

**PENGUKURAN TINGKAT PRODUKTIVITAS TANAH BERDASARKAN
FRAKSIONASI BAHAN ORGANIK TANAH PADA KEBUN SAWIT
BERBAGAI UMUR DI KUMAI KALIMANTAN TENGAH**

Oleh:

SEPTIAN KARTIKA DEWI

0710430006-43



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

PROGRAM STUDI ILMU TANAH

MALANG

2012

**PENGUKURAN TINGKAT PRODUKTIVITAS TANAH BERDASARKAN
FRAKSIONASI BAHAN ORGANIK TANAH PADA KEBUN SAWIT
BERBAGAI UMUR DI KUMAI KALIMANTAN TENGAH**

Oleh:

SEPTIAN KARTIKA DEWI

0710430006-43

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pertanian Strata Satu (S-1)**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

PROGRAM STUDI ILMU TANAH

MALANG

2012

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **PENGUKURAN TINGKAT PRODUKTIVITAS TANAH BERDASARKAN FRAKSIONASI BAHAN ORGANIK TANAH PADA KEBUN SAWIT BERBAGAI UMUR DI KUMAI KALIMANTAN TENGAH**

Nama : Septian Kartika Dewi

NIM : 0710430006-43

Jurusan : Tanah

Menyetujui :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

Syahrul Kurniawan, SP. MP
NIP. 19791018 200501 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Tanah

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

Tanggal Persetujuan :

SURAT PERNYATAAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Septian Kartika Dewi
NIM : 0710430006-43
Jurusan / Program Studi : Tanah / Ilmu Tanah

Menyatakan bahwa skripsi berjudul :

PENGUKURAN TINGKAT PRODUKTIVITAS TANAH BERDASARKAN FRAKSIONASI BAHAN ORGANIK TANAH PADA KEBUN SAWIT BERBAGAI UMUR DI KUMAI KALIMANTAN TENGAH

Merupakan karya tulis yang saya buat sendiri dan bukan merupakan bagian dari skripsi atau tulisan penulis lain. Bilamana ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar, saya sanggup menerima sanksi akademik apapun yang ditetapkan oleh Universitas Brawijaya.

Malang, 9 Januari 2012
Yang Menyatakan,

Septian Kartika Dewi
NIM. 0710430006-43

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

Syahrul Kurniawan, SP. MP
NIP. 19791018 200501 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Tanah

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

LEMBAR PENGESAHAN

**Mengesahkan
Majelis Penguji**

Penguji I,

Penguji II,

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

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

Penguji III,

Penguji IV,

Syahrul Kurniawan, SP. MP
NIP. 19791018 200501 1 002

Kurniawan Sigit Wicaksono, SP. MSc
NIP. 19781021 200501 1 010

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

Septian Kartika Dewi. 0710430006-43. **Pengukuran Tingkat Produktivitas Tanah Berdasarkan Fraksionasi Bahan Organik Tanah pada Kebun Sawit Berbagai Umur di Kumai Kalimantan Tengah.** Di bawah bimbingan Kurniatun Hairiah dan Syahrul Kurniawan.

Upaya peningkatan produksi kelapa sawit seringkali kurang efektif dikarenakan kondisi tanah yang tidak sehat, ditunjukkan oleh kandungan bahan organik tanah yang rendah ($<2\%$), bobot isi tanah tinggi ($\geq 1.3 \text{ g cm}^{-3}$), rendahnya tingkat porositas tanah dan laju infiltrasi. Studi perubahan bahan organik tanah (BOT) ditunjukkan oleh konsentrasi total C-organik menggunakan metode ekstraksi basah (Walkey and Black) dan C terkoreksi dengan bahan liat dan lempung menggunakan persamaan *pedotransfer* ($C_{\text{org}}/C_{\text{ref}}$), tetapi hasilnya sangat bervariasi antar plot. Fraksionasi bahan organik tanah berdasarkan pengukuran C dari partikel bahan organik ($50 \mu\text{m} < \text{partikel} < 2 \text{ mm}$) dapat memberikan informasi yang lebih jelas tentang perubahan pengelolaan lahan dari pada menggunakan metode ekstraksi basah (Walkey and Black) dan *pedotransfer*.

Tujuan dari penelitian ini adalah menetapkan tingkat produktivitas tanah pada perkebunan sawit berbagai umur berdasarkan karakteristik *Particulate Organic Matter* (POM). Hipotesis yang diajukan adalah (1) Meningkatnya bobot isi tanah pada kebun sawit berhubungan erat dengan menurunnya kandungan BOT, (2) Penetapan karakteristik BOT berdasarkan pada *Particulate Organic Matter* (POM) merupakan teknik yang lebih akurat untuk menentukan tingkat produktivitas tanah perkebunan sawit.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi dan Kimia Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada bulan Februari sampai Juli 2011. Sampel tanah diambil dari lapisan tanah 0-10 cm pada kebun sawit berbagai umur dan hutan sekunder di Kumai Kalimantan Tengah. Lima sistem penggunaan lahan (SPL) yang dipilih yaitu: hutan sekunder (H0), kebun sawit umur 1 tahun (S1), kebun sawit umur 5 tahun (S5), kebun sawit umur 10 tahun (S10) dan kebun sawit umur 15 tahun (S15). Setiap petak perkebunan sawit dibagi menjadi 3 zona berdasarkan masukan bahan organik: GM (tumpukan pangkasan sawit), PI (piringan) dan PP (jalan panen). Setiap fraksi BOT (kasar, sedang dan halus) dilakukan analisis konsentrasi total C dan N.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya total C dan N POM fraksi sedang yang berbeda nyata ($p < 0.05$) antara hutan dan sawit berbagai umur. Kandungan total C (3.7%) dan total N (0.2%) POM fraksi sedang pada kebun sawit tua (15 tahun) menyerupai kondisi POM di tanah hutan yang cenderung lebih tinggi dari pada kebun sawit muda. Perbedaan pengelolaan bahan organik pada kebun sawit berbagai umur tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) pada total C dan N di semua fraksi POM. Bobot isi tanah yang lebih tinggi di Kumai berhubungan erat dengan C fraksi sedang ($r = -0.423^{**}$ dan $R^2 = 0.51$), tetapi tidak memiliki hubungan yang erat dengan total C-organik atau $C_{\text{org}}/C_{\text{ref}}$. Hal ini menunjukkan bahwa fraksionasi BOT adalah indikator produktivitas tanah yang lebih baik di perkebunan kelapa sawit.

Kata Kunci: Hutan Sekunder, Perkebunan Kelapa Sawit, BOT, POM, $C_{\text{org}}/C_{\text{ref}}$

SUMMARY

Septian Kartika Dewi. 0710430006-43. **Evaluation of Soil Productivity of Oil Palm Plantation Based on Concentration of Carbon Particulate Organic Matter.** Supervisor: Kurniatun Hairiah and Syahrul Kurniawan.

Efforts to increase oil palm production often are ineffective because of unhealthy soil condition, indicated by low soil organic matter content ($<2\%$), high soil bulk density ($\geq 1.3 \text{ g cm}^{-3}$), low of soil porosity and of infiltration rate. Study on soil organic matter (SOM) changes is shown by concentration of total C-organic using wet extraction method (Walkey and Black) and corrected C with clay and loam content using *pedotransfer* equation ($C_{\text{org}}/C_{\text{ref}}$), but the results were varies among plots. The fractionation of soil organic matter based on C measurement of particulate organic matter ($50 \mu\text{m} < \text{particle} < 2 \text{ mm}$) may give a better information about the changes of land management rather than using wet extraction method (Walkey and Black) and *pedotransfer*.

The objective of this research was identify land productivity in the oil palm plantations with various ages based on the Particulate Organic Matter (POM) characteristics. Hypothesis of this research were: (1) Increasing soil bulk density in oil palm plantations is closely related to decreasing of soil organic matter (SOM), (2) Measuring soil organic matter using Particulate Organic Matter (POM) is more accurate to measure land productivity in oil palm plantations.

This research was conducted in Biological and Chemical Laboratory of Soil Science Departement, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya in February till July 2011. Soil samples were collected from soil layer of 0-10 cm of various age of oil palm plantations and from secondary forests in Kumai, Central Kalimantan. Five land use systems (LUS) selected were: secondary forest (H0), 1-year-old palm plantation (S1), 5-year-old palm plantation (S5), 10-year-old palm plantation (S10) and 15-year-old palm plantation (S15). Each oil palm plantation plot were divided into 3 zones based on its organic matter inputs: GM (front stack), PI (circle) and PP (harvest path). Each SOM fraction (coarse, medium and fine) was analyzed its total C and N concentration.

The results showed that only total C and N of medium SOM fraction were significantly different ($p < 0.05$) between forest soil and various ages of oil palm plantations. The concentration of total C (3.7%) and total N (0.2%) in medium SOM fraction of older oil palm plots (15 years old) was similar to SOM condition in forest soil which tend to be higher than younger plot. Different organic matter managements of various ages of oil palm plantations did not give any significantly effect ($p > 0.05$) on the total C and N contets in all SOM fractions. Higher soil bulk density in Kumai was closely link to lower C medium fraction ($r = -0.423^{**}$ and $R^2 = 0.51$), but it had no significant link with total C-organic or $C_{\text{org}}/C_{\text{ref}}$. These finding suggested that fractionation of Soil Organic Matter (SOM) is better indicator of soil productivity in oil palm plantation.

Keywords: Secondary Forest, Oil Palm Plantation, Soil Organic Matter, Particulate Organic Matter, $C_{\text{org}}/C_{\text{ref}}$.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan rahmat, hidayah dan cahaya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“PENGUKURAN TINGKAT PRODUKTIVITAS TANAH BERDASARKAN FRAKSIONASI BAHAN ORGANIK TANAH PADA KEBUN SAWIT BERBAGAI UMUR DI KUMAI KALIMANTAN TENGAH”**. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana S-1 di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Keberadaan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. PT Astra Agro Lestari Kalimantan Tengah bekerjasama dengan Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah UB Malang yang telah memberikan kesempatan untuk bergabung dalam proyek penelitian “Upaya Penyehatan Tanah di Kebun Kelapa Sawit” serta bantuan finansial yang telah diberikan hingga terselesainya skripsi ini;
2. Prof. Ir. Kurniatun Hairiah, Ph. D dan Syahrul Kurniawan, SP. MP. yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan hingga selesainya skripsi ini;
3. Iva Dewi Lestariningsih, SP dan Nina Dwi Lestari, SP yang memberikan masukan dan arahan tentang penulisan skripsi ini;
4. Pak Sarkam yang telah membantu dan menemani saya melakukan fraksionasi di Laboratorium Biologi Tanah, serta Pak Wahyu dan Bu Ndari yang selalu sabar mengajari saya tentang analisis C dan N tanah;
5. Keluarga besar yang tidak pernah berhenti untuk memberikan doa dan dorongan semangat hingga terselesainya skripsi ini;
6. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Tanah Universitas Brawijaya, atas dukungan dan kerjasamanya; dan
7. Teman-teman *Soiler '07* untuk bantuan dan semangatnya.

Malang, Januari 2012

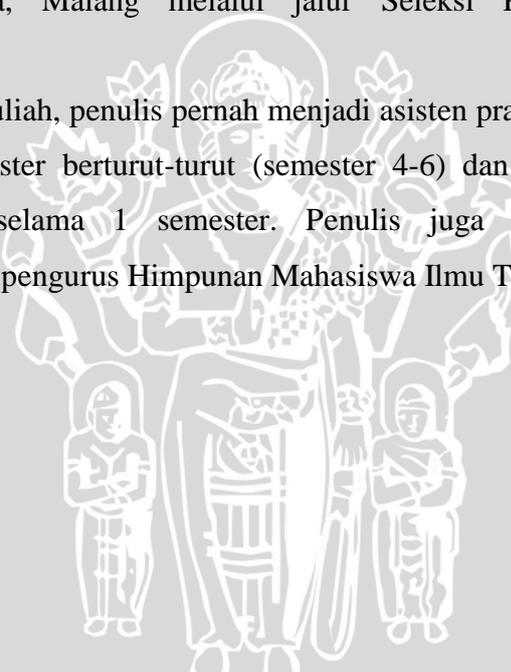
Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Septian Kartika Dewi, dilahirkan pada tanggal 17 September 1988 di Pacitan merupakan anak pertama dari dua bersaudara dengan seorang ayah bernama Suharto dan seorang ibu bernama Siti Na'imah.

Penulis memulai pendidikan dengan menjalani taman kanak-kanak di TK Bustanul Atfal Aisyiah Pacitan pada tahun 1993-1994 dan melanjutkan sekolah dasar di SDN Baleharjo II (1995-2001), pada tahun 2001-2004 penulis melanjutkan ke SLTP Negeri 1 Pacitan, kemudian pada tahun 2004-2007 meneruskan ke SMA Negeri 1 Pacitan. Pada tahun 2007, penulis melanjutkan pendidikan di S1, Program Studi Ilmu Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang melalui jalur Seleksi Penjaringan Siswa Berprestasi (PSB).

Selama masa kuliah, penulis pernah menjadi asisten praktikum Dasar Ilmu Tanah selama 4 semester berturut-turut (semester 4-6) dan asisten praktikum Pertanian Berlanjut selama 1 semester. Penulis juga aktif di kegiatan keorganisasian sebagai pengurus Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah (HMIT).



