondisi fisik tanah sehingga nantinya dapat menyediakan lingkungan yang sesuai dengan syarat tumbuh tanaman tersebut. Namun disisi lain, penggunaan alat mekanisasi tersebut juga dapat berdampak terhadap pemadatan tanah yang akan terjadi pada lahan tersebut. Indikator tersebut dapat diketahui dari rendahnya porositas total tanah, tingginya ketahanan penetrasi tanah dan juga dari kemantapan agregat tanahnya. Indikasi munculnya permasalahan pemadatan tanah tersebut pada umumnya mulai ditemui seiring dengan semakin lamanya waktu setelah pembajakan. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai porositas total tanah dan kemantapan agregat tanah, keduanya memiliki korelasi dengan dengan waktu setelah pembajakan. Dimana semakin lamanya waktu setelah pembajakan akan berdampak terhadap semakin menurunnya porositas total tanah sehingga kemantapan agregat tanah akan meningkat. Namun untuk ketahanan penetrasi tidak menunjukkan adanya peningkatan nyata terhadap lamanya waktu setelah pembajakan.

Pada umumnya setiap pengolahan tanah yang menggunakan bajak, pasti akan berdampak terhadap pemadatan tanah pada lahan tersebut. Namun hal tersebut mampu memperkecil pemadatan tanah apabila lahan tersebut tidak dilakukan pengolahan tanah pada tahapan persiapan lahannya. Hal ini dapat diketahui bahwa lahan yang tidak dilakukan pembajakan dengan subsoiler memiliki nilai porositas total tanah yang lebih rendah, ketahanan penetrasi dan kemantapan agregat yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang dilakukan pembajakan dengan subsoiler (Gambar 20). Perbedaan nyata tersebut juga didukung oleh hasil uji t antar perlakuan yang telah dilakukan (Lampiran 25).



Gambar 21. Perbandingan indikator pemadatan tanah antara lahan yang dilakukan pembajakan dengan subsoiler dan yang tidak dilakukan pembajakan dengan subsoiler.

Pada lahan dengan perlakuan subsoiling mampu menurunkan kemantapan agregat 20 % dan 15 % ketahanan penetrasi tanah lebih rendah, serta meningkatkan nilai porositas total 15 % lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan non-subsoiling. Tujuan lain dari diadakannya subsoiling yakni untuk mengurangi tingkat kepadatan tanah pada lapisan yang mengalami pemadatan. Subsoiling pada kedalaman yang lebih besar daripada yang diperlukan memerlukan tambahan energi yang dibutuhkan oleh bajak untuk menariknya sehingga dapat memberikan dampak terhadap terjadinya pemadatan tanah pada lapisan atas di masa yang akan datang akibat pengaruh lalu lintas bajak pada lahan tersebut. Subsoiling pada tanah lempung berliat di Albama yang difokuskan pada kedalaman lapisan keras memberikan hasil panen yang optimal, sedangkan subsoiling pada kedalaman yang berlebihan dari letak lapisan keras berdampak terhadap menurunnya hasil panen (Raper *et al.*, 1998).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengolahan tanah dapat meningkatkan porositas total tanah. Namun sejalan dengan bertambahnya waktu setelah pembajakan akan kembali terjadi penurunan porositas total tanah.
2. Penurunan porositas total pada tanah dengan kadar C_{Oganik} kurang dari 1,2 % lebih cepat dibandingkan dengan pada tanah dengan kadar C_{Oganik} lebih dari 1,2 %.
3. Pembajakan dengan subsoiler mampu memperkecil kepadatan tanah yang terjadi pada lapisan dalam. Perlakuan subsoiling mampu menurunkan kemantapan agregat sebesar 20 % dan ketahanan penetrasi tanah 15 %, serta meningkatkan nilai porositas total 15 % dibandingkan dengan perlakuan non-subsoiling.
4. Penurunan porositas total tanah berhubungan dengan peningkatan kemantapan agregat tanah.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk melakukan pengukuran pengamatan pada setiap interval tanah yang berbeda-beda (misalnya interval 20 cm, 40 cm) untuk melihat letak ketahanan penetrasi maksimum itu terjadi. Serta perlu adanya penelitian mengenai presentase luasan tanah yang efektif terkena dampak dari subsoiler dalam satu lahannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 2001. Konservasi Tanah dan Air. Serial Pustaka IPB Press. IPB Press. 290 hlm.
- Bangita, B. and B.K.R. Rao. 2012. Impacts of Compaction Relief Treatments on Soil Physical Properties and Performance of Sugarcane (*Saccharum spp.*) under Zonal Tillage System. *Geoderma* 189-190 (2012) 351-356. www.elsevier.com/locate/geoderma. (online). Diakses pada 3 September 2014.
- Bartholomew, D.P., R.E Paull, and K.G. Rohrbach. 2003. The Pineapple : Botany, Production and Uses. University of Hawai at Manoa . Honolulu. USA. pp. 131-132.
- Buckman, H.O., and Brady. 1982. The Nature and Properties of Soils. Eight Edition. Macmillan Co. Inc., New York.
- Coelho, B.M., L. Mateos., and J.F .Villalobos., 2000. Influence of a compacted loam subsoil layer on growth and yield of irrigated cotton in Southern Spain. *Soil and Tillage Research* 57, 129–142.
- Collins JL. 1968. Pineapple Botany, Cultivation and Utilization. London: Leonard Hill.
- Departemen Pertanian. 1994. Penuntun Budidaya Hortikultura (Nanas). Proyek Peningkatan Produksi Tanaman Pangan. Provinsi Daerah Tingkat I Bengkulu.
- Hairiah, K., C. Sugiarto, S.R. Utami, P. Purnomosidhi, dan J.M. Roshetko. 2004. Diagnosis Faktor Penghambat Pertumbuhan Akar Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) pada Ultisol di Lampung Utara. *Agrivita*. 26 : 99-110.
- Hakim N, MY Nyapka. AM Lubis, SG Nugroho, MR Saul, M Diha, Hong GB, dan HH Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Lampung: Universitas Lampung.
- Hardjowigeno S . 2007. Ilmu Tanah. Jakarta. Akademika Pressindo.
- Hayuningtyas, A. D. 2006. Perubahan Sifat Fisik dan Kimia tanah Dalam Pelaksanaan Sistem Terbang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) di HPHTI PT. Sari Bumi Kusuma Unit S. Seruyan, Kalimantan Tengah. Prog Studi Budidaya Hutan. Fakultas Kehutanan. IPB: Bogor.
- Idawu OJ. 2003. Relationship Between Agregate Stability and Selected Soil Properties in Humid Tropical Environment. *Communications in Soil Science And Plant Analysis*. Vol. 34, Nos. 5 dan 6, Pp.

- Idris K. 1996. Penyerapan Hara oleh Tanaman dan Peranannya Dalam Metabolisme Tanaman. Disajikan dalam Pelatihan Pembinaan Uji Tanah dan Analisis Tanaman, Kerjasama antara Fakultas Pertanian, IPB dengan Agriculture Research and Management Project (ARMP), Bogor, 25 November-7 Desember 1996.
- Kulli, B., Gysi, M., Flühler, H., 2003. Visualizing soil compaction based on flow pattern analysis. *Soil and Tillage Research* 70, 29–40.
- Lal, R., 2001. Soil degradation by erosion. *Land Degradation and Development* 12, 519–539.
- Marshall, T.J., Holmes, J.W., Rose, C.W., 1996. *Soil Physics*, 3rd ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Oldeman, L.R., I. Las, and Muladi. 1980. The agoclimatic Maps of Kalimantan, Maluku, Irian Jaya and Bali, West and East Nusa Tenggara. Contributions No. 60, Central Research Institute for Agriculture, Bogor, 32 p.
- Paradelo, R. and M.T. Barral. 2013. Influence of Organic Matter And Texture on the Compactibility of Technosols. *Catena* 110 (2013) 96-99. www.elsevier.com/locate/catena. (online). Diakses pada 3 September 2014.
- Plantamor. 2013. Nanas (*Ananas comosus* Merr). <http://www.plantamor.com>. (online). Diakses tanggal 3 Juli 2013.
- Purwanto I, dan Gintings AN. 1994. Penelitian Sifat-sifat Fisik dan Kimia Tanah di Bawah Tegakan Hutan Alam Duabanga moluccana di Nusa Tenggara Barat. *Buletin Penelitian Hutan* No. 561. Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam.
- Rahim A. 1995. Pembinaan Uji Tanah Hara makro dan Mikro. Disajikan dalam: Pelatihan Pembinaan Uji Tanah dan Analisis Tanaman, Kerjasama antara Fakultas Pertanian, IPB dengan Agriculture Research and Management Project (ARMP), Bogor, 23 Januari–4 Februari 1995.
- Raper, R. L., D. W. Reeves, and E. C. Burt. 1998. Using In-Row Subsoiling to Minimize Soil Compaction Caused by Traffic. *Journal of Cotton Science* 2:130-135.
- Refliaty, Y. F. dan S. Intan. 2009. Pengaruh Leguminosa Cover Crop (LCC) terhadap Sifat Fisik Ultisol Bekas Alang-alang dan Hasil Jagung. *Jurnal Agronomi* Vol 13 No. 2, Juli-Desember 2009.
- Sanchez, P.A., 1976. *Properties and Management of Soils in the Tropics*. A Wiley and Sons. New York
- Sarief, S. 1989. *Fisika-Kimia Tanah Pertanian*. Bandung: Pustaka Buana.