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Hipotesis.....	3
1.4 Manfaat.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Taksonomi dan Potensi Tanaman Kelapa Sawit	5
2.1.1 Taksonomi Kelapa Sawit.....	5
2.1.2 Syarat Tumbuh Kelapa Sawit.....	6
2.1.3 Potensi Limbah Kelapa Sawit Sebagai Sumber Bahan Organik	7
2.2 Kualitas Bahan Organik	8
2.3 Bahan Organik Tanah dan Pengelompokannya	9
2.4 Kesuburan dan Produktivitas Tanah.....	11
2.5 Pengaruh Bahan Organik Tanah Terhadap Kesuburan Tanah	13
2.5.1 Pengaruh BOT Terhadap Sifat Fisik Tanah	13
2.5.2 Pengaruh BOT Terhadap Sifat Kimia Tanah	13
2.5.3 Pengaruh BOT Terhadap Sifat Biologi Tanah	14
2.6 Pengukuran Kandungan Bahan Organik Tanah	15
III. KONDISI UMUM LOKASI PENELITIAN	20
3.1 Letak dan Luas Wilayah.....	20
3.2 Kondisi Topografi	20
3.3 Kondisi Hidrologi.....	21
3.4 Karakteristik Iklim	21
3.5 Karakteristik Fisik dan Kimia Tanah	22
3.5.1 Sifat Fisika Tanah Kebun Kelapa Sawit.....	22
3.5.2 Sifat Kimia Tanah Kebun Kelapa Sawit.....	25
IV. METODE PENELITIAN	27
4.1 Tempat dan Waktu Penelitian	27
4.2 Alat dan Bahan	27
4.3 Metode Penelitian.....	28
4.3.1 Persiapan Contoh Tanah.....	28

4.3.2 Pelaksanaan.....	29
4.3.3 Fraksionasi Bahan Organik Tanah	33
4.4 Analisis Data	35
V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
5.1 Hasil.....	36
5.1.1 Berat Kering Berbagai Fraksi BOT	36
5.1.2 Karakteristik Berbagai Fraksi BOT	38
5.1.2.1 Konsentrasi C_{org} Berbagai Fraksi BOT.....	38
5.1.2.2 Konsentrasi N_{total} Berbagai Fraksi BOT	44
5.1.2.3 Nisbah C/N Berbagai Fraksi BOT	46
5.2 Proporsi Fraksi BOT Terhadap Kandungan C_{org}	48
5.2.1 Kandungan C_{org} Berbagai Fraksi BOT	48
5.2.2 Kandungan Total POM- C_{org}	51
5.2.3 Proporsi Kandungan C_{org} Berbagai Fraksi BOT.....	51
5.2.4 POM_R Terhadap Total C_{org}	52
5.3 Proporsi Fraksi BOT Terhadap Kandungan N_{total}	52
5.3.1 Kandungan N_{total} Berbagai Fraksi BOT	52
5.3.2 Kandungan Total POM-N	55
5.3.3 Proporsi Kandungan N_{total} Berbagai Fraksi BOT	55
5.3.4 POM_R Terhadap Total N	56
5.4 Pembahasan	56
5.4.1 Pengaruh Kandungan C_{org} Berbagai Fraksi BOT (POM_K , POM_S , POM_H) Terhadap Bobot Isi Tanah	58
5.4.2 Pengaruh Total POM C_{org} Terhadap Bobot Isi Tanah.....	61
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	63
6.1 Kesimpulan.....	63
6.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Potensi dan pemanfaatan TKS dari limbah PKS sebagai hara dalam suatu luasan areal perkebunan kelapa sawit.....	7
2.	Pengelompokan BOT berdasarkan umur paruh yang ditaksir melalui model CENTURY dan komposisi kimianya	16
3.	Total BK, C, N dan nisbah C/N masing-masing fraksi BOT pada tanah Ultisol asal hutan (0 tahun) dan perkebunan tebu (2,3,4,6,10 tahun).....	18
4.	Rata-rata karakteristik kimia tanah pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit kedalaman 0-10 cm.....	26
5.	Daftar kode kebun sawit berbagai umur yang dipilih untuk pengukuran.....	29
6.	Berat kering berbagai fraksi BOT pada tiap sistem penggunaan lahan kedalaman 0-10 cm.....	37
7.	Berat kering berbagai fraksi BOT pada tiap zona kebun sawit kedalaman 0-10 cm.....	37
8.	Konsentrasi C_{org} , N_{total} dan nisbah C/N pada tanah fraksi kasar, sedang dan halus pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit kedalaman 0-10 cm.....	41
9.	Konsentrasi C_{org} , N_{total} dan nisbah C/N pada tanah fraksi kasar, sedang dan halus pada tiap zona kebun sawit kedalaman 0-10 cm.....	42
10.	Konsentrasi N_{total} fraksi kasar pada interaksi berbagai zona kebun sawit dengan masing-masing umur sawit kedalaman 0-10 cm.....	45
11.	Kandungan dan proporsi C_{org} berbagai fraksi BOT serta total kandungan C_{org} dan nilai relatif total C pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit kedalaman 0-10 cm.....	50
12.	Kandungan dan proporsi N_{total} berbagai fraksi BOT serta total kandungan N dan nilai relatif total N pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit kedalaman 0-10 cm.....	54

DAFTAR GAMBAR

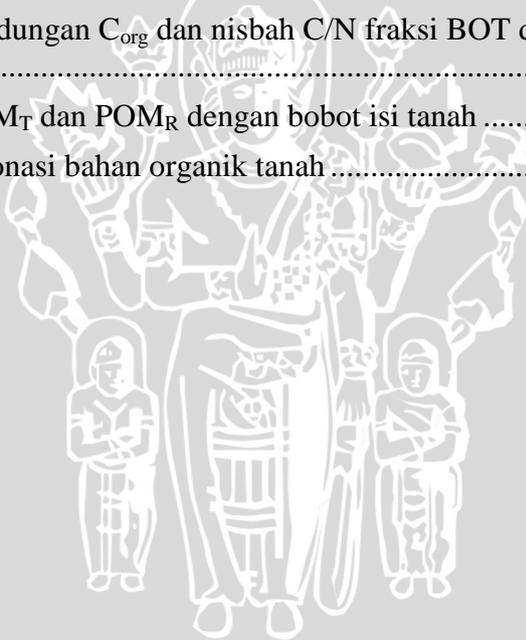
Nomor	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Kerangka alur pemikiran pelaksanaan penelitian	4
2.	Tanaman kelapa sawit (<i>Elaeis guineensis</i>)	5
3.	Prosentase kandungan pasir, debu dan liat pada tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur pada kedalaman 0-10 cm.....	23
4.	Rata-rata bobot isi pada tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur pada kedalaman 0-10 cm	24
5.	Rata-rata bobot isi tanah pada tiap zona kebun sawit pada kedalaman 0-10 cm	25
6.	Skema pengambilan contoh tanah di kebun kelapa sawit bersamaan dengan pengambilan contoh cacing tanah oleh Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah 2010	30
7.	Kondisi di kebun sawit (A) dengan pembagian 3 zona tumpukan BO yaitu gawangan mati, piringan dan pasar pikul (B).....	31
8.	Pengambilan contoh tanah tidak terganggu di hutan	32
9.	Kondisi di hutan sekunder dan kebun sawit muda yang baru 1 tahun diusahakan, di sekeliling pohon sawit ditumpuk BO sisa produksi yaitu janjang kosong	32
10.	Prosedur pemisahan fraksi bahan organik tanah untuk menetapkan kandungan POM	33
11.	Konsentrasi C_{org} , N_{total} dan nisbah C/N berbagai fraksi BOT pada tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur pada kedalaman 0-10 cm	39
12.	Kandungan dan proporsi C_{org} berbagai fraksi BOT serta total kandungan C_{org} dan nilai relatif total C pada tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur pada kedalaman 0-10 cm	49
13.	Kandungan dan proporsi N_{total} berbagai fraksi BOT serta total kandungan N dan nilai relatif total N pada tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur pada kedalaman 0-10 cm	53
14.	Pengaruh total C_{org} terhadap BI tanah pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit pada kedalaman 0-10 cm	57
15.	Pengaruh total C_{ref} terhadap BI tanah pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit pada kedalaman 0-10 cm	58

16. Pengaruh POM _s C _{org} terhadap BI tanah pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit pada kedalaman 0-10 cm	59
17. Foto penimbangan berat kering sampel tanah sebelum difraksionasi.....	83
18. Foto proses fraksionasi bahan organik tanah menggunakan metode ayakan basah.....	83
19. Foto fraksi bahan organik tanah yang telah dipisahkan menurut ukuran partikelnya	83



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Skema pengukuran fraksi BOT.....	68
2.	Tabel analisis ragam berat kering berbagai fraksi BOT	69
3.	Tabel analisis ragam konsentrasi C_{org} berbagai fraksi BOT	71
4.	Tabel analisis ragam konsentrasi N_{total} berbagai fraksi BOT.....	73
5.	Tabel analisis ragam nisbah C/N berbagai fraksi BOT.....	75
6.	Tabel analisis ragam proporsi fraksi BOT terhadap kandungan C_{org}	77
7.	Tabel analisis ragam proporsi fraksi BOT terhadap kandungan N_{total}	79
8.	Tabel korelasi kandungan C_{org} dan nisbah C/N fraksi BOT dengan bobot isi tanah.....	81
9.	Tabel korelasi POM_T dan POM_R dengan bobot isi tanah	82
10.	Foto proses fraksionasi bahan organik tanah	83



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia umumnya terdapat di luar Jawa pada tanah-tanah masam seperti Ultisol, Oxisol dan Inceptisol (Mangoensoekarjo, 2007) yang dicirikan antara lain oleh: tingkat kemasaman tinggi ($\text{pH} < 5.0$), kandungan P tersedia rendah, kandungan unsur beracun Al dan Mn tinggi, kandungan bahan organik tanah (BOT) rendah, tingkat kepadatan tanah (bobot isi) yang tinggi sehingga tingkat limpasan permukaan dan erosi yang tinggi pula (Hairiah *et al.*, 2000). Perkembangan akar umumnya terbatas di permukaan saja karena bobot isi (BI) $\geq 1.3 \text{ g cm}^{-3}$ dengan tingkat porositas dan infiltrasi tanah yang rendah pula (Fairhurst, 1994). Hal tersebut dapat terjadi mungkin disebabkan oleh pengelolaan kebun yang kurang tepat antara lain karena adanya (1) transportasi dalam kebun, (2) masukan bahan organik sedikit (kuantitas dan keragaman kualitas), (3) sedikitnya keragaman akar tanaman yang ditanam, (4) tingkat penutupan tanah yang rendah terutama pada saat tanaman masih muda.

Tingkat kerapatan dan diversitas pohon pada kebun sawit lebih rendah dari pada di hutan. Pada kebun sawit, jumlah dan jenis masukan seresah di permukaan tanah juga relatif lebih rendah. Hairiah *et al.* (2000) menyatakan bahwa untuk mempertahankan produktivitas tanah di daerah tropis umumnya kandungan BOT harus dipertahankan antara 2.5 - 4.0%, untuk itu dibutuhkan masukan seresah sebanyak 8 sampai 9 $\text{Mg ha}^{-1} \text{ th}^{-1}$. Namun demikian peningkatan jumlah masukan seresah tidak selalu diikuti oleh peningkatan ketebalan lapisan seresah tergantung dari laju dekomposisinya. Semakin lambat terdekomposisi maka keberadaannya di permukaan tanah menjadi lebih lama (Hairiah *et al.*, 2000). Laju dekomposisi seresah ditentukan oleh kualitasnya yaitu nisbah C/N, kandungan lignin dan polyphenol. Seresah dikategorikan berkualitas tinggi apabila nisbah C/N < 25 , kandungan lignin $< 15\%$ dan polyphenol $< 3\%$, sehingga cepat lapuk (Palm dan Sanchez, 1991). Bahan organik yang mudah lapuk berfungsi sebagai sumber hara bagi tanaman. Bahan organik yang kaya N, miskin C akan lebih cepat

dimineralisasi dan menghasilkan ion-ion dari berbagai unsur hara esensial sehingga tersedia bagi tanaman.

Indikasi penurunan kandungan BOT biasanya diukur dari kadar C-total dan N-total tanah sehingga diperoleh nilai nisbah C/N, yang selanjutnya dapat dipakai untuk manaksir ketersediaan hara dari hasil mineralisasi bahan organik. Namun penelitian terakhir menunjukkan bahwa pengukuran kadar C-total tanah bukan merupakan tolak ukur kesuburan yang akurat, karena hasil dari pengukuran tersebut tidak memisahkan antara BOT aktif (fraksi labil) dan BOT pasif (fraksi stabil). Menurut Wooster *et al.* (1994) BOT dibagi kedalam beberapa kelompok menurut umur paruh dan komposisinya. Umur paruh BOT tersebut ditaksir melalui simulasi model CENTURY (Parton *et al.*, 1987). Pada BOT yang lambat lapuk dan pasif (stabil) berada dalam tanah sejak puluhan bahkan ratusan tahun yang lalu (termasuk BOT yang berasal dari hutan). Kelompok ini meliputi asam-asam organik dan bahan organik yang terjarap kuat oleh liat yang tidak tersedia bagi tanaman dan biota. Di lain pihak, penetapan kandungan C-total menggunakan metode Walkley and Black adalah mengukur semua kelompok BOT baik yang masih baru maupun yang sudah lama terbentuk. Dengan demikian, hasil penetapan ini tidak dapat dipergunakan untuk studi dinamika BOT pada berbagai sistem pengolahan lahan karena hasilnya tidak akan menunjukkan perbedaan yang jelas. Untuk itu diperlukan suatu tolak ukur untuk menentukan kandungan BOT dalam tanah yaitu melalui penetapan C pada fraksi-fraksi BOT tersebut.

Berdasarkan laporan hasil pengukuran sebelumnya, bobot isi tanah kebun sawit di Kumai Kalimantan Tengah cenderung meningkat dengan meningkatnya umur tanaman, walaupun jumlah seresah yang menumpuk di permukaan juga semakin banyak/tebal (Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah, 2010). Pengelolaan seresah dari daun dan pelepah sawit serta sisa produksi (janjang kosong) cukup bervariasi antar kebun. Pada umumnya semua hasil pangkasan pelepah daun sawit ditumpuk pada satu jalur yang biasanya disebut dengan “gawangan mati”, sedang pada jalan setapak yang merupakan jalur yang sering dipakai untuk beraktivitas di kebun (pasar pikul) tidak memperoleh masukan seresah. Pengelola biasanya membersihkan gulma di sekeliling pohon sawit sebagai tempat menambahkan

pupuk (piringan). Perbedaan kondisi seresah di lahan sawit tersebut menyebabkan perbedaan tingkat bobot isi dan porositas tanah.

Bobot isi tanah merupakan salah satu indikator dari produktivitas tanah. Tanah-tanah yang produktif biasanya memiliki bobot isi antara $1.1 - 1.6 \text{ g cm}^{-3}$ (Hardjowigeno, 2003). Rendahnya BI tanah adalah berhubungan dengan kandungan BOT (total C-organik), kandungan liat dan debu, kerapatan perakaran tanaman dan kerapatan populasi cacing penggali tanah. Namun demikian, pengukuran total C-organik saja masih belum bisa dapat menjelaskan adanya keragaman BI pada berbagai tingkat produktivitas tanah (Hairiah *et al.*, 1996). Hal tersebut mungkin dikarenakan pengukuran C-organik tidak memisahkan fraksi BOT aktif dan BOT pasif yang berasal dari hutan sebelum dikonversikan menjadi lahan pertanian (Woomer *et al.*, 1994). Belum banyak hasil penelitian yang dilaporkan berkenaan dengan seberapa besar kontribusi kelapa sawit dalam mempertahankan produktivitas tanah, sehingga strategi pengelolaan seresah sawit masih belum bisa memberikan hasil yang optimal. Untuk itu penaksiran tingkat produktivitas tanah di berbagai kebun sawit berdasarkan pengukuran fraksi BOT ini perlu dilakukan (Gambar 1).

1.2 Tujuan

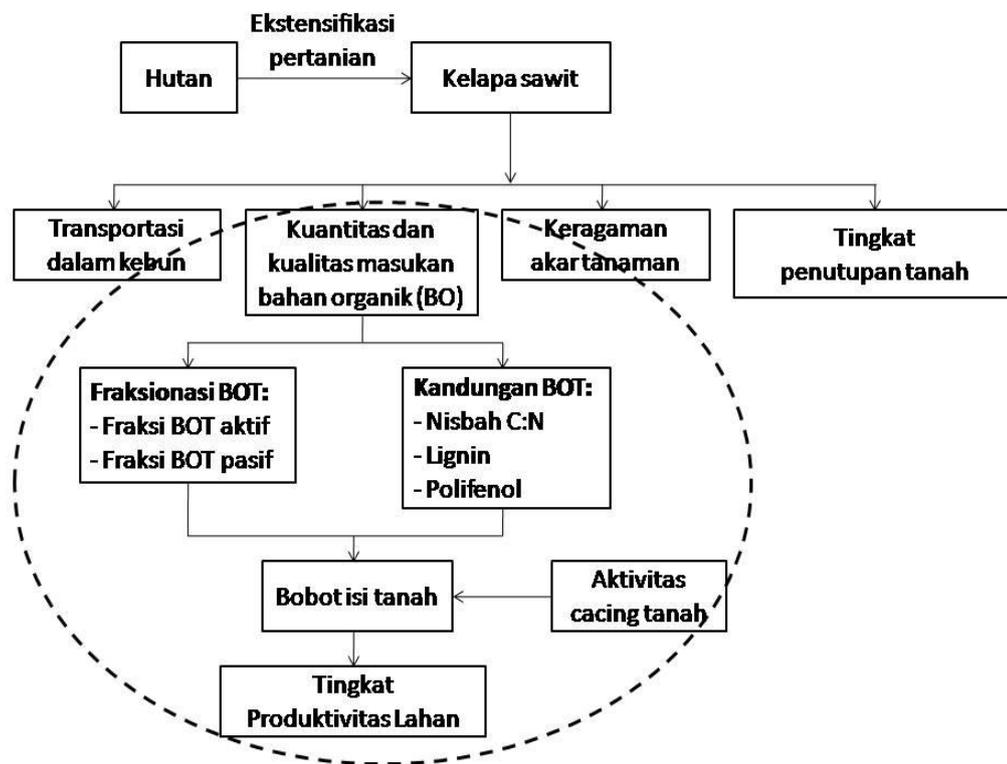
Menetapkan tingkat produktivitas tanah pada perkebunan sawit berbagai umur berdasarkan karakteristik *Particulate Organic Matter* (POM).