- Sinukaban, N., dan L.M. Rahma, 1983. Konservasi Tanah. Departemen Ilmu-ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Soepardi, G. 1989. Sifat dan Ciri Tanah. IPB. Bogor
- Sosrodarso, S dan Takeda, K. 1993. Hidrologi Untuk Pengairan. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Stevenson, F.J. 1982. Humus Chemistry Genesis, Composition and Reaction. John Wiley and Sons. New York.
- Suprayogo, D., Widiyanto, P. Purnomosidi, R. H. Widodo, F. Rusiana, Z. Z. Aini, N. Khasanah, dan Z. Kusuma. 2001. Degradasi sifat fisik tanah sebagai akibat alih guna lahan hutan menjadi sistem kopi momokultur: Kajian perubahan makro porositas tanah. Agravita 26 (1) : 60-68
- Todd, DK. 1995. Groundwater Hydrology. Second Edition. John Wiley dan Sons, Singapore.
- Van Noordwijk, M.; Woomer, P.L.; Cerri, C.; Bernoux, M. and K. Nugroho. 1997. Soil carbon in the humid tropical forest zone. Geoderma 79: 187-225.
- Wee YC, and Thongtham MLC. 1997. *Ananas comosus* (L.) Merr. Di dalam: Verheij EWM, dan Cronel RE. Editor. Prosea Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 2. Buah-buahan Yang Dapat Dimakan. Jakarta: PT Gedia Pustaka Utama. Bekerja Sama Dengan Prosea Indonesia dan European Commission. hlm 68-76.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Rekap Data Hasil Pengukuran Variabel Pengamatan

Kode Lokasi	Kedalaman (cm)	Ulangan	Berat Isi Tanah (g cm^{-3})	BI Ref ₁	Agregat (Jumlah Tetesan)	Ketahanan Penetrasi (psi)	Porositas Total Tanah (%)	Berat Jenis Partikel (g cm^{-3})	C-Organik (%)	C Ref	C-Org/C Ref	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)
4CR ₁	10	1	1,28	1,28	41	49,31	49	2,5	1,2	3,73	0,32	56	6	38
	10	2	1,18	1,18	41	87,02	54	2,6	1,1	3,88	0,29	50	13	37
	10	3	1,25	1,25	39	95,72	51	2,5	1,0	3,90	0,25	52	6	42
4CR ₂	10	4	1,20	1,20	43	78,32	53	2,6	1,2	3,39	0,36	65	4	31
	10	5	1,18	1,18	37	66,72	54	2,6	0,9	3,38	0,26	65	3	32
	10	6	1,15	1,15	38	43,51	54	2,5	0,9	3,64	0,25	57	9	34
6CR ₁	10	1	1,21	1,21	40	124,73	55	2,7	1,1	3,76	0,31	55	9	35
	10	2	1,21	1,21	38	84,12	54	2,6	1,4	3,50	0,40	61	11	28
	10	3	1,18	1,18	39	133,43	55	2,6	1,2	4,02	0,29	49	8	42
6CR ₂	10	4	1,23	1,23	46	87,02	52	2,6	0,9	3,22	0,28	73	2	25
	10	5	1,27	1,27	42	29,01	45	2,3	1,3	3,21	0,40	72	6	22
	10	6	1,27	1,27	38	87,02	48	2,4	1,3	3,08	0,42	76	4	20
8CR ₁	10	1	1,31	1,31	57	95,72	49	2,6	1,2	3,49	0,35	61	10	28
	10	2	1,31	1,31	46	89,92	51	2,7	1,4	3,35	0,41	70	6	24
	10	3	1,27	1,27	56	72,52	48	2,5	1,1	3,19	0,33	71	8	20
8CR ₂	10	4	1,37	1,37	60	66,72	38	2,2	1,1	3,16	0,35	69	7	24
	10	5	1,31	1,31	63	55,11	51	2,7	1,2	3,43	0,34	65	4	31
	10	6	1,32	1,32	55	150,84	50	2,6	0,9	3,50	0,26	60	4	36

4CR ₁	20	1	1,21	1,21	41	72,52	53	2,6	1,0	2,77	0,36	58	4	38
	20	2	1,19	1,19	43	104,43	54	2,6	1,3	2,81	0,47	53	11	36
	20	3	1,28	1,28	41	116,03	49	2,5	1,0	2,86	0,35	55	4	41
4CR ₂	20	4	1,36	1,36	37	104,43	47	2,6	1,0	2,62	0,37	65	4	30
	20	5	1,36	1,36	40	107,33	46	2,5	0,9	2,63	0,34	63	4	33
	20	6	1,33	1,33	43	84,12	47	2,5	0,9	2,66	0,35	59	11	30
6CR ₁	20	1	1,35	1,35	44	258,17	48	2,6	1,1	2,85	0,37	54	10	36
	20	2	1,30	1,30	41	223,36	51	2,6	1,2	2,62	0,44	62	9	29
	20	3	1,26	1,26	41	174,05	51	2,6	1,2	2,90	0,42	51	9	41
6CR ₂	20	4	1,30	1,30	44	118,93	51	2,7	0,9	2,44	0,36	72	5	23
	20	5	1,30	1,30	40	66,72	52	2,7	1,3	2,30	0,58	76	7	17
	20	6	1,30	1,30	43	130,53	46	2,4	1,3	2,30	0,58	76	4	20
8CR ₁	20	1	1,34	1,34	56	124,73	47	2,5	1,3	2,47	0,51	65	10	24
	20	2	1,43	1,43	46	130,53	41	2,4	1,2	2,52	0,48	67	8	25
	20	3	1,27	1,27	56	98,63	49	2,5	1,1	2,37	0,45	74	4	22
8CR ₂	20	4	1,56	1,56	58	95,72	38	2,5	1,1	2,30	0,49	67	8	25
	20	5	1,35	1,35	62	92,82	48	2,6	1,1	2,59	0,44	63	5	32
	20	6	1,42	1,42	85	147,94	45	2,6	0,9	2,65	0,35	58	5	37
4CR ₁	30	1	1,16	1,16	41	142,14	55	2,6	1,2	2,32	0,51	58	6	36
	30	2	1,34	1,34	40	110,23	47	2,5	1,1	2,31	0,46	53	13	35
	30	3	1,26	1,26	40	142,14	49	2,5	0,8	2,47	0,33	53	4	43
4CR ₂	30	4	1,42	1,42	35	162,44	44	2,5	1,0	2,20	0,46	65	5	30
	30	5	1,45	1,45	40	147,94	42	2,5	0,6	2,29	0,25	61	3	36

	30	6	1,39	1,39	40	145,04	44	2,5	0,8	2,22	0,35	60	10	30
6CR ₁	30	1	1,27	1,27	46	321,98	51	2,6	1,2	2,40	0,51	53	12	35
	30	2	1,37	1,37	41	292,98	48	2,6	1,0	2,19	0,45	61	10	29
	30	3	1,36	1,36	42	205,95	47	2,6	1,1	2,47	0,45	52	7	41
6CR ₂	30	4	1,24	1,24	42	145,04	53	2,7	0,7	2,02	0,32	74	5	21
	30	5	1,39	1,39	35	130,53	46	2,6	1,3	2,05	0,62	70	7	23
	30	6	1,25	1,25	37	127,63	53	2,7	1,2	1,90	0,64	78	6	16
8CR ₁	30	1	1,38	1,38	58	150,84	46	2,6	1,5	2,10	0,71	65	10	24
	30	2	1,42	1,42	48	124,73	46	2,6	0,9	2,26	0,42	61	10	29
	30	3	1,38	1,38	57	121,83	45	2,5	1,0	1,96	0,51	73	6	20
8CR ₂	30	4	1,19	1,19	63	116,03	50	2,4	1,1	1,82	0,63	68	8	23
	30	5	1,38	1,38	65	127,63	48	2,6	1,3	2,05	0,63	67	4	29
	30	6	1,54	1,54	82	153,74	41	2,6	1,0	2,11	0,47	61	4	35
4CR ₁	40	1	1,33	1,33	39	165,34	47	2,5	0,8	2,08	0,37	56	5	38
	40	2	1,47	1,47	41	124,73	43	2,6	1,0	1,99	0,48	58	6	36
	40	3	1,29	1,29	42	136,34	50	2,6	0,3	2,11	0,14	57	4	39
4CR ₂	40	4	1,44	1,44	35	217,56	43	2,5	0,6	2,04	0,31	61	4	35
	40	5	1,40	1,40	40	168,24	43	2,5	0,4	1,97	0,23	65	3	32
	40	6	1,34	1,34	45	229,16	48	2,6	0,8	1,97	0,39	61	10	29
6CR ₁	40	1	1,20	1,20	63	333,59	54	2,6	1,5	2,03	0,74	54	14	33
	40	2	1,52	1,52	55	301,68	42	2,6	0,8	1,83	0,42	69	6	25
	40	3	1,29	1,29	41	243,66	48	2,5	0,8	2,35	0,35	45	9	46
6CR ₂	40	4	1,43	1,43	37	171,14	46	2,7	1,1	1,58	0,72	74	7	19
	40	5	1,34	1,34	36	191,45	48	2,6	1,4	1,72	0,79	75	8	17

	40	6	1,37	1,37	37	130,53	48	2,6	0,9	1,73	0,52	76	6	18
8CR ₁	40	1	1,45	1,45	57	162,44	46	2,7	1,3	1,92	0,68	65	10	24
	40	2	1,37	1,37	38	145,04	46	2,6	0,3	1,97	0,17	64	7	29
	40	3	1,49	1,49	66	176,95	41	2,5	1,2	1,75	0,66	73	5	22
8CR ₂	40	4	1,43	1,43	64	133,43	45	2,6	1,1	1,82	0,59	68	7	25
	40	5	1,46	1,46	67	121,83	45	2,7	0,9	1,87	0,49	66	3	31
	40	6	1,52	1,52	80	179,85	44	2,7	0,5	2,04	0,25	58	5	37
4CR ₁	50	1	1,34	1,34	38	159,54	47	2,5	0,3	1,88	0,17	59	4	37
	50	2	1,41	1,41	42	145,04	44	2,5	0,4	1,82	0,22	59	7	35
	50	3	1,38	1,38	40	116,03	42	2,4	0,3	1,90	0,14	57	4	39
4CR ₂	50	4	1,31	1,31	43	249,46	48	2,5	0,5	1,86	0,24	60	5	35
	50	5	1,36	1,36	43	214,66	46	2,5	0,4	1,79	0,24	64	3	33
	50	6	1,26	1,26	43	258,17	50	2,5	0,5	1,92	0,25	55	7	38
6CR ₁	50	1	1,45	1,45	68	333,59	46	2,7	1,2	1,90	0,61	56	9	34
	50	2	1,49	1,49	42	301,68	43	2,6	0,5	1,64	0,33	69	6	25
	50	3	1,27	1,27	41	263,97	48	2,5	0,6	2,20	0,29	42	6	52
6CR ₂	50	4	1,42	1,42	41	200,15	45	2,6	0,3	1,56	0,16	73	5	22
	50	5	1,44	1,44	40	226,26	42	2,5	0,4	1,54	0,25	78	2	20
	50	6	1,38	1,38	41	234,96	46	2,5	0,8	1,57	0,48	76	5	19
8CR ₁	50	1	1,43	1,43	56	194,35	43	2,5	1,1	1,82	0,63	61	11	27
	50	2	1,39	1,39	36	188,55	45	2,5	0,5	1,78	0,27	65	6	29
	50	3	1,34	1,34	57	255,27	48	2,6	0,6	1,57	0,35	74	3	22
8CR ₂	50	4	1,60	1,60	61	159,54	37	2,5	1,0	1,66	0,62	67	9	24
	50	5	1,47	1,47	62	145,04	45	2,7	0,5	1,76	0,29	64	2	34