1.3 Hipotesis

1. Meningkatnya bobot isi tanah pada kebun sawit berhubungan erat dengan menurunnya kandungan BOT.
2. Penetapan karakteristik BOT berdasarkan pada *Particulate Organic Matter* (POM) merupakan teknik yang lebih akurat untuk menentukan tingkat produktivitas tanah perkebunan sawit.

1.4 Manfaat

Dengan mengetahui kondisi fraksi bahan organik tanah, maka tingkat kesehatan tanah kebun sawit di Kumai Kalimantan Tengah dapat ditaksir sehingga perbaikan strategi pengelolaan lahan kebun sawit dapat terpenuhi dengan baik.



Gambar 1. Kerangka alur pemikiran pelaksanaan penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Taksonomi dan Potensi Tanaman Kelapa Sawit

2.1.1 Taksonomi Kelapa Sawit

Kelapa sawit adalah tanaman perkebunan / industri berupa pohon batang lurus dari famili *Palmae*. Tanaman tropis ini dikenal sebagai penghasil minyak sayur yang berasal dari Amerika. Dari tempat asalnya, tanaman ini menyebar ke Afrika, Amerika Equatorial, Asia Tenggara dan Pasifik Selatan.

Kelapa sawit (Gambar 2) termasuk tanaman monokotil. Batangnya tumbuh lurus, umumnya tidak bercabang dan tidak mempunyai kambium. Tanaman ini berumah satu atau *monoecious*. Bunga jantan dan bunga betina terdapat pada satu pohon. Kelapa sawit diperbanyak secara generatif dengan biji yang dikecambahkan. Cara lain yang digunakan adalah secara vegetatif / klonal dengan mengambil vegetatif tanaman (batang, daun / akar yang masih muda) yang ditumbuhkan dalam media buatan.

Taksonomi kelapa sawit (Mangoensoekarjo, 2007) adalah sebagai berikut:

Ordo	: Palmales
Famili	: Palmaceae
Sub famili	: Palmaeae
Genus	: <i>Elaeis</i>
Spesies	: <i>Elaeis guineensis</i>



Gambar 2. Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*)

2.1.2 Syarat Tumbuh Kelapa Sawit

Pertumbuhan tanaman kelapa sawit dipengaruhi oleh beberapa faktor. Mangoensoekarjo (2007) menyatakan bahwa pengaruh faktor lingkungan antara lain iklim, tanah dan topografi merupakan sumber daya alam yang sulit untuk dilawan, namun setidaknya dapat dieliminasi dengan melakukan beberapa pendekatan agar faktor-faktor yang menghambat dapat dicegah atau ditekan sedemikian rupa sehingga berubah menjadi faktor pendukung untuk proses pertumbuhan tanaman kelapa sawit tersebut.

1) Iklim

Kelapa sawit termasuk tanaman daerah tropis yang umumnya dapat tumbuh di daerah antara 12° LU dan 12° LS. Curah hujan optimal yang dikehendaki antara 2000-2500 mm per tahun dengan pembagian yang merata sepanjang tahun. Lama penyinaran matahari yang optimum antara 5-7 jam per hari dan suhu yang optimum berkisar 24°-38°C. Kecepatan angin 5-6 km/jam untuk membantu proses penyerbukan.

2) Tanah

Kelapa sawit dapat tumbuh di berbagai jenis tanah antara lain : Tanah Podsolik Coklat, Podsolik Kuning, Podsolik Coklat Kekuningan, Podsolik Merah Kuning, Hidromorfik Kelabu, Alluvial, Regosol, Gley Humic dan Organosol. Berdrainase baik, permukaan air tanah cukup dalam, solum cukup dalam (80 cm), pH tanah 4-6 dan tanah tidak berbatu.

3) Topografi

Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh dan berbuah hingga ketinggian tempat 1.000 meter di atas permukaan laut (dpl). Untuk pertumbuhan tanaman dan produktivitas yang optimal sebaiknya ditanam pada tempat dengan ketinggian antara 0-500 meter dpl. Kemiringan tanah yang dianggap masih baik bagi tanaman kelapa sawit adalah antara 0-15°, sedangkan di atas kemiringan 15° harus dibuat teras kontur.

2.1.3 Potensi Limbah Kelapa Sawit Sebagai Sumber Bahan Organik

Dalam proses produksi minyak sawit, tandan kosong (TKS) merupakan limbah terbesar yaitu sekitar 23% tandan buah segar (TBS). Pada saat ini TKS digunakan sebagai bahan organik bagi pertanaman kelapa sawit secara langsung maupun tidak langsung. Pemanfaatan secara langsung yaitu dengan menjadikan TKS sebagai mulsa sedangkan secara tidak langsung dengan mengomposkan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai pupuk organik. Bagaimanapun juga, pengembalian bahan organik kelapa sawit ke tanah akan menjaga kelestarian kandungan bahan organik lahan kelapa sawit demikian pula hara tanah. Selain itu, pengembalian bahan organik ke tanah akan mempengaruhi populasi mikroba tanah yang secara langsung dan tidak langsung akan mempengaruhi kesehatan dan kualitas tanah. Aktivitas mikroba akan berperan dalam menjaga stabilitas dan produktivitas ekosistem alami, demikian pula ekosistem pertanian (Ditjen Perkebunan, 2006). Potensi dan pemanfaatan TKS dari limbah perkebunan kelapa sawit sebagai hara dalam suatu luasan areal tertentu dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Potensi dan pemanfaatan TKS dari limbah PKS sebagai hara dalam suatu luasan areal perkebunan kelapa sawit

No	Limbah kelapa sawit dari peremajaan dan bobot kering/ha tanaman	Bobot dalam kg ha ⁻¹ tanaman				
		N	P	K	Ca	Mg
1.	Batang sawit 74.48 ton	368.2	35.5	527.4	166.4	82.3
2.	Pelepah 14.47 ton	150.1	13.9	193.9	35.7	24.0
3.	Pangkasan 10.40 ton/thn	107.9	10.0	139.4	25.6	17.2
4.	Serat buah 1.63 ton	5.2	1.3	7.6	1.8	2.0
5.	Cangkang 0.94	3.0	0.1	0.8	0.2	0.2

Sumber: Ditjen Perkebunan, 2006

2.2 Kualitas Bahan Organik

Pemberian bahan organik ke dalam tanah seringkali memberikan hasil yang kurang maksimal bagi kesuburan tanah dikarenakan kurangnya dasar pengetahuan dalam memilih jenis bahan organik yang tepat. Tujuan pemberian bahan organik ini bisa untuk penambahan hara atau perbaikan sifat fisik tanah seperti mempertahankan kelembaban tanah (mulsa) sesuai dengan kualitas bahan organik yang diberikan. Handayanto *et al.* (2005) menyatakan bahwa secara umum, kecepatan dekomposisi bahan organik dipengaruhi oleh kelembaban dan temperatur tanah dan komposisi sifat fisik dan kimia bahan, yang disebut dengan 'kualitas'. Parameter kualitas yang menyebabkan mudah tidaknya bahan terdekomposisi antara lain kandungan nisbah C/N, lignin dan polifenol.

1) Nisbah C/N

Agar terjadi mineralisasi kandungan N suatu bahan organik harus lebih dari nilai kritis 1.5-2.5%, di bawah nilai kritis tersebut akan terjadi imobilisasi (Handayanto *et al.*, 2005). Mikroba memecah senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein. Pada rasio C/N di antara 30-40 mikroba mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk sintesis protein. Apabila rasio C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat.

2) Lignin

Lignin merupakan aromatik tidak seragam yang sangat kompleks dengan bentuk dasar penhyl-propene (C₆-C₃), senyawa polimer yang tidak beracun dengan sebaran massa molekul relatif yang bervariasi, orde ribuan sampai ratusan ribu, bergantung dari sumber dan proses isolasinya. Beberapa penelitian menyatakan bahwa jika suatu bahan organik mempunyai kandungan lignin yang tinggi, meskipun kandungan N nya tinggi atau nisbah C/N nya rendah, lignin akan lebih berperan dibandingkan nisbah C/N dalam mempengaruhi laju dekomposisi bahan organik tersebut. Makin tinggi kandungan lignin makin lemah pengaruh kandungan N nya atau nisbah C/N terhadap laju dekomposisi bahan organik dan makin besar

jumlah N bahan organik yang tidak dilepaskan selama proses dekomposisi terjadi (Handayanto *et al.*, 2005).

3) Polifenol

Polifenol adalah senyawa aromatik hidroksil yang secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu polifenol sulit larut dan polifenol mudah larut (Handayanto *et al.*, 2005). Swift *et al.* (2000) menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan polifenol dalam bahan organik, maka semakin lambat laju dekomposisi dan pelepasan N dari bahan organik.

Kandungan atau susunan bahan kimia yang membentuk bahan organik atau biomassa sendiri cukup beragam dan secara umum biomassa hijauan terdiri dari 75% air dan 25% biomassa kering. Menurut Brady (1990), biomassa kering tersebut terdiri atas:

1. 60% karbohidrat,
2. 1-5% gula dan pati,
3. 10-30% hemiselulosa,
4. 20-50% selulosa,
5. 10-30% lignin (rerata 25%),
6. 10% protein dan
7. 1-8% (rerata 5%) lemak, lilin dan tannin.

2.3 Bahan Organik Tanah dan Pengelompokannya

Bahan organik tanah adalah bagian dari tanah yang merupakan suatu sistem kompleks dan dinamis yang bersumber dari sisa tanaman dan atau binatang yang terdapat di dalam tanah yang terus menerus mengalami perubahan bentuk karena dipengaruhi oleh faktor biologi, fisika dan kimia. Menurut Stevenson (1982), bahan organik tanah adalah semua jenis senyawa organik yang terdapat di dalam tanah termasuk serasah, fraksi bahan organik ringan, biomassa mikroorganisme, bahan organik terlarut di dalam air dan bahan organik yang stabil atau humus.

Pemberian bahan organik ke dalam tanah memberikan dampak yang baik terhadap tanah sebagai tempat tumbuh tanaman. Tanaman akan memberikan respon yang positif apabila tempat tanaman tersebut tumbuh memberikan kondisi yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah menyediakan zat pengatur tumbuh tanaman yang memberikan keuntungan bagi pertumbuhan tanaman seperti vitamin, asam amino, auksin dan giberelin yang terbentuk melalui dekomposisi organik.

Bahan organik secara umum dibedakan atas bahan organik yang relatif sukar didekomposisi karena disusun oleh senyawa siklik yang sukar diputus atau dirombak menjadi senyawa yang lebih sederhana, termasuk di dalamnya adalah bahan organik yang mengandung senyawa lignin, minyak, lemak dan resin yang umumnya ditemui pada jaringan tumbuh-tumbuhan; dan bahan organik yang mudah didekomposisikan karena disusun oleh senyawa sederhana yang terdiri dari C, O dan H, termasuk di dalamnya adalah senyawa dari selulosa, pati, gula dan senyawa protein.

Dari berbagai aspek tersebut, jika kandungan bahan organik tanah cukup maka kerusakan tanah dapat diminimalkan, bahkan dapat dihindari. Jumlah bahan organik di dalam tanah dapat berkurang hingga 35% untuk tanah yang ditanami secara terus menerus dibandingkan dengan tanah yang belum ditanami atau belum dijamah (Brady, 1990). Young (1989) menyatakan bahwa untuk mempertahankan kandungan bahan organik tanah agar tidak menurun diperlukan minimal 8-9 ton per ha bahan organik tiap tahunnya.

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 kandungan 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.

2.4 Kesuburan dan Produktivitas Tanah

Pertumbuhan tanaman tidak hanya bergantung pada tersedianya unsur hara yang cukup dan seimbang, tetapi juga harus ditunjang oleh keadaan fisik dan kimia tanah yang baik. Pentingnya sifat-sifat fisik dan kimia tanah yang baik dalam menunjang pertumbuhan tanaman sering tidak disadari karena kesuburan tanah selalu dititikberatkan hanya pada kesuburan kimianya saja.

Tanah merupakan salah satu komponen dasar dalam proses tumbuh kembang suatu tanaman salah satunya kelapa sawit. Pemahaman mengenai karakteristik tanah di perkebunan kelapa sawit sangat diperlukan sebagai dasar dalam menentukan tindakan kultur teknis yang akan dilakukan dalam rangka menjamin kesinambungan produktivitas lahan.

Tanah dikatakan subur apabila fase padat mengandung cukup unsur hara tersedia dan cukup air serta udara bagi pertumbuhan tanaman. Apabila ruang pori yang terdapat di antara partikel-partikel padat menyebar sedemikian rupa sehingga dapat menyediakan air yang cukup untuk pertumbuhan tanaman dan pada waktu yang bersamaan memungkinkan aerasi yang cukup pada akar, maka tanah itu

dinilai mempunyai kondisi yang cocok sebagai media tumbuh tanaman. Banyaknya unsur hara di dalam tanah juga tidak menjamin tanaman dapat tumbuh dengan baik dan berproduksi tinggi, tetapi tergantung dari hubungan air dan udara yang memungkinkan tanaman dapat mempergunakan unsur hara tersedia secara efisien, perkembangan akar lebih intensif dan proses biologi dan kimia berlangsung baik pada kondisi optimum (Hasibuan, 1981).

Kelapa sawit dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah seperti Podsolik, Latosol, Hidromorfik Kelabu, Regosol, Andosol, Organosol dan Alluvial. Sifat fisik tanah yang baik untuk tanaman kelapa sawit adalah solum tebal 80 cm yang merupakan media yang baik untuk perkembangan akar sehingga efisiensi penyerapan hara tanaman akan lebih baik. Tekstur ringan, dikehendaki memiliki kandungan pasir 20-60%, debu 10-40% dan liat 20-50%. Perkembangan struktur baik, konsistensi gembur sampai agak teguh, permeabilitas sedang dan bobot isi untuk tanah produktif berkisar antara $1.1-1.6 \text{ g cm}^{-3}$ (Hardjowigeno, 2003).

Untuk mendapatkan kondisi tanah yang optimal bagi pertumbuhan tanaman diperlukan adanya bahan organik (C-total) di lapisan atas paling sedikit 2%. Di samping itu agar kondisi tanah bisa dipertahankan, tanah pertanian harus selalu ditambah bahan organik minimal sebanyak 8-9 ton per hektar setiap tahunnya. Tanah dikatakan subur jika tanah tersebut mengandung bahan organik tanah minimal 2.5-4% (Hairiah *et al.*, 2000).