	50	6	1,48	1,48	64	174,05	42	2,6	0,4	1,82	0,24	57	4	39
4CR ₁	60	1	1,35	1,35	36	188,55	48	2,6	0,3	1,80	0,17	54	7	39
	60	2	1,39	1,39	42	162,44	44	2,5	0,5	1,70	0,30	59	4	37
	60	3	1,28	1,28	38	127,63	49	2,5	0,3	1,68	0,17	62	2	36
4CR ₂	60	4	1,26	1,26	40	287,17	51	2,6	0,4	1,72	0,21	58	8	34
	60	5	1,27	1,27	39	223,36	50	2,6	0,5	1,60	0,28	65	7	28
	60	6	1,25	1,25	41	269,77	51	2,6	0,3	1,83	0,15	51	8	40
6CR ₁	60	1	1,48	1,48	40	333,59	43	2,6	0,2	1,85	0,11	52	9	39
	60	2	1,48	1,48	39	301,68	45	2,7	0,3	1,52	0,22	67	7	25
	60	3	1,26	1,26	39	266,87	49	2,5	0,4	1,99	0,22	44	8	48
6CR ₂	60	4	1,34	1,34	44	243,66	49	2,6	0,5	1,49	0,30	73	3	23
	60	5	1,39	1,39	44	220,46	47	2,6	0,5	1,46	0,34	76	4	20
	60	6	1,36	1,36	44	261,07	48	2,6	0,5	1,47	0,32	75	4	22
8CR ₁	60	1	1,41	1,41	55	255,27	44	2,5	0,4	1,72	0,21	61	6	33
	60	2	1,27	1,27	35	240,76	53	2,7	0,1	1,68	0,09	63	5	32
	60	3	1,29	1,29	57	237,86	49	2,6	0,3	1,44	0,21	76	1	23
8CR ₂	60	4	1,42	1,42	59	168,24	45	2,6	0,5	1,53	0,33	67	6	26
	60	5	1,45	1,45	61	162,44	46	2,7	0,4	1,63	0,26	61	2	37
	60	6	1,42	1,42	56	171,14	42	2,4	0,2	1,70	0,15	56	4	39
4CR ₁	70	1	1,27	1,27	34	191,45	50	2,5	0,2	1,68	0,12	54	8	39
	70	2	1,35	1,35	41	191,45	44	2,4	0,4	1,62	0,24	58	4	38
	70	3	1,24	1,24	38	200,15	51	2,5	0,3	1,55	0,19	62	4	34
4CR ₂	70	4	1,27	1,27	36	301,68	51	2,6	0,3	1,55	0,18	60	8	32

	70	5	1,28	1,28	37	287,17	51	2,6	0,3	1,47	0,22	65	9	26
	70	6	1,26	1,26	35	263,97	51	2,6	0,2	1,63	0,14	55	7	37
6CR ₁	70	1	1,30	1,30	40	333,59	52	2,7	0,4	1,71	0,22	53	7	39
	70	2	1,35	1,35	38	301,68	44	2,4	0,3	1,44	0,23	66	7	27
	70	3	1,22	1,22	38	266,87	54	2,7	0,4	1,92	0,23	42	3	55
6CR ₂	70	4	1,29	1,29	35	258,17	49	2,5	0,4	1,41	0,30	71	5	23
	70	5	1,37	1,37	42	223,36	47	2,6	0,5	1,36	0,39	76	4	20
	70	6	1,33	1,33	38	301,68	48	2,6	0,5	1,38	0,34	74	5	22
8CR ₁	70	1	1,37	1,37	47	266,87	48	2,6	0,2	1,62	0,13	61	5	34
	70	2	1,34	1,34	35	266,87	48	2,6	0,3	1,48	0,22	69	3	28
	70	3	1,31	1,31	55	214,66	48	2,5	0,4	1,35	0,32	76	1	22
8CR ₂	70	4	1,60	1,60	57	185,65	38	2,6	0,3	1,41	0,21	70	4	25
	70	5	1,38	1,38	59	174,05	45	2,5	0,4	1,46	0,24	63	0	37
	70	6	1,44	1,44	50	185,65	44	2,6	0,1	1,62	0,05	51	5	43
4CR ₁	80	1	1,39	1,39	37	197,25	41	2,3	0,3	1,64	0,17	50	9	41
	80	2	1,39	1,39	39	182,75	45	2,5	0,5	1,55	0,34	57	4	39
	80	3	1,37	1,37	36	229,16	46	2,5	0,3	1,53	0,18	58	6	36
4CR ₂	80	4	1,35	1,35	30	321,98	46	2,5	0,3	1,50	0,20	56	10	34
	80	5	1,39	1,39	20	336,49	44	2,5	0,5	1,47	0,31	58	11	31
	80	6	1,31	1,31	39	269,77	49	2,6	0,1	1,54	0,09	54	10	37
6CR ₁	80	1	1,35	1,35	39	333,59	49	2,7	0,4	1,61	0,25	54	7	39
	80	2	1,52	1,52	37	301,68	39	2,5	0,2	1,34	0,15	67	7	25
	80	3	1,28	1,28	38	266,87	52	2,7	0,2	1,75	0,10	44	2	53
6CR ₂	80	4	1,33	1,33	33	275,57	49	2,6	0,4	1,34	0,28	69	3	28

	80	5	1,37	1,37	44	232,06	49	2,7	0,4	1,30	0,33	73	3	23
	80	6	1,35	1,35	38	304,58	49	2,6	0,4	1,32	0,30	71	3	26
8CR ₁	80	1	1,45	1,45	46	275,57	41	2,5	0,2	1,54	0,12	60	4	36
	80	2	1,45	1,45	35	272,67	43	2,5	0,2	1,40	0,13	69	3	29
	80	3	1,45	1,45	59	191,45	44	2,6	0,2	1,27	0,14	77	1	22
8CR ₂	80	4	1,59	1,59	58	214,66	38	2,6	0,3	1,33	0,22	71	4	25
	80	5	1,30	1,30	60	176,95	50	2,6	0,3	1,42	0,21	59	2	39
	80	6	1,39	1,39	50	194,35	48	2,7	0,1	1,55	0,06	51	3	45
4CT ₁	10	1	1,13	1,13	39	81,22	54	2,5	2,1	3,47	0,62	59	13	28
	10	2	1,07	1,07	36	84,12	57	2,5	2,2	3,41	0,65	62	10	28
	10	3	1,12	1,12	53	150,84	54	2,4	1,6	3,74	0,42	53	10	36
4CT ₂	10	4	1,31	1,31	32	92,82	45	2,4	1,6	3,79	0,43	53	14	32
	10	5	1,35	1,35	84	95,72	42	2,3	1,4	3,87	0,36	49	18	33
	10	6	1,15	1,15	32	63,82	55	2,6	1,2	3,43	0,34	62	14	24
6CT ₁	10	1	1,26	1,26	41	81,22	47	2,4	2,3	3,79	0,61	51	15	34
	10	2	1,21	1,21	41	78,32	48	2,3	3,5	3,56	0,98	55	17	28
	10	3	1,20	1,20	43	84,12	49	2,3	3,2	3,84	0,82	48	17	35
6CT ₂	10	4	1,29	1,29	33	81,22	48	2,5	2,2	3,13	0,70	73	5	22
	10	5	1,24	1,24	36	58,02	50	2,5	1,2	3,06	0,39	76	2	22
	10	6	1,22	1,22	34	72,52	54	2,6	1,8	3,04	0,58	74	4	22
8CT ₁	10	1	1,28	1,28	52	95,72	52	2,7	1,7	3,11	0,55	71	10	18
	10	2	1,26	1,26	56	101,53	53	2,7	1,6	3,29	0,47	67	8	25
	10	3	1,22	1,22	61	78,32	52	2,5	1,1	3,88	0,27	54	4	42