Tanah yang kaya bahan organik tanah memiliki pori lebih banyak sehingga aerasi tanah lebih baik dan tidak mudah mengalami pemadatan dari pada tanah yang mengandung bahan organik tanah rendah. Tanah yang kaya bahan organik tanah warna tanahnya lebih kelam sehingga menyerap sinar lebih banyak. Apabila lebih banyak sinar yang diserap tanah, maka lebih banyak hara, oksigen dan air yang diserap tanaman melalui perakaran. Selain itu, hara yang terfiksasi dalam tanah lebih sedikit sehingga yang tersedia bagi tanaman lebih besar, hara yang digunakan mikroorganisme tanah bermanfaat dalam mempercepat aktivitasnya, meningkatkan kecepatan dekomposisi bahan organik tanah dan mempercepat pelepasan hara (Sutanto, 2002).

2.5 Pengaruh Bahan Organik Tanah Terhadap Kesuburan Tanah

2.5.1 Pengaruh BOT Terhadap Sifat Fisik Tanah

Pengaruh bahan organik tanah terhadap sifat fisik tanah antara lain adalah terhadap peningkatan porositas tanah. Porositas tanah adalah ukuran yang menunjukkan bagian tanah yang tidak terisi bahan padat tanah yang terisi oleh udara dan air. Pori-pori tanah dapat dibedakan menjadi pori mikro, pori meso dan pori makro. Pori-pori mikro sering dikenal sebagai pori kapiler, pori meso dikenal sebagai pori drainase lambat dan pori makro merupakan pori drainase cepat. Tanah pasir yang banyak mengandung pori makro sulit menahan air, sedang tanah lempung yang banyak mengandung pori mikro drainasinya jelek. Pori dalam tanah menentukan kandungan air dan udara dalam tanah serta menentukan perbandingan tata udara dan tata air yang baik. Penambahan bahan organik pada tanah kasar (berpasir), akan meningkatkan pori yang berukuran menengah dan menurunkan pori makro. Dengan demikian akan meningkatkan kemampuan menahan air (Stevenson, 1982).

Pengaruh bahan organik tanah terhadap peningkatan porositas tanah di samping berkaitan dengan aerasi tanah, juga berkaitan dengan status kadar air dalam tanah. Penambahan bahan organik ke dalam tanah akan meningkatkan kemampuan menahan air sehingga kemampuan menyediakan air tanah untuk pertumbuhan tanaman meningkat. Kadar air yang optimal bagi tanaman dan kehidupan mikroorganisme adalah sekitar kapasitas lapang. Penambahan bahan organik di tanah pasir akan meningkatkan kadar air pada kapasitas lapang, akibat dari meningkatnya pori yang berukuran menengah (meso) dan menurunnya pori makro, sehingga daya menahan air meningkat dan berdampak pada peningkatan ketersediaan air untuk pertumbuhan tanaman (Scholes *et al.*, 1994).

2.5.2 Pengaruh BOT Terhadap Sifat Kimia Tanah

Pengaruh bahan organik tanah terhadap kesuburan kimia tanah antara lain terhadap kapasitas pertukaran kation, kapasitas pertukaran anion, pH tanah, daya sangga tanah dan terhadap keharaan tanah. Penambahan bahan organik ke dalam tanah akan meningkatkan muatan negatif sehingga akan meningkatkan kapasitas

pertukaran kation (KPK). Bahan organik tanah memberikan kontribusi yang nyata terhadap KPK tanah. Sekitar 20-70% kapasitas pertukaran tanah pada umumnya bersumber pada koloid humus (contoh: Molisol), sehingga terdapat korelasi antara bahan organik tanah dengan KPK tanah (Stevenson, 1982).

Bahan organik yang diberikan ke dalam tanah dapat memberikan pengaruh baik langsung maupun tidak langsung terhadap ketersediaan unsur hara. Peran bahan organik tanah dalam penyediaan hara tidak terlepas dengan proses mineralisasi yang merupakan tahap akhir proses perombakan bahan organik (dekomposisi). Proses mineralisasi melibatkan berbagai tahap reaksi biokimia dan sebagai hasilnya akan dilepaskan unsur-unsur hara tanaman yang lengkap yaitu: N, P, K, Ca, Mg, S dan unsur-unsur mikro dengan jumlah yang relatif kecil. Hara N, S dan P merupakan hara yang relatif banyak dilepas dan dapat digunakan tanaman. Unsur-unsur fungsional nitrogen, fosfor dan belerang dibebaskan dan atau digunakan oleh serangkaian reaksi spesifik yang khas bagi setiap unsur.

2.5.3 Pengaruh BOT Terhadap Sifat Biologi Tanah

Bahan organik tanah merupakan sumber energi bagi makro dan mikro fauna tanah. Penambahan bahan organik ke dalam tanah akan menyebabkan aktivitas dan populasi mikrobiologi dalam tanah meningkat, terutama yang berkaitan dengan aktivitas dekomposisi dan mineralisasi bahan organik tanah. Di samping mikroorganisme tanah, fauna tanah seperti protozoa, nematoda, collembola dan cacing tanah juga berperan dalam dekomposisi bahan organik tanah. Fauna tanah ini berperan dalam proses humifikasi dan mineralisasi atau pelepasan hara, bahkan ikut bertanggung jawab terhadap pemeliharaan struktur tanah (Tian G, 1997). Mikro flora dan fauna tanah ini saling berinteraksi dengan kebutuhannya akan bahan organik tanah, karena bahan organik tanah tersebut menyediakan energi untuk tumbuh serta memberikan karbon sebagai sumber energi.

Pengaruh positif yang lain dari penambahan bahan organik tanah adalah pengaruhnya pada pertumbuhan tanaman. Terdapat senyawa yang mempunyai pengaruh terhadap aktivitas biologis yang ditemukan di dalam tanah yaitu senyawa perangsang tumbuh (auxin) dan vitamin (Stevenson, 1982). Senyawa-senyawa di dalam tanah ini berasal dari eksudat tanaman, pupuk kandang, kompos, sisa tanaman dan juga berasal dari aktivitas mikrobia dalam tanah. Di samping itu, adanya indikasi asam organik dengan berat molekul rendah terutama bikarbonat (seperti *suksinat*, *ciannamat*, *fumarat*) dalam konsentrasi rendah dapat mempunyai sifat seperti senyawa perangsang tumbuh, sehingga berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman.

2.6 Pengukuran Kandungan Bahan Organik Tanah

Indikasi penurunan BOT biasanya diukur dari kadar total C dan N sehingga diperoleh nilai nisbah C/N, yang selanjutnya dapat dipakai untuk menaksir ketersediaan hara dari mineralisasi bahan organik. Namun penelitian terakhir membuktikan bahwa kadar total C bukan merupakan tolok ukur yang akurat, karena hasil dari pengukuran tersebut diperoleh berbagai macam BOT. Menurut Woomer *et al.* (1994) BOT dibagi dalam beberapa kelompok menurut umur paruh dan komposisinya (Tabel 2). Umur paruh BOT tersebut ditaksir melalui simulasi model CENTURY (Parton *et al.*, 1987). Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa BOT lambat lapuk dan pasif (stabil) berada dalam tanah sejak puluhan bahkan mungkin ratusan tahun yang lalu. Kelompok ini meliputi asam-asam organik dan bahan organik yang terjerap kuat oleh liat yang tidak tersedia bagi tanaman dan biota. Penetapan kandungan total C berdasarkan oksidasi basah dengan metoda Walkey and Black adalah mengukur semua kelompok BOT baik yang masih baru maupun yang sudah lama. Hasil penetapan itu tidak dapat dipergunakan untuk studi dinamika BOT pada berbagai sistem pengelolaan lahan karena hasilnya tidak akan menunjukkan perbedaan yang jelas. Untuk itu diperlukan penetapan kandungan fraksi-fraksi BOT sebagai tolok ukur.

Tabel 2. Pengelompokan BOT berdasarkan umur paruh yang ditaksir melalui simulasi model CENTURY (Parton *et al.*, 1987) dan komposisi kimianya (Woomer *et al.*, 1994)

Kelompok BOT	Umur Paruh (tahun)	Komposisi	Nama Lain
Bahan organik metabolis (<i>metabolis litter</i>)	0.1 - 0.5	Isi sel, selulosa	Sisa hewan, tanaman dan manusia
Bahan organik struktural (<i>structural litter</i>)	0.3 - 2.1	Lignin, polyfenol	Sisa tanaman
Bahan organik aktif (<i>Active pool</i>)	0.2 - 1.4	Biomasa mikrobia, karbohidrat mudah larut, enzym exocellular	Fraksi labil
Bahan organik lambat lapuk (<i>Slow pool</i>)	8 - 50	Bahan organik ukuran partikel (50 μm - 2.0 mm)	Fraksi labil
Bahan organik pasif (<i>Passive pool</i>)	400 - 2200	Asam-asam humik dan fulvik, kompleks organo mineral (bahan organik yang terjerap kuat oleh mineral liat)	Substansi humus atau fraksi labil

Pada prinsipnya (berdasarkan fungsinya) bahan organik tersusun dari komponen labil dan stabil. Komponen labil terdiri dari bahan yang sangat cepat didekomposisi pada awal proses mineralisasi dan akumulasi dari *recalcitrant residue* (residu yang tahan terhadap pelapukan) yang merupakan sisa dari proses mineralisasi yang terdahulu. Umur paruh atau *turnover* (waktu yang dibutuhkan untuk mendekomposisi bahan organik sampai habis) dari fraksi labil dan stabil ini bervariasi dari beberapa bulan saja sampai ribuan tahun. Hasil percobaan isotop menunjukkan bahwa fraksi BOT dapat sangat stabil dalam tanah sampai lebih dari 9.000 tahun. Sekitar 60-80 % BOT dalam tanah umumnya terdiri dari substansi humus (Woomer *et al.*, 1994).

1. Fraksi Labil

Fraksi labil terdiri dari bahan yang mudah didekomposisi dengan umur berkisar dari beberapa hari sampai beberapa tahun. Komponen BOT labil terdiri dari 3 kelompok:

- Bahan yang paling labil adalah bagian seluler tanaman seperti karbohidrat, asam amino, peptida, gula-amino dan lipida.
- Bahan yang agak lambat didekomposisi seperti malam (*waxes*), lemak, resin, lignin dan hemiselulosa.
- Biomass dan bahan metabolis dari mikrobia (*microbial biomass*) dan bahan residu *recalcitrant* lainnya.

Fraksi labil berperan sangat penting dalam mempertahankan kesuburan tanah yaitu sebagai sumber hara tanaman karena komposisi kimia bahan asalnya dan tingkat dekomposisinya yang cepat. Biomasa mikrobia sangat penting dalam mempertahankan status BOT yang berperan sebagai *source* dan *sink* bagi ketersediaan hara karena daur hidupnya relatif singkat (Hassink *et al.*, 1995).

2. Fraksi Stabil (Substansi Humik)

Komponen BOT fraksi labil atau paling sulit dilapuk adalah asam-asam humik. Asam-asam ini merupakan hasil pelapukan seresah (substansi organik menyerupai lignin) atau kondensasi substansi organik terlarut yang dibebaskan melalui dekomposisi gula, asam amino, polifenol dan lignin. Jadi dapat dikatakan bahwa substansi humik adalah produk akhir dekomposisi BOT oleh mikrobia. Ketahanan substansi humik terhadap proses dekomposisi disebabkan konfigurasi fisik maupun struktur kimia yang sulit dipecahkan oleh mikrobia. Substansi ini secara fisik terikat kuat dengan liat dan koloidal tanah lainnya, atau dapat juga karena letaknya di dalam agregat-mikro (Hassink, 1995; Matus, 1994) dan ditambah lagi dengan adanya *hyphae* ataupun akar-akar halus.

Kontribusi substansi humik terhadap ketersediaan hara masih belum banyak diketahui karena waktu *turnover*-nya yang terlalu panjang. Namun demikian, pool stabil dari bahan organik ini tetap memegang peranan penting sebagai *biological ameliorant* terhadap unsur beracun bagi tanaman, juga sangat

berperanan dalam pembentukan agregat tanah dan pengikatan kation dalam tanah. Peranan sebagai pengikat kation lebih diutamakan karena pada tanah-tanah masam BOT merupakan satu-satunya fraksi tanah bermuatan positif (Hassink *et al.*, 1995)

Fraksionasi secara fisik telah dibuktikan memberikan hasil yang memuaskan yang prinsipnya adalah memisahkan bahan organik dengan partikel tanah. Penelitian yang dilakukan oleh Mahabarata (1996) menunjukkan bahwa fraksi halus bahan organik mempunyai nisbah C/N yang rendah dalam suspensi silikat (Tabel 3).

Tabel 3. Total BK, C, N dan nisbah C/N masing-masing fraksi BOT pada tanah Ultisol asal hutan (0 tahun) dan perkebunan tebu (2, 3, 4, 6, 10 tahun) (Mahabarata, 1996)

Perlakuan	Fraksi BOT	Berat Kering g kg ⁻¹	Total C %	Total N %	C/N
Hutan 0 tahun	Halus	1.59	30.5	1.47	16.1
	Sedang	2.33	28.2	1.27	22.4
	Kasar	3.00	22.3	1.03	22.6
Tebu 2 tahun	Halus	1.26	36.2	1.35	26.8
	Sedang	1.17	25.2	1.26	27.9
	Kasar	1.49	31.3	1.09	28.7
Tebu 3 tahun	Halus	1.20	34.5	1.29	26.7
	Sedang	0.98	30.8	1.17	26.3
	Kasar	1.41	30.8	0.88	35.1
Tebu 4 tahun	Halus	1.15	38.1	1.48	25.7
	Sedang	0.93	38.1	1.31	29.1
	Kasar	1.28	37.4	0.78	47.9
Tebu 6 tahun	Halus	1.09	25.5	1.53	23.1
	Sedang	0.85	34.9	1.33	26.2
	Kasar	1.18	34.9	0.99	35.2
Tebu 10 tahun	Halus	1.83	32.5	1.43	22.7
	Sedang	0.66	32.7	1.17	27.9
	Kasar	0.83	32.7	1.07	30.5

Pada Tabel 3 terlihat bahwa fraksi halus memiliki nisbah C/N yang lebih tinggi dari pada kedua fraksi lainnya. Fraksi kasar dan sedang diduga berperan dalam penyediaan hara, sedangkan fraksi halus merupakan fraksi bahan organik tanah yang telah berasosiasi dengan liat dan akan lebih berperan dalam perbaikan sifat fisik tanah dalam jangka panjang. Berdasarkan penetapan isotopik diketahui bahwa setelah 10 tahun hutan dikonversikan menjadi lahan tebu, hutan masih menyumbang 23% dari total fraksi kasar, 44% dari fraksi sedang dan 67% dari fraksi halus (Mahabarata, 1996).

Fraksi kasar biasanya terdekomposisi lebih cepat dibandingkan dengan fraksi halus. Adanya perbedaan tekstur dan struktur dari berbagai jenis tanah akan sangat mempengaruhi proses dekomposisi dan mineralisasi dari masing-masing fraksi bahan organik tanah maupun dinamika mikroba. Pada tanah-tanah yang mempunyai kandungan liat tinggi sebagian besar bahan organik tanahnya berada dalam kondisi terjepit mikropori liat sehingga sulit dijangkau oleh mikrobia untuk dapat terdekomposisi (Hassink *et al.*, 1995). Bila partikel tanah dipisahkan berdasarkan ukuran partikel dan berat jenisnya, maka fraksi kasar yang diperoleh akan tersusun dari bahan organik yang murni dan benar-benar terpisah dari partikel tanah, sedangkan fraksi halus tersusun dari bahan organik yang telah berasosiasi lebih dekat dengan partikel mineral tanah.