8CT ₂	10	4	1,27	1,27	59	63,82	51	2,6	1,6	3,62	0,45	58	11	31
	10	5	1,12	1,12	57	101,53	54	2,4	2,0	4,19	0,49	40	17	43
	10	6	1,04	1,04	60	81,22	60	2,6	1,6	3,66	0,43	57	10	33
4CT ₁	20	1	1,18	1,18	41	121,83	54	2,6	2,6	2,57	1,00	59	14	27
	20	2	1,19	1,19	40	145,04	53	2,6	2,6	2,53	1,04	60	16	24
	20	3	1,23	1,23	53	147,94	51	2,5	1,6	2,82	0,57	52	9	38
4CT ₂	20	4	1,44	1,44	65	89,92	41	2,4	1,4	2,78	0,50	57	10	32
	20	5	1,45	1,45	44	101,53	40	2,4	1,4	3,04	0,47	47	10	43
	20	6	1,30	1,30	33	66,72	47	2,4	0,9	2,52	0,36	63	14	22
6CT ₁	20	1	1,12	1,12	43	127,63	51	2,3	2,4	2,78	0,85	53	15	32
	20	2	1,28	1,28	42	136,34	48	2,5	3,1	2,66	1,18	55	17	28
	20	3	1,21	1,21	47	92,82	44	2,2	2,8	2,86	1,00	48	16	36
6CT ₂	20	4	1,31	1,31	32	104,43	49	2,6	2,1	2,34	0,88	74	4	22
	20	5	1,29	1,29	46	98,63	50	2,6	1,3	2,19	0,59	79	3	18
	20	6	1,29	1,29	35	101,53	50	2,6	1,6	2,26	0,70	75	4	21
8CT ₁	20	1	1,43	1,43	56	104,43	45	2,6	1,6	2,36	0,70	69	8	22
	20	2	1,34	1,34	58	98,63	49	2,6	1,7	2,47	0,68	66	9	25
	20	3	1,44	1,44	60	139,24	42	2,5	1,0	2,95	0,34	51	7	42
8CT ₂	20	4	1,29	1,29	59	113,13	50	2,6	1,5	2,71	0,56	57	11	31
	20	5	1,27	1,27	66	113,13	51	2,6	1,9	3,02	0,63	42	18	40
	20	6	1,25	1,25	70	159,54	53	2,6	1,5	2,67	0,57	58	12	30
4CT ₁	30	1	1,28	1,28	41	116,03	50	2,6	2,1	2,16	0,98	60	12	28
	30	2	1,23	1,23	40	136,34	52	2,5	2,2	2,16	1,02	61	11	28

	30	3	1,32	1,32	43	153,74	48	2,6	1,4	2,32	0,59	55	10	35
4CT ₂	30	4	1,42	1,42	35	104,43	44	2,5	0,9	2,71	0,33	43	12	45
	30	5	1,45	1,45	47	110,23	43	2,5	1,4	2,52	0,55	47	10	43
	30	6	1,29	1,29	33	92,82	48	2,5	1,0	2,17	0,46	62	12	26
6CT ₁	30	1	1,28	1,28	43	121,83	50	2,5	2,1	2,33	0,90	53	13	34
	30	2	1,25	1,25	45	150,84	51	2,6	2,3	2,30	0,98	53	14	33
	30	3	1,19	1,19	43	101,53	49	2,3	2,7	2,29	1,20	52	15	33
6CT ₂	30	4	1,28	1,28	33	127,63	52	2,6	2,0	1,91	1,03	78	1	21
	30	5	1,35	1,35	45	145,04	49	2,7	1,1	1,89	0,59	79	4	17
	30	6	1,35	1,35	36	121,83	48	2,6	1,2	1,91	0,64	75	2	23
8CT ₁	30	1	1,46	1,46	58	75,42	46	2,7	2,0	1,98	0,99	69	10	20
	30	2	1,35	1,35	65	101,53	45	2,4	1,4	2,13	0,64	63	11	25
	30	3	1,40	1,40	66	188,55	47	2,6	1,0	2,45	0,41	53	4	43
8CT ₂	30	4	1,46	1,46	58	75,42	46	2,7	2,0	1,98	0,99	69	10	20
	30	5	1,35	1,35	65	101,53	45	2,4	1,4	2,13	0,64	63	11	25
	30	6	1,40	1,40	66	188,55	47	2,6	1,0	2,45	0,41	53	4	43
4CT ₁	40	1	1,29	1,29	42	133,43	48	2,5	0,2	1,97	0,12	62	5	33
	40	2	1,38	1,38	40	147,94	46	2,5	1,2	1,96	0,60	61	5	34
	40	3	1,35	1,35	42	179,85	48	2,6	0,4	2,14	0,20	52	5	43
4CT ₂	40	4	1,38	1,38	32	205,95	43	2,4	0,7	2,41	0,28	43	10	47
	40	5	1,27	1,27	44	240,76	50	2,5	1,4	2,10	0,68	51	8	41
	40	6	1,37	1,37	24	139,24	46	2,5	0,5	1,92	0,28	61	14	24
6CT ₁	40	1	1,25	1,25	44	142,14	52	2,6	0,9	2,33	0,39	48	5	47
	40	2	1,21	1,21	46	153,74	53	2,6	1,6	2,12	0,76	54	4	42

	40	3	1,16	1,16	45	165,34	54	2,5	2,0	2,14	0,92	44	18	38
6CT ₂	40	4	1,23	1,23	36	168,24	46	2,3	1,9	1,68	1,12	78	4	18
	40	5	1,43	1,43	39	176,95	45	2,6	1,1	1,66	0,64	79	3	18
	40	6	1,42	1,42	35	142,14	44	2,5	0,8	1,77	0,46	71	2	26
8CT ₁	40	1	1,48	1,48	63	92,82	42	2,6	1,7	1,71	1,02	72	10	18
	40	2	1,46	1,46	60	139,24	43	2,5	1,3	1,90	0,66	64	7	29
	40	3	1,46	1,46	71	269,77	44	2,6	0,9	2,18	0,40	52	5	43
8CT ₂	40	4	1,43	1,43	63	153,74	46	2,7	0,6	1,95	0,28	64	8	28
	40	5	1,25	1,25	60	159,54	49	2,5	1,0	2,45	0,40	38	12	50
	40	6	1,43	1,43	67	185,65	46	2,6	1,3	1,98	0,67	61	8	31
4CT ₁	50	1	1,39	1,39	42	147,94	45	2,5	0,2	1,80	0,13	61	4	35
	50	2	1,28	1,28	43	153,74	51	2,6	0,4	1,81	0,23	61	3	36
	50	3	1,31	1,31	45	174,05	48	2,5	0,3	2,00	0,15	51	4	45
4CT ₂	50	4	1,31	1,31	33	316,18	48	2,5	0,4	2,22	0,16	42	8	50
	50	5	1,33	1,33	29	298,78	48	2,6	0,2	2,00	0,12	50	10	39
	50	6	1,36	1,36	25	165,34	48	2,6	0,1	1,82	0,08	58	13	29
6CT ₁	50	1	1,31	1,31	42	179,85	49	2,6	0,4	1,92	0,20	58	4	38
	50	2	1,29	1,29	47	182,75	51	2,6	0,3	1,96	0,16	54	4	42
	50	3	1,15	1,15	46	156,64	56	2,6	1,9	1,97	0,95	46	14	40
6CT ₂	50	4	1,35	1,35	36	191,45	49	2,7	1,9	1,51	1,28	79	3	18
	50	5	1,37	1,37	35	185,65	46	2,6	0,9	1,55	0,60	76	4	20
	50	6	1,06	1,06	34	214,66	60	2,6	0,7	1,63	0,45	71	4	24
8CT ₁	50	1	1,39	1,39	68	133,43	48	2,7	1,9	1,54	1,20	74	8	18
	50	2	1,48	1,48	59	136,34	43	2,6	1,3	1,70	0,74	65	8	27

	50	3	1,46	1,46	64	321,98	40	2,4	0,7	1,98	0,36	52	4	43
8CT ₂	50	4	1,44	1,44	62	179,85	45	2,6	0,3	1,80	0,19	63	7	29
	50	5	1,25	1,25	62	197,25	49	2,4	0,2	2,08	0,08	47	8	45
	50	6	1,41	1,41	68	217,56	39	2,3	0,7	1,84	0,36	61	6	33
4CT ₁	60	1	1,35	1,35	40	159,54	48	2,6	0,2	1,67	0,10	61	3	36
	60	2	1,29	1,29	39	162,44	41	2,2	0,2	1,64	0,10	62	6	32
	60	3	1,30	1,30	41	171,14	49	2,6	0,2	1,88	0,13	50	3	47
4CT ₂	60	4	1,27	1,27	32	350,99	47	2,4	0,5	2,07	0,26	41	8	51
	60	5	1,25	1,25	28	339,39	49	2,4	0,4	1,88	0,19	49	11	40
	60	6	1,23	1,23	23	176,95	50	2,5	0,2	1,72	0,10	56	15	29
6CT ₁	60	1	1,27	1,27	41	200,15	52	2,6	0,3	1,70	0,16	62	4	33
	60	2	1,30	1,30	44	211,76	50	2,6	0,3	1,81	0,17	54	4	42
	60	3	1,13	1,13	43	194,35	58	2,7	1,8	1,82	1,02	45	15	40
6CT ₂	60	4	1,34	1,34	44	197,25	50	2,7	1,6	1,43	1,14	77	2	21
	60	5	1,30	1,30	35	217,56	52	2,7	0,1	1,48	0,05	74	4	22
	60	6	1,32	1,32	40	263,97	51	2,7	0,8	1,44	0,59	76	3	21
8CT ₁	60	1	1,39	1,39	60	150,84	46	2,6	0,3	1,49	0,18	73	5	22
	60	2	1,39	1,39	53	142,14	51	2,8	0,5	1,50	0,35	71	4	25
	60	3	1,31	1,31	60	313,28	47	2,5	0,6	1,94	0,31	47	6	46
8CT ₂	60	4	1,38	1,38	59	232,06	48	2,6	0,2	1,64	0,15	62	12	26
	60	5	1,33	1,33	59	223,36	47	2,5	0,1	1,82	0,08	53	8	38
	60	6	1,31	1,31	60	292,98	43	2,3	0,6	1,79	0,31	57	6	37
4CT ₁	70	1	1,29	1,29	38	165,34	48	2,5	0,2	1,57	0,13	60	4	36

	70	2	1,25	1,25	37	185,65	51	2,5	0,1	1,58	0,08	60	4	36
	70	3	1,23	1,23	37	185,65	47	2,3	0,1	1,77	0,08	48	4	48
4CT ₂	70	4	1,23	1,23	22	350,99	50	2,5	0,1	1,57	0,05	56	15	28
	70	5	1,23	1,23	22	362,59	50	2,5	0,1	1,57	0,05	56	15	28
	70	6	1,23	1,23	22	182,75	50	2,5	0,1	1,57	0,05	56	15	28
6CT ₁	70	1	1,26	1,26	40	205,95	53	2,7	0,2	1,58	0,15	62	5	32
	70	2	1,28	1,28	40	229,16	48	2,5	0,2	1,67	0,10	55	2	43
	70	3	1,17	1,17	42	188,55	54	2,6	1,5	1,70	0,90	47	10	43
6CT ₂	70	4	1,35	1,35	38	179,85	48	2,6	1,7	1,37	1,21	74	2	24
	70	5	1,05	1,05	34	249,46	60	2,6	0,4	1,41	0,27	71	5	24
	70	6	1,20	1,20	36	327,79	54	2,6	1,0	1,38	0,73	73	4	24
8CT ₁	70	1	1,32	1,32	57	159,54	51	2,7	0,3	1,37	0,20	75	4	21
	70	2	1,37	1,37	52	168,24	48	2,7	0,3	1,38	0,22	73	2	25
	70	3	1,31	1,31	58	310,38	50	2,6	0,5	1,79	0,26	50	1	49
8CT ₂	70	4	1,36	1,36	57	272,67	47	2,6	0,2	1,54	0,10	62	8	30
	70	5	1,40	1,40	56	249,46	41	2,4	0,1	1,64	0,05	56	9	35
	70	6	1,31	1,31	56	298,78	46	2,4	0,5	1,65	0,28	57	7	35
4CT ₁	80	1	1,28	1,28	40	185,65	49	2,5	0,3	1,50	0,22	59	4	37
	80	2	1,39	1,39	39	185,65	46	2,6	0,2	1,50	0,15	60	4	36
	80	3	1,35	1,35	38	194,35	48	2,6	0,1	1,60	0,07	53	1	46
4CT ₂	80	4	1,39	1,39	26	350,99	46	2,6	0,1	1,49	0,04	56	16	29
	80	5	1,39	1,39	26	362,59	46	2,6	0,1	1,49	0,04	56	16	29
	80	6	1,39	1,39	26	185,65	46	2,6	0,1	1,49	0,04	56	16	29
6CT ₁	80	1	1,33	1,33	40	220,46	51	2,7	0,2	1,44	0,12	66	4	29

	80	2	1,34	1,34	41	261,07	50	2,7	0,2	1,57	0,11	55	4	41
	80	3	1,12	1,12	42	197,25	59	2,8	1,1	1,56	0,71	52	7	41
6CT ₂	80	4	1,42	1,42	44	194,35	46	2,6	1,1	1,35	0,84	69	5	25
	80	5	1,42	1,42	44	249,46	46	2,6	1,1	1,34	0,84	69	5	25
	80	6	1,42	1,42	44	333,59	46	2,6	1,1	1,34	0,84	69	5	25
8CT ₁	80	1	1,44	1,44	56	165,34	45	2,6	0,3	1,33	0,26	73	4	23
	80	2	1,41	1,41	54	191,45	46	2,6	0,4	1,31	0,30	73	2	25
	80	3	1,28	1,28	63	310,38	50	2,5	0,3	1,64	0,18	52	1	47
8CT ₂	80	4	1,40	1,40	56	287,17	40	2,3	0,2	1,42	0,11	65	6	28
	80	5	1,36	1,36	56	269,77	45	2,5	0,3	1,49	0,21	61	6	33
	80	6	1,32	1,32	58	313,28	49	2,6	0,5	1,58	0,29	57	5	38

Lampiran 2. Hasil Analisis Ragam Berat Isi Tanah pada Lapisan atas

Berat Isi Tanah	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	2	0,181664	0,090832	14,65	3,08*
	Kelas C-Organik	1	0,037997	0,037997	6,13	3,92*
	Kedalaman (cm)	3	0,407028	0,135676	21,89	2,68*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	0,007154	0,003577	0,58	3,08 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	0,032593	0,005432	0,88	2,18 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	0,011615	0,003872	0,62	2,68 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	0,034765	0,005794	0,93	2,18 (tn)
	Error	115	0,712933	0,006199		
	Total	143	1,494299			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Kode Lahan Pengamatan	Berat Isi Tanah (g cm ⁻³)	
	Lapisan Atas	Lapisan bawah
4CR	1,30 ab	1,32 b
6CR	1,30 ab	1,37 c
8CR	1,39 c	1,42 d
4CT	1,29 a	1,31 ab
6CT	1,26 a	1,27 a
8CT	1,34 b	1,37 c
s.e.d	0,023	0,019

Keterangan : Lapisan Atas : Rerata kedalaman 0-40 cm, Lapisan bawah : Rerata kedalaman 41-80 cm ; Angka yang didampingi dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Lampiran 3. Hasil Analisis Ragam Berat Jenis Tanah Lapisan Atas

Berat Jenis Tanah	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Ulangan	5	0,070539	0,014108	1,52	2,29 (tn)
	Waktu (bulan)	2	0,089016	0,044508	4,80	3,08*
	Kelas C-Organik	1	0,048975	0,048975	5,28	3,92*
	Kedalaman (cm)	3	0,052985	0,017662	1,90	2,68 (tn)
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	0,089828	0,044914	4,84	3,08*
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	0,032786	0,005464	0,59	2,18 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	0,021402	0,007134	0,77	2,68 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	0,044271	0,007379	0,80	2,18 (tn)
	Error	115	1,066566	0,009274		
	Total	143	1,516367			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 4. Hasil Analisis Ragam Porositas Total pada Lapisan atas

Porositas	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	2	145,99	72,99	5,50	3,08*
	Kelas C-Organik	1	10,65	10,65	0,80	3,92 (tn)
	Kedalaman (cm)	3	405,26	135,09	10,18	2,68*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	61,65	30,83	2,32	3,08 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	92,09	15,35	1,16	2,18 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	2,26	0,75	0,06	2,68 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	104,32	17,39	1,31	2,18 (tn)
	Error	115	1525,39	13,26		
	Total	143	2468,95			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Kode Lahan Pengamatan	Porositas Total Tanah (%)	
	Lapisan Atas	Lapisan bawah
4CR	48,48 b	47,40 b
6CR	49,70 b	47,25 b
8CR	45,79 a	44,67 a
4CT	48,25 b	47,87 b
6CT	49,18 b	51,58 c
8CT	48,17 b	46,02 ab
s.e.d	1,051	0,955

Keterangan : Lapisan Atas : Rerata kedalaman 0-40 cm, Lapisan bawah : Rerata kedalaman 41-80 cm ; Angka yang didampingi dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Lampiran 5. Hasil Analisis Ragam Ketahanan Penetrasi pada Lapisan atas

Ketahanan Penetrasi	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	2	14938	7469	4,99	3,08*
	Kelas C-Organik	1	8888	8888	5,94	3,92*
	Kedalaman (cm)	3	158231	52744	35,23	2,68*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	25464	12732	8,50	3,08*
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	8996	1499	1,00	2,18 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	7251	2417	1,61	2,68 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	4309	718	0,48	2,18 (tn)
	Error	115	172163	1497		
	Total	143	414705			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Kode Lahan Pengamatan	Ketahanan Penetrasi (psi)	
	Lapisan Atas	Lapisan bawah
4CR	120,86 a	223,96 a
6CR	171,39 b	274,48 b
8CR	122,32 a	207,16 a
4CT	125,10 a	229,76 a
6CT	118,08 a	218,04 a
8CT	124,25 a	230,73 a
s.e.d	11,169	16,627

Keterangan : Lapisan Atas : Rerata kedalaman 0-40 cm, Lapisan bawah : Rerata kedalaman 41-80 cm ; Angka yang didampingi dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Lampiran 6. Hasil Analisis Ragam Kemantapan Agregat pada Lapisan atas

Agregat	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	2	12453,21	6226,61	100,30	3,08*
	Kelas C-Organik	1	9,05	9,05	0,15	3,92 (tn)
	Kedalaman (cm)	3	111,58	37,19	0,60	2,68 (tn)
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	116,34	58,17	0,94	3,08 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	459,43	76,57	1,23	2,18 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	67,28	22,43	0,36	2,68 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	129,12	21,52	0,35	2,18 (tn)
	Error	115	7139,02	62,08		
	Total	143	2038,54			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Kode Lahan Pengamatan	Kemantapan Agregat (Jumlah Tetesan)	
	Lapisan Atas	Lapisan bawah
4CR	40,14 a	37,71 b
6CR	41,97 a	41,01 b
8CR	60,17 b	52,80 c
4CT	42,32 a	32,90 a
6CT	39,98 a	40,37 b
8CT	61,49 b	58,92 d
s.e.d	2,274	1,760

Keterangan : Lapisan Atas : Rerata kedalaman 0-40 cm, Lapisan bawah : Rerata kedalaman 41-80 cm ; Angka yang didampingi dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Lampiran 7. Hasil Analisis Ragam Berat Isi Tanah pada Lapisan bawah

Berat Isi Tanah	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	2	0,182789	0,091394	21,09	3,08*
	Kelas C-Organik	1	0,106463	0,106463	24,56	3,92*
	Kedalaman (cm)	3	0,123516	0,041172	9,50	2,68*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	0,036434	0,018217	4,20	3,08*
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	0,037852	0,006309	1,46	2,18 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	0,007338	0,002446	0,56	2,68 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	0,022967	0,003828	0,88	2,18 (tn)
	Error	115	0,498465	0,004334		
	Total	143	1,157372			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 8. Hasil Analisis Ragam Berat Jenis Tanah pada Lapisan Bawah

Berat Jenis Tanah	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Ulangan	5	0,021350	0,004270	0,57	2,29 (tn)
	Waktu (bulan)	2	0,243334	0,121667	16,21	3,08*
	Kelas C-Organik	1	0,000039	0,000039	0,01	3,92 (tn)
	Kedalaman (cm)	3	0,025323	0,008441	1,12	2,68 (tn)
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	0,025149	0,012575	1,67	3,08 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	0,031947	0,005325	0,71	2,18 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	0,023976	0,007992	1,06	2,68 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	0,073305	0,012218	1,63	2,18 (tn)
	Error	115	0,863392	0,007508		
	Total	143	1,307816			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 9. Hasil Analisis Ragam Porositas Total pada Lapisan bawah