III. KONDISI UMUM LOKASI PENELITIAN

3.1 Letak dan Luas Wilayah

Daerah penelitian merupakan areal perkebunan kelapa sawit PT Astra Agro Lestari yang terletak di Kecamatan Pangkut, Kabupaten Kotawaringin Barat, Provinsi Kalimantan Tengah. Secara geografis daerah ini terletak antara 2°06'36" LS sampai 2°44'30" LS dan 111°44'20" BT sampai 112°01'12" BT.

Luas total areal perkebunan kelapa sawit PT Astra Agro Lestari tersebut adalah sekitar 43.000 hektar yang seluruhnya ditanami kelapa sawit yang sebagian besar telah berumur lebih dari 10 tahun. Hanya sebagian kecil dari luasan tersebut yang baru ditanami kurang dari 5 tahun. Berdasarkan informasi administrasi perkebunan, luasan tersebut dibagi dikelola oleh 7 perusahaan perkebunan, yaitu PT Gunung Sejahtera Ibu Pertiwi (GSIP), PT Agro Menara Rahmat (AMR), PT Gunung Sejahtera Indah (GSI), PT Gunung Sejahtera Yoli Makmur (GSYM), PT Surya Indah Nusantara Pagi (SINP), PT Persada Bina Nusantara Abadi (PBNA) dan PT Gunung Sejahtera Puti Pesona (GSPP) (Tim Survey Tanah dan Evaluasi Lahan PT Astra Agro Lestari, 2008).

3.2 Kondisi Topografi

Kondisi topografi perkebunan kelapa sawit PT Astra Agro Lestari berada pada ketinggian antara 25-100 meter di atas permukaan laut (dpl) yang sebagian besar merupakan daerah dengan topografi datar (0-3%). Bentuk areal lain yang dijumpai adalah berombak dengan kemiringan lereng 3-8% dan bergelombang (>8%). Pengaruh topografi pada tanaman kelapa sawit secara agronomis tidak begitu penting, tetapi secara teknis sangat berpengaruh. Pengaruh ini terutama dalam hal transportasi pengangkutan sarana produksi dan proses budidaya dari dan menuju lokasi perkebunan (Tim Survey Tanah dan Evaluasi Lahan PT Astra Agro Lestari, 2008).

3.3 Kondisi Hidrologi

Sungai yang melewati areal perkebunan PT Astra Agro Lestari adalah Sungai Jampau yang merupakan anak Sungai Arui. Sungai ini mengalir sepanjang musim dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber air untuk keperluan perkebunan, khususnya untuk pembibitan. Selain air sungai, sumber air juga dapat diperoleh dari air tanah.

Keadaan drainase di bawah permukaan tanah (solum tanah) tidak hanya bervariasi sejalan dengan bentuk wilayahnya, tetapi juga berbeda-beda tergantung pada sifat fisik tanah terutama tekstur tanah. Pada kondisi topografi yang datar dan memiliki tekstur halus (liat berdebu - lempung liat berdebu) menunjukkan drainase bawah permukaan tanah yang tergolong kurang baik, tercermin dari warna tanah yang didominasi oleh warna dasar kelabu dengan bercak-bercak kuning atau merah kecoklatan. Ciri-ciri drainase kurang baik tidak terlihat pada tanah bertekstur kasar (berpasir). Drainase bawah permukaan tanah pada kondisi topografi yang berombak hingga bergelombang pada umumnya tergolong baik (Tim Survey Tanah dan Evaluasi Lahan PT Astra Agro Lestari, 2008).

3.4 Karakteristik Iklim

Berdasarkan klasifikasi iklim Oldeman, iklim di lokasi penelitian ini tergolong dalam Tipe B-1. Tipe iklim B-1 adalah tipe iklim dengan jumlah bulan basah (curah hujan >200 mm) antara 7-9 bulan dengan jumlah bulan kering (curah hujan <100 mm) kurang dari 2 bulan. Dengan sebaran bulan basah dan bulan kering seperti disebutkan di atas, maka kecukupan air tampaknya bukan merupakan kendala dalam pengembangan pertanian, khususnya tanaman perkebunan seperti kelapa sawit (Tim Survey Tanah dan Evaluasi Lahan PT Astra Agro Lestari, 2008).

3.5 Karakteristik Fisik dan Kimia Tanah

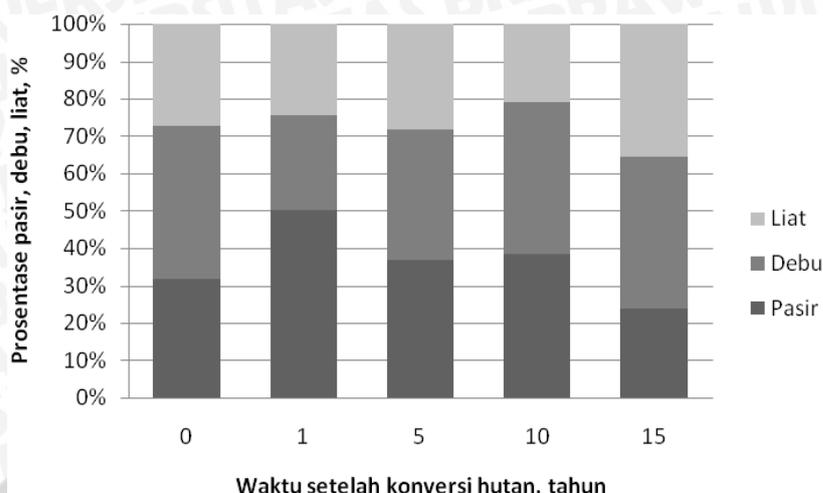
Tanah di lahan pengembangan kelapa sawit tersebut berasal dari bahan induk batuan vulkanik dan sedimen tua dengan kandungan silikat tinggi dan dalam proses genesisnya telah mengalami hancuran iklim relatif intensif, sehingga secara alami memiliki tingkat ketersediaan hara, terutama basa-basa (N, P dan K) yang relatif rendah. Selain itu, adanya solum tanah yang dangkal menyebabkan media perakaran menjadi terganggu. Kandungan liat yang tinggi juga menyebabkan drainase menjadi terhambat dan kurang mendukung perkembangan akar (Tim Survey Tanah dan Evaluasi Lahan PT Astra Agro Lestari, 2008).

3.5.1 Sifat Fisika Tanah Kebun Kelapa Sawit

1) Tekstur Tanah

Petak yang dipilih untuk penelitian ini memiliki tekstur berdebu sampai berliat halus pada lapisan permukaan (0-10 cm) yang cukup beragam. Kadar liat berkisar antara 21-36%, kadar debu antara 26-41% dan kadar pasir antara 24-50% (Gambar 3). Data tekstur tanah ini didapat dari pengukuran pada penelitian pertama oleh Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah (2010).

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata ($p>0.05$) antara kandungan liat pada tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur dengan rata-rata 27.3%. Untuk kandungan debu pada tanah hutan terdapat perbedaan yang nyata ($p<0.05$) dengan tanah di kebun sawit berbagai umur sebesar 36.6%. Sedangkan kandungan pasir pada tanah kebun sawit umur 1 tahun terdapat perbedaan yang nyata ($p<0.05$) dengan tanah kebun sawit umur 15 tahun dengan rata-rata 36.9% (Gambar 3). Adanya perbedaan tekstur ini diduga akan berpengaruh terhadap beberapa sifat kimia tanah seperti konsentrasi C, N dan pH serta sifat fisik tanah seperti bobot isi tanah.



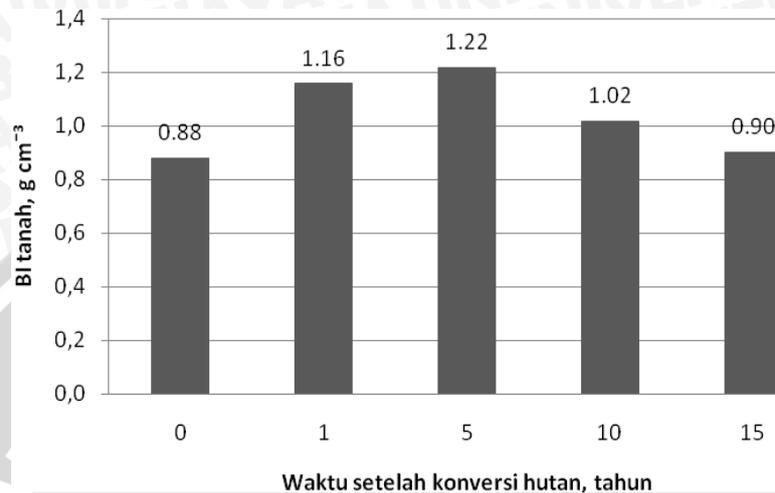
Gambar 3. Prosentase kandungan pasir, debu dan liat pada tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur pada kedalaman 0-10 cm (Keterangan: 0 = hutan alami, 1 = sawit umur 1 tahun, 5 = sawit umur 5 tahun, 10 = sawit umur 10 tahun, 15 = sawit umur 15 tahun, s.e.d pasir = 10.55, s.e.d debu = 3.50, s.e.d liat = 7.86) (Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah, 2010)

2) Bobot Isi Tanah

Perlakuan terhadap tanah dan pengelolaan bahan organik dalam rangka budidaya tanaman kelapa sawit mengakibatkan perbedaan bobot isi tanah lapisan permukaan (0-10 cm). Hasil pengukuran rata-rata bobot isi tanah pada perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) menunjukkan bahwa pada kebun sawit umur 5 tahun (1.22 g cm^{-3}) lebih tinggi dan nyata ($p < 0.05$) bila dibandingkan dengan rata-rata bobot isi tanah di kebun sawit umur 10 dan 15 tahun maupun di tanah hutan dengan rata-rata 1.0 g cm^{-3} (Gambar 4). Namun, tidak ada perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) antara rata-rata bobot isi tanah pada kebun sawit umur 1 dan 5 tahun dengan rata-rata 1.2 g cm^{-3} .

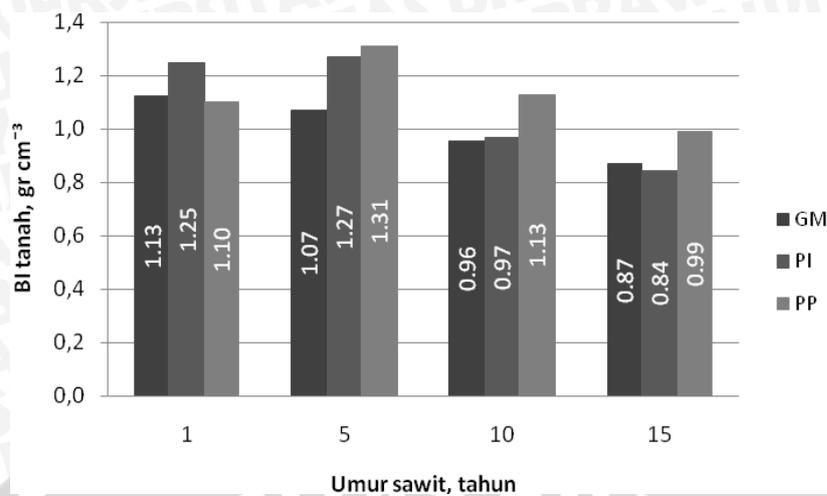
Tingginya nilai bobot isi tanah pada kebun sawit umur 5 tahun kemungkinan disebabkan oleh besarnya intensitas kegiatan yang mengakibatkan pemadatan. Selain itu, kondisi permukaan tanah yang cenderung lebih terbuka atau tutupan tajuk yang masih sedikit akibat pembukaan lahan juga berpengaruh terhadap tingginya bobot isi tanah. Namun ketika umur pohon sawit sudah mencapai 15 tahun ternyata rata-rata bobot isi tanahnya hampir sama seperti di

hutan (50% volume) (Gambar 4). Hal tersebut mungkin disebabkan oleh cukup banyaknya masukan bahan organik dari sawit dan pengembalian limbah produksi sawit sehingga memacu aktivitas organisme tanah.



Gambar 4. Rata-rata bobot isi pada tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur pada kedalaman 0-10 cm (Keterangan: 0 = hutan alami, 1 = sawit umur 1 tahun, 5 = sawit umur 5 tahun, 10 = sawit umur 10 tahun, 15 = sawit umur 15 tahun, s.e.d BI = 0.1) (Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah, 2010)

Di dalam kebun sawit sendiri, perbedaan umur dan pengelolaan bahan organik yang dilakukan di berbagai zona maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap rata-rata bobot isi tanah. Namun demikian, rata-rata bobot isi tanah pada zona pasar pikul (1.13 g cm^{-3}) cenderung lebih tinggi dari pada bobot isi tanah di zona piringan (1.08 g cm^{-3}) dan gawangan mati (1.01 g cm^{-3}) (Gambar 5). Hal tersebut mungkin disebabkan oleh besarnya intensitas kegiatan di zona pasar pikul, misalnya pengangkutan hasil panen sehingga mengakibatkan pemadatan tanah.



Gambar 5. Rata-rata bobot isi tanah pada tiap zona kebun sawit pada kedalaman 0-10 cm (Keterangan: 1 = sawit umur 1 tahun, 5 = sawit umur 5 tahun, 10 = sawit umur 10 tahun, 15 = sawit umur 15 tahun, GM = gawangan mati, PI = piringan, PP = pasar pikul, s.e.d BI = 0.12) (Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah, 2010)

3.5.2 Sifat Kimia Tanah Kebun Kelapa Sawit

Sebagai dasar evaluasi kesehatan tanah pada hutan setelah dikonversi menjadi lahan sawit, dilakukan pengukuran beberapa karakteristik kimia tanah oleh Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah (2010) yang disajikan pada Tabel 4. Dari hasil pengukuran C tanah menunjukkan bahwa rata-rata total C (kedalaman 0-10 cm) pada kebun sawit umur 15 tahun berkisar antara 30-50% cenderung lebih tinggi dari rata-rata total C di kebun sawit yang lebih muda maupun di tanah hutan itu sendiri.

Pengelolaan bahan organik sisa produksi dan pangkasan daun pada kebun kelapa sawit berbagai umur akan mempengaruhi tinggi rendahnya konsentrasi C dalam tanah, dimana ketersediaan bahan organik tanah di kebun kelapa sawit tersebut dibedakan pada 3 zona yaitu zona gawangan mati (tempat tumpukan seresah), zona piringan (lingkaran di sekeliling pohon yang biasanya digunakan sebagai tempat untuk mengaplikasikan pupuk) dan zona pasar pikul (jalan setapak sebagai akses dalam aktivitas di dalam kebun). Dari hasil pengukuran C tanah di tiap-tiap zona kebun sawit tersebut menunjukkan bahwa tingginya tumpukan

bahan organik di zona gawangan mati (2.61%) cenderung lebih tinggi dari rata-rata konsentrasi C di zona piringan (2.31%) dan zona pasar pikul (2.13%).

Sedangkan hasil pengukuran konsentrasi N dalam tanah menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) memiliki rata-rata konsentrasi N cenderung rendah pada kebun sawit umur 10 tahun sebesar 0.13%. Saat sawit berumur 15 tahun terjadi peningkatan konsentrasi N dengan rata-rata 0.20%.