Porositas	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	2	389,54	199,27	18,21	3,08*
	Kelas C-Organik	1	151,76	151,76	13,87	3,92*
	Kedalaman (cm)	3	156,36	52,12	4,76	2,68*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	98,05	49,03	4,48	3,08*
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	36,44	6,07	0,56	2,18 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	13,10	4,37	0,40	2,68 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	58,34	9,72	0,89	2,18 (tn)
	Error	115	1258,13	10,94		
	Total	143	2330,52			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 10. Hasil Analisis Ragam Ketahanan Penetrasi pada Lapisan bawah

Ketahanan Penetrasi	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	2	18962	9481	2,86	3,08 (tn)
	Kelas C-Organik	1	2932	2932	0,88	3,92 (tn)
	Kedalaman (cm)	3	43927	14642	4,41	2,68*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	42369	21184	6,39	3,08*
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	547	91	0,03	2,18 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	413	138	0,04	2,68 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	4143	691	0,21	2,18 (tn)
	Error	115	381516	3318		
	Total	143	527765			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 11. Hasil Analisis Ragam Agregat pada Lapisan bawah

Agregat	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	2	10901,07	5450,53	146,57	3,08*
	Kelas C-Organik	1	1,79	1,79	0,05	3,92 (tn)
	Kedalaman (cm)	3	675,51	225,17	6,05	2,68*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	730,62	365,31	9,82	3,08*
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	53,90	8,98	0,24	2,18 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	93,38	31,13	0,84	2,68 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	133,52	22,25	0,60	2,18 (tn)
	Error	115	4276,65	37,19		
	Total	143	17238,23			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 12. Hasil Analisis Ragam Berat Isi Tanah pada Kedalaman 0-80 cm

Berat Isi Tanah	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	2	0,359430	0,179715	33,23	3,03*
	Kelas C-Organik	1	0,135833	0,135833	25,12	3,88*
	Kedalaman (cm)	7	0,589107	0,084158	15,56	2,05*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	0,031824	0,015912	2,94	3,03 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	14	0,075468	0,005391	1,00	1,73 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	7	0,027580	0,003940	0,73	2,05 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	14	0,069496	0,004964	0,92	1,73 (tn)
	Error	235	1,270907	0,005408		
	Total	287	2,710235			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Berat Isi Tanah (gr/cm ³)	Waktu (bulan)		
	4	6	8
	1,31 b	1,30 b	1,38 a
s.e.d	0,010		

Keterangan : Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Berat Isi Tanah (gr/cm ³)	Kelas C _{Organik} Tanah	
	R	T
	1,34 a	1,31 b
s.e.d	0,008	

Keterangan : Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Kedalaman (cm)	Berat Isi Tanah (gr/cm ³)
10	1,23 d
20	1,31 bc
30	1,34 abc
40	1,37 a
50	1,37 a
60	1,33 abc
70	1,30 c
80	1,37 a
s.e.d	0,017

Keterangan : Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Lampiran 13. Hasil Analisis Ragam Porositas Total pada Kedalaman 0-80 cm

Porositas	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	2	513,47	256,74	20,84	3,03*
	Kelas C-Organik	1	120,40	121,40	9,85	3,88*
	Kedalaman (cm)	7	607,36	86,77	7,04	2,05*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	50,19	25,09	2,04	3,03 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	14	159,59	11,40	0,93	1,73 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	7	56,37	8,50	0,65	2,05 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	14	272,17	19,44	1,58	1,73 (tn)
	Error	235	2895,65	12,32		
	Total	287	4845,21			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Porositas	Waktu (bulan)		
	4	6	8
Total Tanah (%)	48,00 b	49,42 a	46,15 c
s.e.d	0,507		

Keterangan : Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Porositas	Kelas C _{Organik} Tanah	
	R	T
Total Tanah (%)	47,21 a	48,50 b
s.e.d	0,414	

Keterangan : Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Kedalaman (cm)	Porositas Total Tanah (%)
10	50,98 c
20	48,09 ab
30	47,51 ab
40	46,46 a
50	46,33 a
60	48,09 ab
70	48,84 b
80	46,59 a
s.e.d	0,827

Keterangan : Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Lampiran 14. Hasil Analisis Ragam Ketahanan Penetrasi pada Kedalaman 0-80 cm

	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
Ketahanan Penetrasi	Waktu (bulan)	2	33041	16520	6,52	3,03*
	Kelas C-Organik	1	11015	11015	4,34	3,88*
	Kedalaman (cm)	7	927323	132475	52,25	2,05*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	65756	32878	12,97	3,03*
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	14	10403	743	0,29	1,73 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	7	8468	1210	0,48	2,05 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	14	10530	752	0,30	1,73 (tn)
	Error	235	595763	2535		
	Total	287	1667635			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Ketahanan Penetrasi Tanah (psi)	Waktu (bulan)		
	4	6	8
	174,92 a	195,50 b	171,11 a
s.e.d	7,270		

Keterangan : Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Ketahanan Penetrasi Tanah (psi)	Kelas C _{Organik} Tanah	
	R	T
	186,70 b	174,33 a
s.e.d	5,930	

Keterangan : Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Kedalaman (cm)	Ketahanan Penetrasi Tanah (psi)
10	84,52 f
20	119,82 ef
30	141,17 de
40	175,82 cd
50	204,83 bc
60	225,61 ab
70	241,33 ab
80	251,00 a
s.e.d	11,870

Keterangan : Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Lampiran 15. Hasil Analisis Ragam Agregat pada Kedalaman 0-80 cm

	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
Agregat	Waktu (bulan)	2	22916,85	11458,43	231,68	3,03*
	Kelas C-Organik	1	9,44	9,44	0,19	3,88 (tn)
	Kedalaman (cm)	7	1787,07	255,30	5,16	2,05*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	405,60	202,80	4,10	3,03*
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	14	950,76	67,91	1,37	1,73 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	7	162,06	23,15	0,47	2,05 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	14	703,99	50,28	1,02	1,73 (tn)
	Error	235	11622,80	59,46		
	Total	287	39176,75			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Kemantapan Agregat Tanah	Waktu (bulan)		
	4	6	8
	38,27 a	40,84 b	58,34 c
s.e.d	1,015		

Keterangan : Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Kedalaman (cm)	Kemantapan Agregat
10	46,31 bc
20	48,66 c
30	47,55 bc
40	48,19 bc
50	47,12 bc
60	44,72 ab
70	41,55 a
80	42,42 a
s.e.d	1,658

Keterangan : Angka yang didampingi dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata menurut uji Duncan dengan taraf 5 %

Lampiran 16. Hasil Analisis Ragam Persentase Partikel Pasir Tanah

Tekstur Tanah	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Ulangan	5	2992,54	598,51	8,04	2,25 *
	Waktu (bulan)	2	2949,52	1474,76	19,81	3,03*
	Kelas C-Organik	1	623,55	623,55	8,38	3,88*
	Kedalaman (cm)	7	30,06	4,29	0,06	2,05 (tn)
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	199,95	99,98	1,34	3,03 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	14	139,65	9,98	0,13	1,73 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	7	166,28	23,75	0,32	2,05(tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	14	136,12	9,72	0,13	1,73 (tn)
	Error	235	17493,65	74,44		
	Total	287	24731,34			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 17. Hasil Analisis Ragam Persentase Partikel Debu Tanah

Tekstur Tanah	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Ulangan	5	56,20	11,24	0,87	2,25*
	Waktu (bulan)	2	161,92	80,96	6,29	3,03*
	Kelas C-Organik	1	296,60	296,60	23,03	3,88*
	Kedalaman (cm)	7	516,37	73,77	5,73	2,05*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	101,89	50,95	3,96	3,03*
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	14	199,67	14,26	1,11	1,73 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	7	129,97	18,57	1,44	2,05 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	14	42,86	3,06	0,24	1,73 (tn)
	Error	235	3026,72	12,08		
	Total	287	4532,22			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 18. Hasil Analisis Ragam Persentase Partikel Liat Tanah

Tekstur Tanah	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Ulangan	5	3259,61	651,92	11,54	2,25*
	Waktu (bulan)	2	1771,54	885,77	15,69	3,03*
	Kelas C-Organik	1	60,04	60,04	1,06	3,88 (tn)
	Kedalaman (cm)	7	533,93	76,28	1,35	2,05 (tn)
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	112,84	56,42	1,00	3,03 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	14	203,39	14,53	0,26	1,73 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	7	214,04	30,58	0,54	2,05 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	14	201,59	14,40	0,26	1,73 (tn)
	Error	235	13270,04	56,47		
	Total	287	19627,04			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 19. Hasil Analisis Ragam $C_{Organik}$ Tanah pada Lapisan Atas

C-Organik Tanah	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	2	3,6852	1,8426	17,78	3,08*
	Kelas C-Organik	1	0,5339	0,5339	5,15	3,92*
	Kedalaman (cm)	3	1,8611	0,6204	5,99	2,68*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	1,9814	0,9907	9,56	3,08*
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	0,7027	0,1171	1,13	2,18 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	0,0241	0,0080	0,08	2,68 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	0,0389	0,0065	0,06	2,18(tn)
	Error	115	11,9156	0,1036		
	Total	143	21,6552			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 20. Hasil Analisis Ragam Nisbah $C_{Organik}/C_{Ref}$ pada Lapisan Atas

C-Organik /CRef	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	2	1,72038	0,86019	19,61	3,08*
	Kelas C-Organik	1	0,22103	0,22103	5,04	3,92*
	Kedalaman (cm)	3	0,36260	0,12087	2,76	2,68*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	0,87274	0,43637	9,95	3,08*
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	0,27100	0,04517	1,03	2,18 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	0,1245	0,00415	0,09	2,68 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	0,02885	0,0481	0,11	2,18 (tn)
	Error	115	5,04396	0,04386		
	Total	143	8,86301			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 21. Hasil Analisis Ragam Nisbah BI/BI_{Ref} pada Lapisan Atas

BI/BI Ref	Sumber Keragaman (SK)	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	2	0,205636	0,102818	14,00	3,08*
	Kelas C-Organik	1	0,093341	0,093341	12,71	3,92*
	Kedalaman (cm)	3	0,468598	0,156199	21,27	2,68*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	0,001763	0,000881	0,12	3,08 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	0,43319	0,007220	0,98	2,18 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	0,041797	0,013932	1,90	2,68 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	0,040704	0,006784	0,92	2,18 (tn)
	Error	115	0,844691	0,007345		
	Total	143	2,037352			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 22. Hasil Analisis Ragam $C_{Organik}$ pada Lapisan Bawah

Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
Waktu (bulan)	2	3,6852	1,8426	17,78	3,08*
Kelas C-Organik	1	0,5339	0,5339	5,15	3,92*
Kedalaman (cm)	3	1,8611	0,6204	5,99	2,68*
Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	1,9814	0,9907	9,56	3,08*
Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	0,7027	0,1171	1,13	2,18 (tn)
Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	0,0241	0,0080	0,08	2,68 (tn)
Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	0,0389	0,0065	0,06	2,18 (tn)
Error	115	11,9156	0,1036		
Total	143	21,6552			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 23. Hasil Analisis Ragam Nisbah $C_{Organik}/C_{Ref}$ pada Lapisan Bawah

Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
Waktu (bulan)	2	1,72038	0,86019	19,61	3,08*
Kelas C-Organik	1	0,22103	0,22103	5,04	3,92*
Kedalaman (cm)	3	0,36260	0,12087	2,76	2,68*
Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	0,87274	0,43637	9,95	3,08*
Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	0,27100	0,04517	1,03	2,18 (tn)
Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	0,01245	0,00415	0,09	2,68 (tn)
Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	0,02885	0,00481	0,11	2,18 (tn)
Error	115	5,04396	0,04386		
Total	143	8,86301			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 24. Hasil Analisis Ragam Nisbah BI/BI_{Ref} pada Lapisan Bawah

Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
Waktu (bulan)	2	0,205636	0,102818	14,00	3,08*
Kelas C-Organik	1	0,093341	0,093341	12,71	3,92*
Kedalaman (cm)	3	0,468598	0,156199	21,27	2,68*
Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	2	0,001763	0,000881	0,12	3,08 (tn)
Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	6	0,043319	0,007220	0,98	2,18 (tn)
Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	0,041797	0,013932	1,90	2,68 (tn)
Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	6	0,040704	0,006784	0,92	2,18 (tn)
Error	115	0,844691	0,007345		
Total	143	2,037352			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 25. Hasil Analisis Ragam Perbandingan Subsoiler dan non-Subsoiler

Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
Waktu (bulan)	1	1102,65	1102,65	19,64	3,98*
Kelas C-Organik	1	63,86	63,86	1,14	3,98 (tn)
Kedalaman (cm)	3	259,25	86,42	1,54	2,73 (tn)
Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	1	214,26	214,26	3,82	3,98 (tn)
Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	3	102,74	34,25	0,61	2,73 (tn)
Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	136,39	45,46	0,81	2,73 (tn)
Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	83,30	27,77	0,49	2,73 (tn)
Error	75	4211,25	56,15		
Total	93	6960,67			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Ketahanan Penetrasi	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	1	27698	27698	7,84	3,98*
	Kelas C-Organik	1	2533	2533	0,72	3,98 (tn)
	Kedalaman (cm)	3	17546	17546	1,66	2,73 (tn)
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	1	4242	4242	1,20	3,98 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	3	1751	584	0,17	2,73 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	278	93	0,03	2,73 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	1462	487	0,14	2,73 (tn)
	Error	75	264906	3532		
	Total	93	345985			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Kemantapan Agregat	Sumber Keragaman (SK)	db	JK	KT	F Hit	F Tabel
	Waktu (bulan)	1	4883,36	4883,36	84,41	3,98*
	Kelas C-Organik	1	27,31	27,31	0,47	3,98 (tn)
	Kedalaman (cm)	3	1263,80	1263,80	7,28	2,73*
	Waktu (bulan) * Kelas C-Organik	1	1239,84	1239,84	21,43	3,98*
	Waktu (Bulan) * Kedalaman (cm)	3	137,54	45,85	0,79	2,73 (tn)
	Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	76,04	25,35	0,44	2,73 (tn)
	Waktu (Bulan) * Kelas C-Organik * Kedalaman (cm)	3	92,76	30,92	0,53	2,73 (tn)
	Error	75	4338,71	57,85		
	Total	93	13218,09			

Keterangan: * adalah berbeda nyata dengan taraf uji 5% ; tn adalah tidak berbeda nyata dengan taraf uji 5%

Lampiran 26. Prosedur Pengukuran Variabel Pengamatan

Prosedur Pengukuran Berat Isi Ring Tanah

Cara pengambilan contoh tanah dengan menggunakan ring dibahas pada Bab Tinjauan Pustaka, sedangkan prosedur penetapan berat volume tanah sebagai berikut:

1. Membuka tutup ring dan meletakkan contoh tanah dengan ringnya ke dalam suatu cawan aluminium.
2. Mengeringkan di dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam sampai dicapai berat yang konstan. Untuk pengukuran yang lebih teliti, contoh tanah kering dimasukkan ke dalam desikator selama kurang lebih 10 menit sebelum ditimbang.
3. Menimbang berat kering tanah (M_s) + berat ring (M_r) + berat cawan (M_c).
4. Menentukan volume bagian dalam ring (V_t) dan hitung D_b .

$$D_b \frac{M_s}{V_t} = \frac{(M_s + M_r + M_c) - (M_r + M_c)}{V_t}$$

$$V_t = V_s + V_w + V_a = \pi r^2 t$$

V_s adalah voume padatan tanah, V_w volume zat cair dan V_a volume udara tanah. Karena menggunakan ring, V_t lebih mudah dihitung dengan $\pi r^2 t$, dimana r adalah radius bagian dalam dari ring dan t adalah tinggi ring.

5. Apabila satuan untuk berat adalah g (g) dan satuan untuk volume adalah cm^3 maka satuan untuk D_b adalah g cm^{-3} .
6. Jika diperlukan data kadar air tanah, timbang berat tanah basah $\{(M + M_w) + \text{berat ring } (M_r) + \text{berat cawan } (M_c)\}$ sebelum tanah dimasukkan ke dalam oven (sesudah prosedur pertama).
7. Mencuci, lalu mengeringkan ring dan cawan di dalam oven (105°C) selama 2-3 jam. Timbang berat ring, M_r , dan berat cawan, M . Kadar air tanah (berdasarkan volume), θ , dapat dihitung dengan rumus:

$$\theta = \frac{V_w}{V_t} = \frac{(M_s + M_w + M_r + M_c) - (M_s + M_r + M_c)}{V_t}$$

Satuan yang digunakan adalah $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ untuk memberikan indikasi bahwa kadar air dihitung berdasarkan volume.

Berat Jenis Partikel (*Particle density*)

1. Menentukan kadar lengas contoh tanah yang dianalisa
2. Menimbang labu ukur kosong (x g)
3. Mengisikan tanah kering udara sekitar 50 g ke dalam labu ukur. Kemudian timbang beserta labunya dan koreksi dengan kadar lengas tanahnya ($Y = \text{bobot labu kosong} + \text{tanah kering oven}$)
4. Menambahkan air kurang lebih setengahnya sambil membilas tanah yang menempel di leher labu.
5. Untuk mengusir udara yang terjat di dalam tanah, labu dididihkan perlahan-lahan beberapa menit.
6. Mendinginkan labu beserta isinya sampai mencapai suhu ruangan, kemudian menambahkan air dingin yang telah dididihkan sampai batas volume, lalu timbang (Z g).
7. Mengeluarkan isi labu ukur, cuci, kemudian mengisi dengan air dingin yang telah dididihkan sampai batas volume. Menimbang (A g) atau (no 7) tidak usah dilakukan bila labu ukurnya telah diketahui ukuran volumenya, misal 100 ml. dengan merubah rumus berat jenis.
8. Menghitung bobot jenis partikel dengan rumus:

$$BJ = ((Y - X) \times d) / ((Y - X) - (Z - A)) \text{ g.cm}^{-3}$$

Dimana

Y = berat labu kosong + tanah kering oven

X = berat labu kosong (volume labu 100 ml)

Z = berat labu berisi (tanah + air) sampai garis batas

A = berat labu dan air dingin sampai garis batas

d = kerapatan air pada saat pengamatang = 1

Penetapan Kemantapan Agregat Metode *Vilensky*

Prosedur

1. Mengisi buret dengan air sampai tanda batas maksimum (misalnya 100 cc atau 50 cc)
2. Membuka buret perlahan-lahan sampai air menetes. Jangan terlalu cepat, usahakan agar interval antar tetesan sekitar 2-3 detik. Menghitung jumlah tetesan dan perhatian penurunan volume air. Agar lebih mudah, menghitung tetesan sebanyak 10 kali atau 20 kali, kemudian mengamati volume air yang sudah keluar. Melakukan 5-10 kali pengamatan dan mencatat hasilnya.
3. Membuat tabel pengamatan (tabel 1) dan mengisikan data hasil pengamatan.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Volume Air per Tetes

Ulangan ke-	Jumlah tetesan	Volume air	Volume per tetes	Jari-jari tetesan

Setelah mengetahui berapa ukuran rata-rata setiap tetesan air yang keluar dari buret, langkah berikutnya adalah menghitung jumlah tetesan sampai menghancurkan agregat. Adapun langkah kerjanya adalah sebagai berikut:

1. Mengambil sebuah piring petri dan potonglah beberapa lembar kertas merang sesuai dengan diameter piring, Meletakkan 2-3 lembar kertas merang di atas piring lalu ratakan. Kemudian mengambil sebuah agregat dan meletakkan di atas kertas pada piring yang sudah disiapkan

2. Mengatur ujung buret sehingga jaraknya dengan agregat sepanjang 20 cm
3. Membuka buret dan membiarkan air menetes dengan kecepatan yang sama dengan uji coba terdahulu. Mengusahakan agar setiap tetesan air yang jatuh mengenai agregat. Hitunglah jumlah tetesan sampai terlihat agregat mulai pecah (A) dan teruskan sampai agregat hancur (B)
4. Mengulangi paling sedikit 3 kali pengamatan dengan setiap kali menggunakan kertas yang baru dan agregat yang baru pula
5. Mencatat setiap pengamatan dengan mengisi data ke dalam tabel pengamatan (Tabel 2)
6. Membuat tabel pengamatan untuk dua macam keadaan (A) saat agregat mulai pecah dan (B) saat agregat hancur.