Tabel 4. Rata-rata karakteristik kimia tanah pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit kedalaman 0-10 cm (Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah, 2010)

Waktu setelah konversi hutan, tahun	Zona	Total-C %	Total-N %	C/N	pH H ₂ O	pH KCl
0	-	2.76	0.19	14	4.06	3.47
1	GM	2.56	0.16	16	4.37	3.97
	PI	2.51	0.18	14	4.26	3.60
	PP	2.36	0.16	14	4.15	3.56
5	GM	2.83	0.17	16	4.22	3.57
	PI	2.45	0.16	15	4.57	3.78
	PP	2.57	0.17	16	4.25	3.64
10	GM	1.53	0.14	11	4.10	3.54
	PI	1.68	0.13	13	4.57	3.74
	PP	1.28	0.12	10	4.33	3.59
15	GM	3.51	0.22	16	3.97	3.47
	PI	2.60	0.23	12	4.72	3.96
	PP	2.30	0.15	15	4.30	3.73
BNT 5%		1.08	0.08	2.69		
s.e.d		0.52	0.04	1.30		

Keterangan: 0 (hutan alami), 1 (sawit umur 1 tahun), 5 (sawit umur 5 tahun), 10 (sawit 10 tahun), 15 (sawit 15 tahun), GM (gawangan mati), PI (piringan), PP (pasar pikul)

IV. METODE PENELITIAN

4.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada Februari - Juli 2011. Kegiatan ini merupakan bagian dari penelitian “Upaya Penyehatan Tanah di Kebun Kelapa Sawit” yang telah dilakukan sebelumnya oleh Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah (2010) pada bulan September - November 2010 di kebun kelapa sawit PT Astra Agro Lestari yang terletak di Kecamatan Pangkut, Kabupaten Kotawaringin Barat, Kalimantan Tengah. Pengambilan contoh tanah dari PT Astra Agro Lestari Kalimantan Tengah dilakukan oleh Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah dan Kimia Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya - Malang.

4.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini hanya dikhususkan pada fraksionasi BOT di laboratorium, yaitu:

- a. Contoh tanah yang diambil dari hutan sekunder pada kedalaman 0-10 cm. Contoh tanah dari kebun sawit pada kedalaman 0-10 cm yang diambil dari berbagai tingkat tutupan bahan organik (zona) pada berbagai umur kebun sawit.
- b. Satu seri ayakan tanah basah dengan ukuran lubang ayak 2 mm, 250 μm , 150 μm dan 50 μm .
- c. Timbangan digital
- d. Oven
- e. Alat tulis

4.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap kegiatan, yaitu sebagai berikut:

Tahap 1, adalah pengumpulan data sekunder yang berhubungan dengan kepadatan tanah dan kandungan bahan organik tanah (BOT) dari hutan sekunder (0 tahun) dan berbagai umur tegakan kelapa sawit (1, 5, 10 dan 15 tahun).

Tahap 2, adalah melakukan fraksionasi bahan organik tanah (BOT) menggunakan metode fraksionasi *Particulate Organic Matter* (POM) atau diterjemahkan sebagai fraksionasi “Bahan Organik Partikel” dari TSBF (*Tropical Soil Biology and Fertility*) (Okalebo, 1993). Skema pengukuran disajikan pada Lampiran 1.

4.3.1 Persiapan Contoh Tanah

Contoh tanah yang akan digunakan untuk fraksionasi dan analisis kimia yaitu contoh tanah yang diambil dari kebun sawit yang berbeda umurnya tetapi teksturnya sama (Tabel 5). Pengambilan contoh tanah di lapangan dilakukan oleh Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah (2010). Contoh tanah yang diperoleh kemudian dipisah-pisahkan menurut ukuran partikelnya dengan cara mengayak di bawah aliran air kran (pengayakan basah) seperti yang disajikan dalam Sub Bab 4.3.3.

Tabel 5. Daftar kode kebun sawit berbagai umur yang dipilih untuk pengukuran

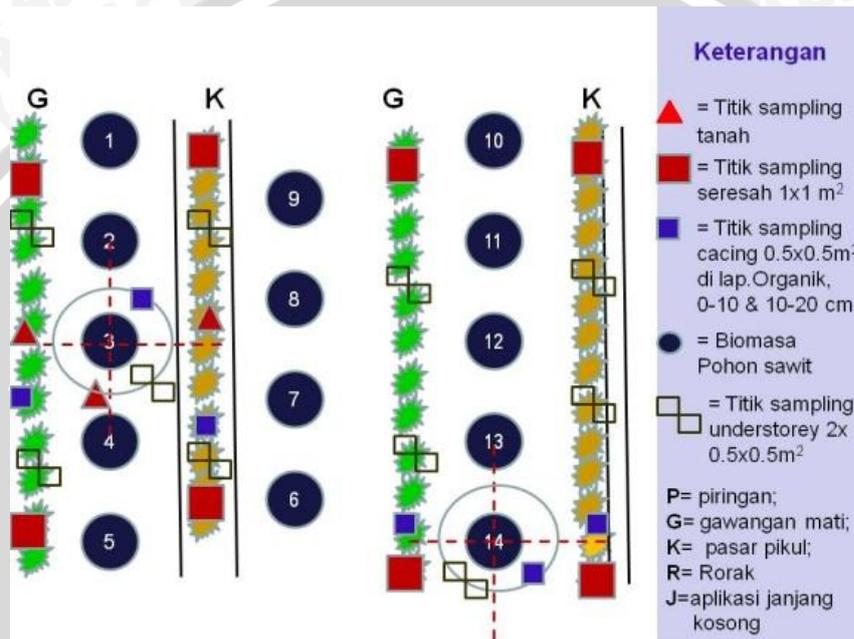
No	Penggunaan Lahan	Jenis Tanah	Tekstur	PT	Afdeling - Blok	Plot
1.	Sawit 1 tahun	Typic Epaquept	Berdebu Halus	AMR	OA-15	1
						2
		Typic Epaquept	Berdebu Halus	AMR	OA-8	1
						2
2.	Sawit 5 tahun	Typic Epaquept	Berdebu Halus	AMR	OA-28	1
						2
		Typic Epaquept	Berdebu Halus	AMR	OA-33	1
						2
3.	Sawit 10 tahun	Typic Distrudept	Berliat Halus	AMR	OA-16	1
						2
		Typic Distrudept	Berliat Halus	AMR	OA-11	1
						2
4.	Sawit 15 tahun	Humic Dystrudept	Berliat Halus	AMR	OG-35	1
						2
		Humic Hapludut	Berliat Halus	AMR	OG-37	1
						2
5.	Hutan	Ultisol	Berliat Halus	AMR	Hutan	1
					Hutan	2
					Hutan	3

4.3.2 Pelaksanaan

Pengambilan contoh tanah telah dilakukan oleh Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah (2010) pada kebun sawit dan hutan sekunder di Kumai Kalimantan Tengah. Pengambilan contoh tanah dilakukan secara sistematis pada kebun-kebun yang dipilih untuk pengukuran. Skema pengambilan contoh tanah yang dilakukan di hutan berbeda dengan yang dilakukan di kebun sawit, karena sebaran BO di hutan lebih merata di seluruh permukaan tanah dari pada di kebun sawit.

Pengambilan Contoh Tanah di Kebun Kelapa Sawit

Pengambilan contoh tanah di lapangan dilakukan bersamaan dengan pengambilan contoh cacing menggunakan metode monolith. Contoh tanah diambil pada 2 kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm pada 3 posisi yaitu di sekitar gawangan mati (tumpukan seresah paling banyak), pasar pikul (tumpukan seresah paling sedikit) dan zona piringan (tumpukan seresah sedang) (Gambar 6 dan 7).



Gambar 6. Skema pengambilan contoh tanah di kebun kelapa sawit bersamaan dengan pengambilan contoh cacing tanah oleh Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah (2010)

Masing-masing zona diambil 2 ulangan pada 2 kedalaman tanah. Contoh tanah yang diperoleh dicampur rata (komposit) menurut kedalamannya, sehingga setiap plot diperoleh satu contoh tanah. Contoh tanah tersebut dikering udarakan dan diayak dengan menggunakan ayakan lubang 2 mm. Contoh tanah yang lolos ayakan diambil sebanyak 200-500 gram untuk keperluan analisa laboratorium.



A

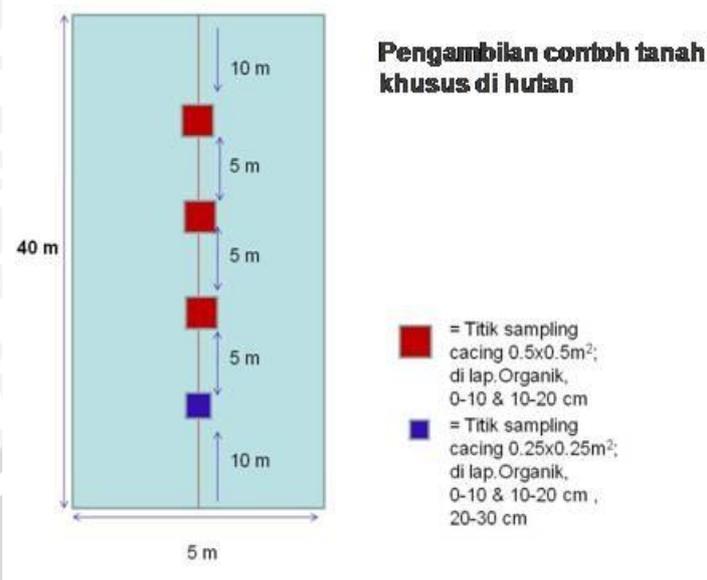


B

Gambar 7. Kondisi di kebun sawit (A) dengan pembagian 3 zona tumpukan BO yaitu gawangan mati, piringan dan pasar pikul (B) (Foto oleh: Kurniatun Hairiah, 2010)

Pengambilan Contoh Tanah di Hutan

Pengambilan contoh tanah tidak terganggu dilakukan dengan menggunakan metode monolith. Pada 10 meter pertama diambil sampel tanah pada kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm dan 20-30 cm. Kemudian setiap 5 meter diambil sampel tanah pada kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm sebanyak 3 ulangan (Gambar 8 dan 9).



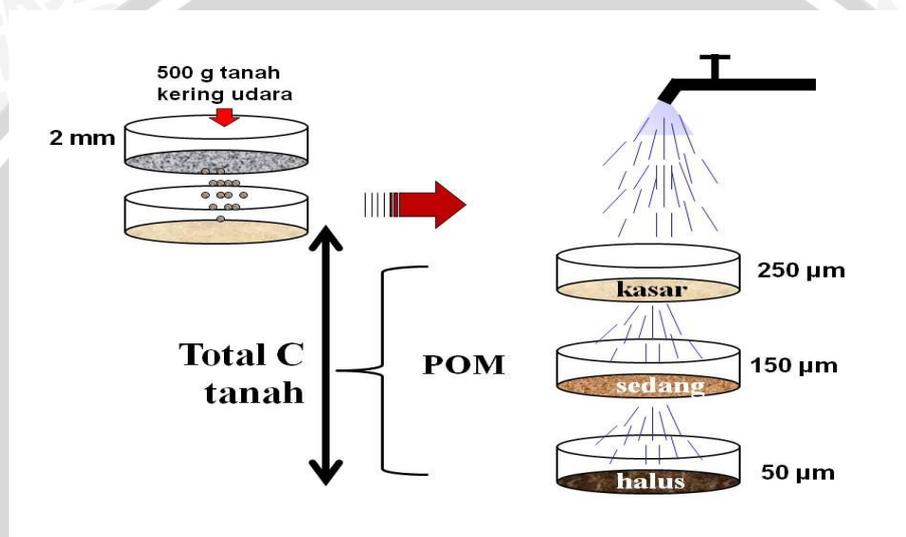
Gambar 8. Pengambilan contoh tanah tidak terganggu di hutan



Gambar 9. Kondisi di hutan sekunder dan kebun sawit muda yang baru 1 tahun diusahakan, di sekeliling pohon sawit ditumpuk BO sisa produksi yaitu janjang kosong (Foto oleh: Kurniatun Hairiah, 2010)

4.3.3 Fraksionasi Bahan Organik Tanah

Analisis *Particulate Organic Matter* (POM) dilakukan dengan jalan memisahkan 3 fraksi BOT menurut ukuran partikelnya (Okalebo, 1993). Prinsip penetapan kandungan POM ini adalah dengan menentukan jumlah absolut dan proporsi relatif C dan N dari partikel organik dalam tanah. Metode ini relatif cepat, mudah dan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan karena hanya menggunakan air (Gambar 10). Foto proses fraksionasi BOT disajikan pada Lampiran 10.



Gambar 10. Prosedur pemisahan fraksi bahan organik tanah untuk menetapkan kandungan POM (Hairiah *et al.*, 1996)

Analisis BOT dilakukan pada tanah kedalaman 0-10 cm dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Mengambil contoh tanah yang terlebih dahulu ditentukan kandungan air tanahnya.
- Mengatur ayakan di atas mesin kocok dengan urutan ayakan 2 mm di atas, 250 µm, 150 µm dan yang terbawah adalah 50 µm.
- Menimbang 500 gram contoh tanah dan meletakkannya pada ayakan ukuran kasar 2 mm, kemudian pengayakan basah dapat dimulai.
- Setelah 20 menit, mengambil partikel tanah dan bahan organik yang lolos dari ayakan 2 mm, yaitu pada ayakan 250 µm, 150 µm dan 50 µm secara terpisah.

- e. Mengeringkan masing-masing fraksi tersebut dalam oven pada suhu 65° C selama 1 x 24 jam, kemudian menimbang berat keringnya.
- f. Menetapkan kandungan C_{org} dan N_{total} tanah dari masing-masing fraksi BOT yang diperoleh. Untuk perhitungan konsentrasi C_{org} dan N_{total}, diambil 5 gram contoh tanah dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105° C selama 1 x 24 jam untuk ditentukan kadar airnya.

Perhitungan kontribusi C_{org} dan N_{total} tanah dari masing-masing fraksi BOT adalah sebagai berikut:

1. Kandungan C_{org} dari masing-masing fraksi BOT (POM_K, POM_S, POM_H) adalah:

$$\text{POM}_K (\text{g kg}^{-1}) = (\text{BK}_{250\mu\text{m}-2\text{mm}}) \times (\text{C}_{\text{org}}/100)$$

$$\text{POM}_S (\text{g kg}^{-1}) = (\text{BK}_{150-250\mu\text{m}}) \times (\text{C}_{\text{org}}/100)$$

$$\text{POM}_H (\text{g kg}^{-1}) = (\text{BK}_{50-150\mu\text{m}}) \times (\text{C}_{\text{org}}/100)$$

2. Kandungan C_{org} dari keseluruhan fraksi BOT (POM_T) adalah:

$$\text{POM}_T (\text{g kg}^{-1}) = (\text{BK}_{50-250\mu\text{m}}) \times (\text{C}_{\text{org}}/100)$$

dimana:

POM = Particulate Organic Matter

POM_K = Fraksi Kasar BOT

POM_S = Fraksi Sedang BOT

POM_H = Fraksi Halus BOT

POM_T = Total Fraksi BOT

3. Proporsi kandungan C_{org} dari masing-masing fraksi BOT (POM_K, POM_S, POM_H) relatif terhadap POM_T adalah:

$$\text{Relatif POM}_{K,S,H} = (\text{POM}_{K,S,H} / \text{POM}_T) \times 100$$

4. Proporsi relatif partikel bahan organik (POM_R) terhadap Total C adalah:

$$\text{POM}_R = (\text{POM}_T / \text{Total C}_{\text{org tanah}}) \times 100$$

Perhitungan yang serupa dapat dilakukan untuk data yang diperoleh dari analisis Nitrogen.