Tabel 2. Jumlah Tetesan untuk Memecahkan sampai Menghancurkan Agregat

Ulangan ke-	Jumlah tetesan (A)	Jumlah tetesan (B)	Catatan

Prosedur Analisa C_{Organik} Tanah

1. Menimbang 0,50xx* g tanah kering yang kemudian dimasukkan ke dalam erlemeyer 250 ml.
2. Menambahkan 10 ml larutan Kalium Dicromat 1,0 N kemudian menggoyang-goyangkan erlenmeyer hingga tanah tercampur.
3. Menambahkan 20 ml asam Sulfat pekat 96% ke dalam campuran.
4. Menggoyang-goyangkan erlenmeyer $\pm$ 1 menit sampai terjadi reaksi dan dibiarkan selama 30 menit agar reaksinya sempurna (dilakukan dalam ruang asam).
5. Menambahkan aquades sekitar 100 ml atau lebih hingga sisa reaksi yang terdapat pada botol tercampur.
6. Menambahkan 10 ml Asam Phosphat 85%, lalu dikocok sampai homogen dan biarkan dingin.

7. Menambahkan 10 tetes indikator Diphenylamin.
8. Dititrasi dengan Larutan Ferro Sulfat 0,5 N sampai terjadi perubahan warna dari coklat menjadi biru sampai hijau terang.
9. Diulang pada Blanko (tanpa contoh).
10. Menghitung kadar C-organik.

$$\% \text{ C-organik} = \frac{(B-S) \times N \text{ FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \times 0,3 \times \text{FK}}{W}$$

Dimana

B = ml $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ untuk titrasi Blanko

S = ml $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ untuk titrasi contoh.

W = berat contoh (g)

0,3 = $(12/4000) \times 100\%$

Penetapan pH Tanah

1. Menyiapkan botol film yang telah steril (dibersihkan) sebanyak yang diperlukan.
2. Menyiapkan contoh tanah yang akan dianalisa (sebanyak yang diperlukan) yang telah kering udara.
3. Contoh tanah yang akan dianalisa disaring dengan ayakan untuk memisahkannya, yang lolos ayakan 2 mm ditimbang 6 g.
4. Contoh tanah yang akan diberi KCl dimasukkan dalam botol film dan secara perlahan ditambahkan KCl sebanyak 15 ml.
5. Setelah KCl ditambahkan, botol film tersebut kemudian di letakkan pada *Shaker* (alat pengocok) kurang lebih selama 30 menit sampai 1 jam. Lalu diamati tingkat besaran pH pada masing-masing botol film dengan menggunakan pH meter.

Analisa Tekstur Tanah

1. Menimbang 25 g contoh tanah lolos ayakan 2mm ke gelas ukur 500 ml.
2. Menambahkan aquades kurang lebih 350 ml.
3. Menambahkan 50 ml larutan NaPO_3 10%.
4. *Stirer* selama 1 jam

5. Larutan suspensi dipindah ke gelas ukur 500 ml.
6. Menambahkan aquades ke dalam gelas ukur hingga 500 ml.
7. Dikocok minimal 5 kali.
8. Membuat blanko, menambahkan 50 ml NaPO_3 10% ke dalam gelas ukur 500 ml dan menambahkan dengan aquades hingga 500 ml.
9. Dikocok minimal 5 kali dan didiamkan ± 12 jam.
10. Setelah ± 12 jam, suspensi dikocok sebanyak kocokan yang pertama.
11. Diukur dengan Hydrometer setelah 15 detik pengocokan, lalu didiamkan.
12. Setelah 2 jam ukur kembali suspensi (tanpa dikocok).
13. Mencatat data pembacaan Hydrometer I (15 detik) dan II (2 jam).
14. Lakukan pengukuran C-organik untuk faktor koreksi.
15. Perhitungan :
 - Pasir (%) = $\left[\frac{\{(25 \text{ fk}-1)-(25\text{C } 100-1)-(A- a)/2 \text{ g}\}}{\{(25 \text{ fk}-1)-(25\text{C } 100-1) \text{ g}\}} \right] \times 100$
 - Debu (%) = $\left[\frac{\{(A - a)/2 - (B - b)2 \text{ g}\}}{\{(25/\text{Fk}) - (25\text{C}/100) \text{ g}\}} \right] \times 100$
 - Liat (%) = $\left[\frac{(B - b) \text{ g}}{\{(25 \text{ Fk}-1) - (25\text{C } 100-1) \text{ g}\}} \right] \times 100$

Dimana

A = fraksi campuran debu – liat (g l-1)

a = blanko pada Pembacaan 1

B = fraksi liat (g l-1)

b = blanko pada Pembacaan 2

C = persen bahan organik (% C-organik x 1,724)

Fk = faktor koreksi kadar air = $100 / (100 - \% \text{ kadar air})$

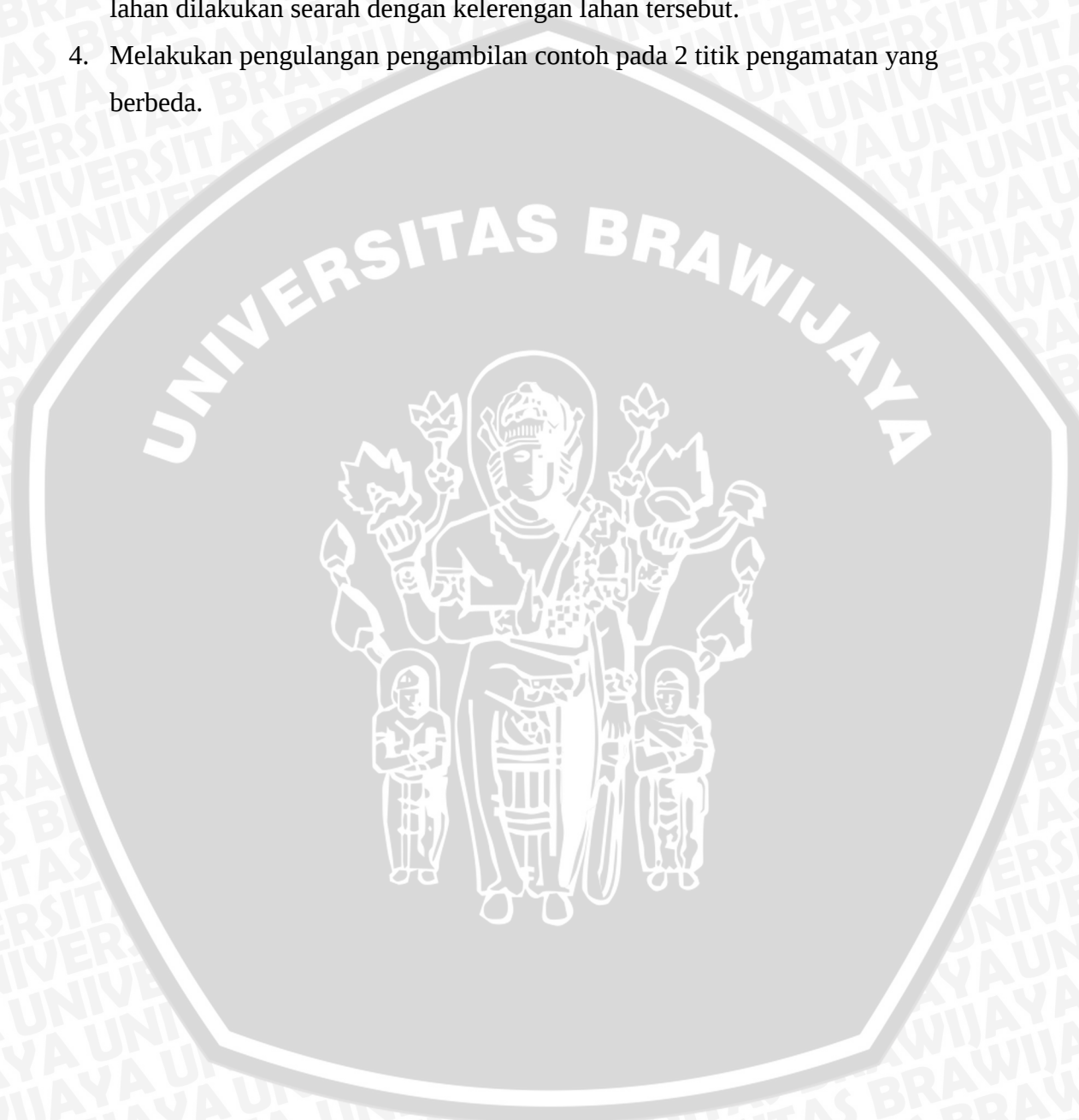
2 = konversi kadar suspensi dari g l^{-1} ke $\text{g } 500 \text{ ml}^{-1}$

100 = konversi ke %

Lampiran 27. Penentuan Titik pengamatan

1. Menentukan titik pengamatan berdasarkan perbedaan ketinggian dari peta yang telah dibuat.
2. Letak titik pengamatan berada di dalam plot tanaman budidaya nanas dan berjarak kurang lebih 5m dari tepi plot.

3. Sisi penampang profil tanah yang dijadikan sebagai obyek pengamatan dan pengambilan contoh adalah sisi penampang yang searah dengan kelerengan lahan tersebut, serta tidak tepat berada pada daerah perakaran tanaman nanas. Hal tersebut karena manuver kerja bajak subsoiler pada tahapan persiapan lahan dilakukan searah dengan kelerengan lahan tersebut.
4. Melakukan pengulangan pengambilan contoh pada 2 titik pengamatan yang berbeda.



Lampiran 28. Dokumentasi Survey



(a)



(b)



(c)

Pengambilan contoh tanah untuk dianalisa di laboratorium (a) Pengambilan sampel Berat Isi Tanah dengan menggunakan Ring ; (b) Penngambilan sampel tanah terganggu ; (c) Meratakan tanah sehingga memiliki volume yang sama



Pengukuran tingkat kepadatan tanah dengan menggunakan Penetrometer



Contoh Penampang Profil Pengamatan