4.4 Analisis Data

Guna mengetahui kontribusi C_{org} dan N_{total} tanah dari masing-masing fraksi BOT, data yang diperoleh dari pengukuran di laboratorium dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis sidik ragam (Anova). Bila dari hasil tersebut terdapat perbedaan secara nyata antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Untuk mengetahui keeratan dan bentuk hubungan antar parameter dilakukan dengan analisis korelasi.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil

Status kesuburan tanah di lahan pertanian dapat diukur dari kandungan Bahan Organik Partikel (*Particulate Organic Matter*, POM). Untuk perhitungannya dibutuhkan data pengukuran berat kering partikel BOT dan kandungan C_{org} dan N_{total} masing-masing fraksi BOT. Pada sub-bab hasil ini terdiri dari:

- Berat massa kering partikel BOT
- Karakteristik kimia masing-masing partikel BOT (C_{org} dan N_{total})
- POM- C_{org} dan POM-N
- POM- C_{org} relatif terhadap total C tanah dan POM-N relatif terhadap total N tanah

5.1.1 Berat Kering Berbagai Fraksi BOT

Ada 3 fraksi BOT yang diperoleh dari proses fraksionasi bahan organik tanah yaitu fraksi kasar (aktif), sedang dan halus (pasif). Hasilnya menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) ataupun perbedaan praktik pengelolaan bahan organik yang dilakukan di berbagai zona kebun sawit tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap berat kering berbagai fraksi tanah (Lampiran 2). Hal ini disebabkan oleh hasil fraksionasi dengan pengayakan basah tersebut masih belum memisahkan BOT dengan partikel tanah secara sempurna seperti halnya dengan pemisahan BOT menggunakan pengapungan dalam suspensi silica (Hairiah *et al.*, 1996). Untuk itu, analisis fraksi BOT masih harus dilanjutkan ke tahap analisis konsentrasi C dan N dari masing-masing fraksi BOT.

Hasil pengukuran berat kering berbagai fraksi BOT pada perbedaan sistem penggunaan lahan disajikan dalam Tabel 6 dan berat kering fraksi BOT pada berbagai zona di kebun sawit dalam Tabel 7.

Tabel 6. Berat kering berbagai fraksi BOT pada tiap sistem penggunaan lahan kedalaman 0-10 cm

SPL	Berat Kering Fraksi, g					
	Kasar		Sedang		Halus	
Hutan	35.3	ab	93.5	b	30.1	ab
Sawit 1 tahun	82.9	b	38.8	a	45.6	ab
Sawit 5 tahun	80.3	b	38.0	a	29.5	ab
Sawit 10 tahun	18.4	a	63.2	ab	59.9	b
Sawit 15 tahun	40.1	ab	63.3	ab	27.8	a
BNT 5%	57.38		31.32		30.42	
s.e.d	28.17		15.38		14.93	

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0.05$)

Tabel 7. Berat kering berbagai fraksi BOT pada tiap zona kebun sawit kedalaman 0-10 cm

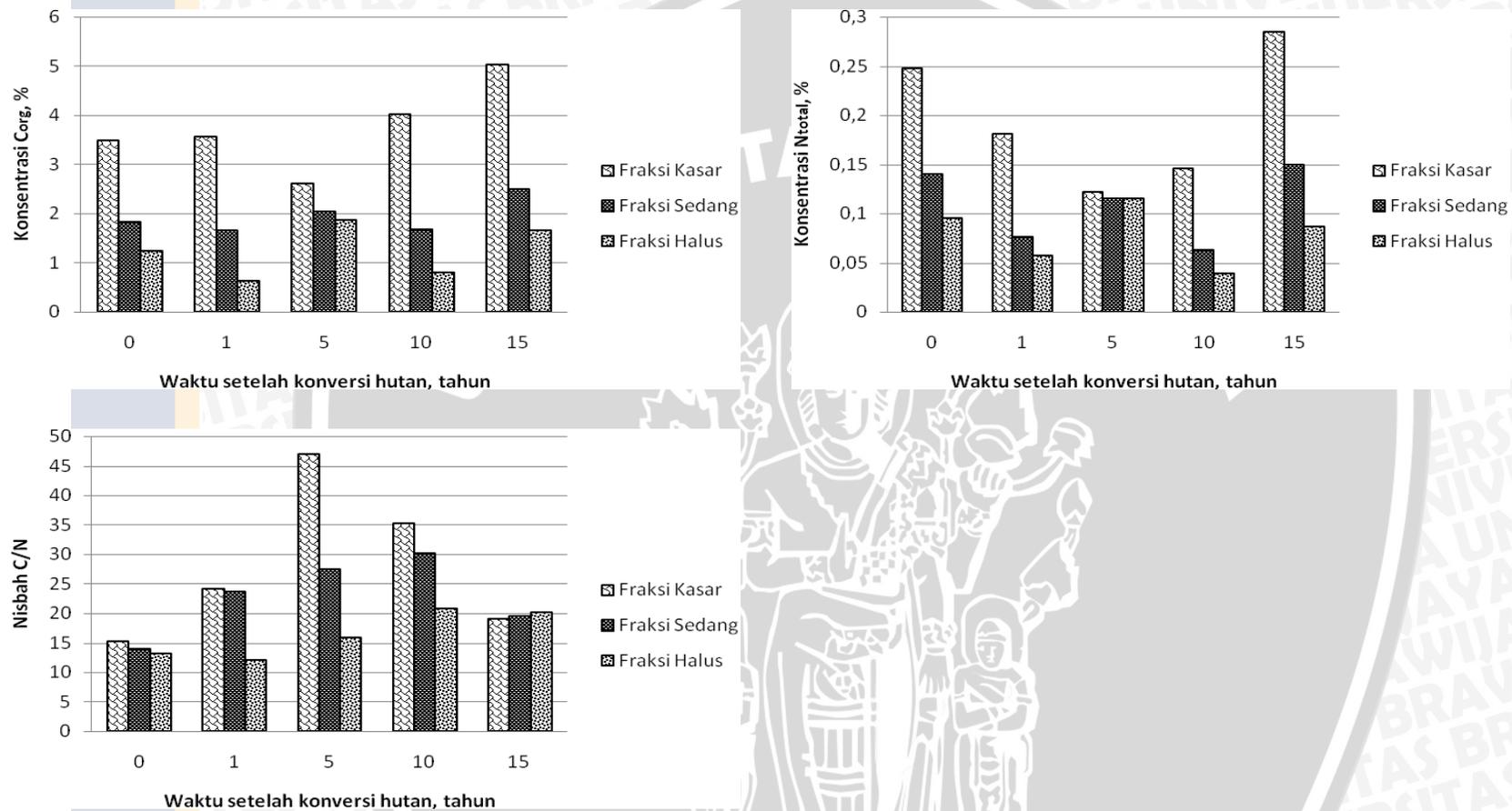
SPL	Zona	Berat Kering Fraksi, g		
		Kasar	Sedang	Halus
Sawit 1 tahun	GM	87.7	41.4	38.7
	PI	85.5	35.8	49.1
	PP	75.5	39.1	49.0
Sawit 5 tahun	GM	81.0	34.3	35.9
	PI	63.4	40.5	31.9
	PP	96.4	39.2	20.8
Sawit 10 tahun	GM	15.8	50.6	72.0
	PI	22.1	74.7	56.3
	PP	17.2	64.4	51.6
Sawit 15 tahun	GM	35.0	66.2	28.1
	PI	51.8	57.1	20.9
	PP	33.5	66.6	34.3
BNT 5%		tn	tn	tn
s.e.d		40.29	19.82	20.95

Keterangan: GM (gawangan mati), PI (piringan), PP (pasar pikul). Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0.05$), tn = tidak nyata

5.1.2 Karakteristik Berbagai Fraksi BOT

5.1.2.1 Konsentrasi C_{org} Berbagai Fraksi BOT

Alihguna hutan menjadi perkebunan sawit menurunkan konsentrasi C_{org} tanah, namun dengan adanya perawatan masukan bahan organik kebun sawit maka secara bertahap terjadi peningkatan kadar C_{org} dalam tanah. Hasil analisis sidik ragam konsentrasi C_{org} tanah pada ketiga fraksi partikel BOT disajikan pada Lampiran 3 dan Gambar 11, dimana perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) hanya berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap konsentrasi C_{org} tanah fraksi kasar (Lampiran 3). Konsentrasi C_{org} tanah fraksi kasar pada semua sistem penggunaan lahan lebih tinggi dari pada fraksi sedang dan halus. Konsentrasi C_{org} tanah fraksi sedang berkisar antara 40-80% dan fraksi halus 20-70% lebih rendah dari pada konsentrasi C_{org} tanah fraksi kasar (rata-rata 51%). Pada saat 5 tahun setelah konversi hutan menjadi kebun sawit terjadi dekomposisi fraksi kasar, yang ditunjukkan dengan penurunan konsentrasi C_{org} tanah fraksi kasar sekitar 1%, tetapi terjadi peningkatan konsentrasi C_{org} tanah fraksi sedang dan halus sekitar 0.4-1%. Saat umur sawit semakin tua (10 dan 15 tahun) konsentrasi C_{org} tanah fraksi kasar meningkat kembali bahkan lebih tinggi dari pada yang ada di tanah hutan.



Gambar 11. Konsentrasi C_{org} , N_{total} dan nisbah C/N berbagai fraksi BOT pada tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur pada kedalaman 0-10 cm (Keterangan: 0 = hutan alami, 1 = sawit umur 1 tahun, 5 = sawit umur 5 tahun, 10 = sawit umur 10 tahun, 15 = sawit umur 15 tahun)

a. Konsentrasi C_{org} Fraksi Kasar

Konsentrasi C_{org} tanah fraksi kasar pada kebun sawit umur 15 tahun (5.0%) lebih tinggi dan nyata ($p < 0.05$) bila dibandingkan dengan konsentrasi C_{org} tanah di kebun sawit umur 5 tahun (Tabel 8). Namun, tidak ada perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) antara konsentrasi C_{org} tanah fraksi kasar di tanah hutan dengan tanah kebun sawit umur 1 dan 10 tahun dengan rata-rata 3.7%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah masukan bahan organik dengan semakin bertambahnya umur sawit. Penambahan bahan organik biasanya diberikan melalui pengembalian pangkasan daun dan pelepah sawit, penambahan janjang kosong dan mungkin penambahan pupuk kandang.

Hasil analisis sidik ragam konsentrasi C_{org} tanah fraksi kasar di dalam kebun sawit sendiri menunjukkan bahwa perbedaan pengelolaan bahan organik yang dilakukan di berbagai zona tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap konsentrasi C_{org} tanah fraksi kasar (Lampiran 3). Selain itu, tidak ada interaksi antara praktik pengelolaan di berbagai zona dengan peningkatan umur kebun sawit, maupun interaksi antara praktik pengelolaan di berbagai zona pada masing-masing umur kebun sawit. Namun demikian, konsentrasi C_{org} tanah fraksi kasar pada zona gawangan mati dan piringan di kebun sawit umur 15 tahun menunjukkan kecenderungan lebih tinggi dibandingkan zona yang sama pada kebun sawit umur 1 sampai 10 tahun maupun zona lainnya yaitu pasar pikul (Tabel 9).

Tabel 8. Konsentrasi C_{org} , N_{total} dan nisbah C/N pada tanah fraksi kasar, sedang dan halus pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit kedalaman 0-10 cm

Waktu setelah konversi hutan, tahun	Konsentrasi C_{org} , %			Konsentrasi N_{total} , %			Nisbah C/N						
	Kasar	Sedang	Halus	Kasar	Sedang	Halus	Kasar	Sedang	Halus				
0	3.5	ab	1.8	1.2	0.3	ab	0.1	0.1	ab	15	14	13	a
1	3.6	ab	1.7	0.6	0.2	ab	0.1	0.1	ab	24	24	12	a
5	2.6	a	2.0	1.9	0.1	a	0.1	0.1	b	47	27	16	ab
10	4.0	ab	1.7	0.8	0.2	ab	0.1	0.04	a	35	30	21	b
15	5.0	b	2.5	1.7	0.3	b	0.2	0.1	ab	19	20	20	b
Rata-rata			1.9	1.2			0.1			28	23		
BNT 5%	1.68		tn	tn	0.14		tn	0.08		tn	tn	5.98	
s.e.d	0.82		0.50	0.71	0.07		0.04	0.04		18.57	6.33	2.94	

Keterangan: 0 (hutan alami), 1 (sawit umur 1 tahun), 5 (sawit umur 5 tahun), 10 (sawit umur 10 tahun), 15 (sawit umur 15 tahun). Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0.05$), tn = tidak nyata

Tabel 9. Konsentrasi C_{org} , N_{total} dan nisbah C/N pada tanah fraksi kasar, sedang dan halus pada tiap zona kebun sawit kedalaman 0-10 cm

SPL	Zona	Konsentrasi C_{org} (%)			Konsentrasi N_{total} (%)			Nisbah C/N		
		Kasar	Sedang	Halus	Kasar	Sedang	Halus	Kasar	Sedang	Halus
Sawit 1 tahun	GM	3.4	2.0	0.7	0.2	0.1	0.1	21	28	14
	PI	4.4	1.6	0.6	0.2	0.1	0.1	30	25	10
	PP	2.9	1.3	0.7	0.2	0.1	0.1	22	18	12
Sawit 5 tahun	GM	2.4	1.5	1.1	0.1	0.1	0.1	31	20	14
	PI	2.4	2.2	1.5	0.1	0.1	0.1	30	36	18
	PP	3.1	2.4	2.9	0.1	0.1	0.2	80	26	17
Sawit 10 tahun	GM	3.8	1.6	0.9	0.2	0.1	0.04	25	26	19
	PI	4.2	1.8	0.7	0.1	0.1	0.04	48	31	20
	PP	4.2	1.6	0.8	0.1	0.1	0.04	33	33	23
Sawit 15 tahun	GM	5.9	2.9	1.5	0.4	0.2	0.1	16	18	21
	PI	5.3	2.4	2.0	0.3	0.2	0.1	20	17	19
	PP	4.0	2.3	1.5	0.2	0.1	0.1	22	23	20
BNT 5%		tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
s.e.d		1.07	0.63	0.97	0.09	0.06	0.05	23.83	8.10	4.01

Keterangan: GM (gawangan mati), PI (piringan), PP (pasar pikul). Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0.05$), tn = tidak nyata

b. Konsentrasi C_{org} Fraksi Sedang

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) tidak menyebabkan terjadinya perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) pada konsentrasi C_{org} tanah fraksi sedang (Lampiran 3). Nilai rata-rata konsentrasi C_{org} tanah fraksi sedang di tanah hutan dan tanah kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun sebesar 1.9% (Tabel 8).

Demikian pula dengan pengukuran di dalam kebun sawit sendiri menunjukkan bahwa perbedaan umur dan zona pengelolaan bahan organik maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap konsentrasi C_{org} tanah fraksi sedang (Lampiran 3 dan Tabel 9).

c. Konsentrasi C_{org} Fraksi Halus

Sama halnya dengan fraksi sedang, hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) tidak menyebabkan terjadinya perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) pada konsentrasi C_{org} tanah fraksi halus dengan rata-rata 1.2% (Lampiran 3 dan Tabel 8).

Di dalam kebun sawit sendiri, perbedaan umur dan zona pengelolaan bahan organik maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap konsentrasi C_{org} tanah fraksi halus (Lampiran 3 dan Tabel 9).

5.1.2.2 Konsentrasi N_{total} Berbagai Fraksi BOT

Perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap konsentrasi N_{total} tanah fraksi kasar dan halus (Lampiran 4 dan Gambar 11). Bila dibandingkan dengan konsentrasi N_{total} tanah fraksi kasar, konsentrasi N_{total} tanah fraksi sedang berkisar antara 50-90% dan pada fraksi halus 30-90% lebih rendah dari pada konsentrasi N_{total} tanah fraksi kasar (rata-rata 47%). Pada saat 5 tahun setelah konversi hutan menjadi kebun sawit terjadi penurunan konsentrasi N_{total} tanah fraksi kasar sekitar 0.1%, akan tetapi konsentrasi N_{total} tanah fraksi sedang dan halus meningkat sekitar 0.04-0.1%. Pada kebun sawit umur 10 tahun terjadi penurunan konsentrasi N_{total} tanah fraksi sedang dan halus bila dibandingkan dengan konsentrasi yang sama pada sawit umur 5 tahun. Pada saat sawit berumur 15 tahun, konsentrasi N_{total} tanah fraksi kasar cenderung meningkat tajam, namun sayangnya tidak tersedia informasi penambahan bahan organik yang terjadi pada kebun sawit tersebut.

a. Konsentrasi N_{total} Fraksi Kasar

Konsentrasi N_{total} tanah fraksi kasar pada kebun sawit umur 15 tahun (0.3%) secara nyata ($p < 0.05$) lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi N_{total} tanah di kebun sawit umur 5 tahun (Tabel 8). Namun demikian, bila dibandingkan dengan tanah hutan tidak ada perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) antara konsentrasi N_{total} tanah fraksi kasar di kebun sawit umur 1 dan 10 tahun dengan rata-rata 0.2%.

Hasil pengukuran konsentrasi N_{total} tanah fraksi kasar di dalam kebun sawit sendiri terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0.05$) pada kebun sawit berbagai umur (Lampiran 4). Perbedaan pengelolaan bahan organik yang dilakukan di berbagai zona maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap konsentrasi N_{total} tanah fraksi kasar. Namun demikian, konsentrasi N_{total} tanah fraksi kasar pada zona gawangan mati di kebun sawit umur 15 tahun menunjukkan kecenderungan lebih tinggi dibandingkan zona yang sama pada kebun sawit umur 1 sampai 10 tahun maupun zona yang lainnya yaitu piringan dan pasar pikul (Tabel 9).

Untuk hasil analisis sidik ragam konsentrasi N_{total} tanah fraksi kasar pada pengelolaan bahan organik di berbagai zona berpengaruh nyata ($p < 0.05$) pada masing-masing umur kebun sawit khususnya hanya pada sawit umur 15 tahun (Lampiran 4 dan Tabel 10). Hal tersebut dimungkinkan karena jumlah bahan organik yang berasal dari seresah pangkasan sawit umur 15 tahun (daun, pelepah dan rumput-rumputan) memberikan kontribusi masukan hara N yang tinggi bagi tanah di sekitarnya.

Tabel 10. Konsentrasi N_{total} fraksi kasar pada interaksi berbagai zona kebun sawit dengan masing-masing umur sawit kedalaman 0-10 cm

Zona	N_{total} Fraksi Kasar, %				
	Sawit 1 tahun	Sawit 5 tahun	Sawit 10 tahun	Sawit 15 tahun	
GM	0.2	0.1	0.2	0.4	c
PI	0.2	0.1	0.1	0.3	b
PP	0.2	0.1	0.1	0.2	a
Rata-rata	0.2	0.1	0.1		
BNT 5%	tn	tn	tn	0.09	
s.e.d	0.01	0.02	0.07	0.03	

Keterangan: GM (gawangan mati), PI (piringan), PP (pasar pikul). Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0.05$), tn = tidak nyata

b. Konsentrasi N_{total} Fraksi Sedang

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap konsentrasi N_{total} tanah fraksi sedang (Lampiran 4). Nilai rata-rata konsentrasi N_{total} tanah fraksi sedang di tanah hutan dan tanah kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun sebesar 0.1% (Tabel 8).

Demikian pula dengan pengukuran konsentrasi N_{total} tanah fraksi sedang di dalam kebun sawit sendiri menunjukkan bahwa perbedaan umur dan zona pengelolaan bahan organik maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap konsentrasi N_{total} tanah fraksi sedang (Lampiran 4 dan Tabel 9).

c. Konsentrasi N_{total} Fraksi Halus

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) menyebabkan terjadinya perbedaan yang nyata ($p < 0.05$) pada konsentrasi N_{total} tanah fraksi halus (Lampiran 4). Konsentrasi N_{total} tanah fraksi halus pada kebun sawit umur 5 tahun (0.1%) lebih tinggi dan nyata ($p < 0.05$) bila dibandingkan dengan konsentrasi N_{total} di kebun sawit umur 10 tahun (Tabel 8).

Di dalam kebun sawit sendiri, perbedaan umur dan zona pengelolaan bahan organik maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap konsentrasi N_{total} tanah fraksi halus (Lampiran 4 dan Tabel 9).

5.1.2.3 Nisbah C/N Berbagai Fraksi BOT

Adanya perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) menyebabkan terjadinya perbedaan masukan bahan organik sehingga mempengaruhi nisbah C/N tanah fraksi BOT. Dari hasil analisis sidik ragam diketahui bahwa perbedaan pengelolaan lahan hanya berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap nisbah C/N tanah fraksi halus saja (Lampiran 5 dan Gambar 11). Dengan bertambahnya umur kebun sawit, terjadi perubahan karakteristik fraksi BOT, terutama saat kebun sawit berumur 5 tahun. Bila dibandingkan dengan nisbah C/N tanah fraksi kasar, nisbah C/N tanah fraksi sedang berkisar antara 60-90% dan pada fraksi halus 40-80% lebih rendah dari pada nisbah C/N tanah fraksi kasar (rata-rata 37%). Pada saat 1 tahun setelah konversi hutan menjadi kebun sawit terjadi peningkatan nisbah C/N tanah fraksi kasar dan sedang yang diduga berasal dari kandungan C dan N tanah asal hutan. Kemudian saat sawit berumur 5 tahun, nisbah C/N tanah fraksi kasar meningkat sekitar 10% yang kemungkinan disebabkan oleh rendahnya kandungan C dan N dalam tanah baik yang berasal dari pengembalian sisa pangkasan sawit maupun dari hutan yang masih tertinggal di dalam tanah. Tetapi semakin tua umur sawit (10 dan 15 tahun) terjadi peningkatan aktivitas pelapukan bahan organik tanah yang menyebabkan terjadinya pembebasan CO_2 dan pengikatan Nitrogen oleh jasad mikro, sehingga

repository.ub.ac.id

nisbah C/N tanah fraksi kasar, sedang dan halus mengalami penurunan kembali yaitu sekitar 11%.

a. Nisbah C/N Fraksi Kasar

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata ($p>0.05$) antara nisbah C/N tanah fraksi kasar pada tanah hutan dan tanah kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun dengan rata-rata 28 (Tabel 8).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan nisbah C/N tanah fraksi kasar tidak dijumpai pada kebun sawit berbagai umur (Lampiran 5). Perbedaan umur dan pengelolaan bahan organik yang dilakukan di berbagai zona maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($p>0.05$) terhadap nisbah C/N tanah fraksi kasar. Namun demikian, nisbah C/N tanah fraksi kasar pada zona pasar pikul di kebun sawit umur 5 tahun menunjukkan kecenderungan lebih tinggi dibandingkan zona yang sama pada kebun sawit umur 1 dan 15 tahun maupun zona yang lainnya yaitu gawangan mati dan piringan (Tabel 9).

b. Nisbah C/N Fraksi Sedang

Sama halnya dengan fraksi kasar, hasil pengujian menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) tidak menyebabkan terjadinya perbedaan yang nyata ($p>0.05$) pada nisbah C/N tanah fraksi sedang (Lampiran 5). Nilai rata-rata nisbah C/N tanah fraksi sedang di tanah hutan dan tanah kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun sebesar 23 (Tabel 8).

Hasil pengujian di dalam kebun sawit sendiri menunjukkan bahwa perbedaan umur dan zona pengelolaan bahan organik maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($p>0.05$) terhadap nisbah C/N tanah fraksi sedang (Lampiran 5 dan Tabel 9).

c. Nisbah C/N Fraksi Halus

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) menyebabkan terjadinya perbedaan yang nyata pada nisbah C/N tanah fraksi halus (Lampiran 5). Nisbah C/N tanah fraksi halus pada kebun sawit umur 10 tahun (21) memiliki nilai lebih tinggi dan nyata ($p < 0.05$) bila dibandingkan dengan nisbah C/N tanah fraksi halus di kebun sawit umur 1 tahun dan tanah hutan dengan rata-rata 15 (Tabel 8).

Demikian pula dengan analisis sidik ragam nisbah C/N tanah fraksi halus di dalam kebun sawit sendiri menunjukkan bahwa perbedaan umur dan zona pengelolaan bahan organik maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap nisbah C/N tanah fraksi halus (Lampiran 5 dan Tabel 9).

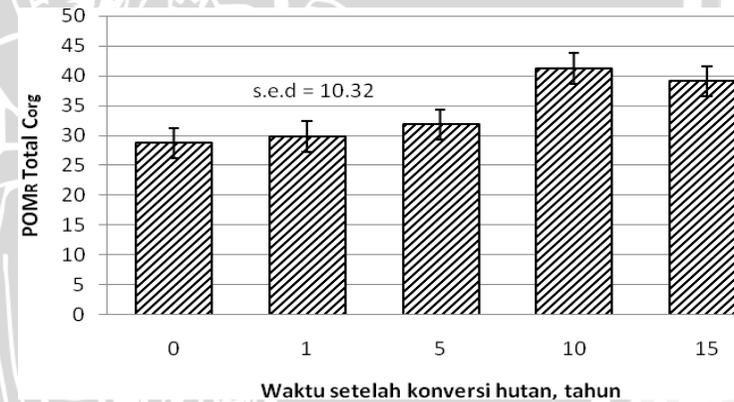
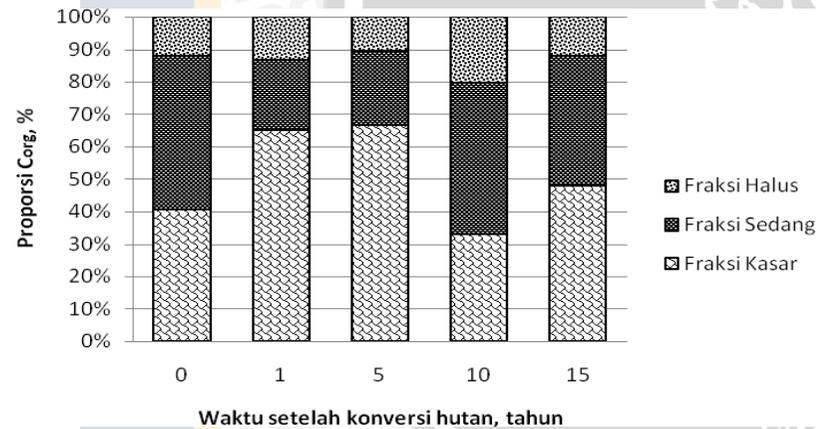
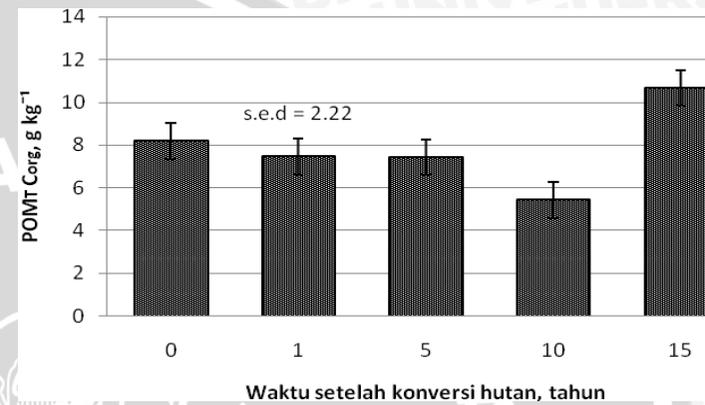
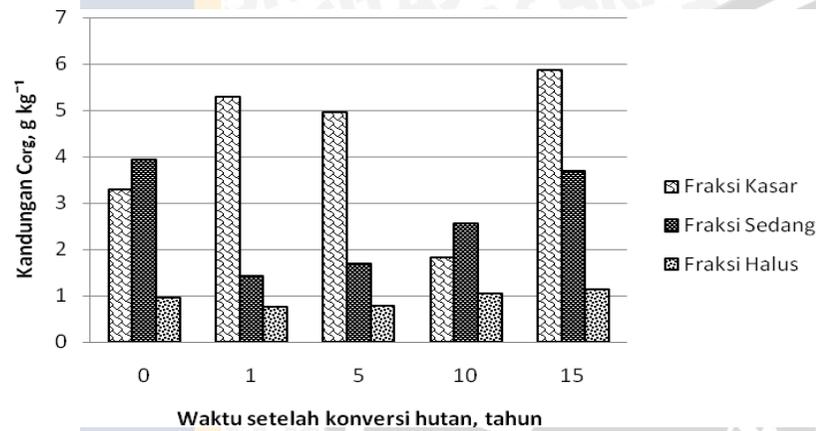
5.2 Proporsi Fraksi BOT Terhadap Kandungan C_{org}

5.2.1 Kandungan C_{org} Berbagai Fraksi BOT

Masing-masing fraksi BOT berkontribusi C_{org} ke dalam tanah dengan jumlah yang bervariasi, tergantung pada kandungan C_{org} dan kecepatan dekomposisi masing-masing fraksi BOT tersebut. Perhitungan kandungan C_{org} pada berbagai fraksi BOT ini dilakukan sebagai berikut:

$$\text{Kandungan } C_{org} \text{ (g kg}^{-1}\text{)} = \frac{\text{BK sampel (g)}}{\text{BK fraksi (g)}} \times 1000 \text{ (g)} \times \frac{\text{Konsentrasi } C_{org}}{100}$$

Hasil analisis sidik ragam kandungan C_{org} berbagai fraksi BOT pada kedalaman 0-10 cm disajikan pada Lampiran 6 dan Gambar 12, dimana perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan kebun sawit berbagai umur) hanya berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap kandungan C_{org} tanah fraksi sedang saja (Lampiran 6). Rata-rata kandungan C_{org} tanah fraksi kasar dan halus pada tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur adalah 4.2 g kg^{-1} dan 0.9 g kg^{-1} (Tabel 11).



Gambar 12. Kandungan dan proporsi C_{org} berbagai fraksi BOT serta total kandungan C_{org} dan nilai relatif total C pada tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur pada kedalaman 0-10 cm (Keterangan: 0 = hutan alami, 1 = sawit umur 1 tahun, 5 = sawit umur 5 tahun, 10 = sawit umur 10 tahun, 15 = sawit umur 15 tahun)

Tabel 11. Kandungan dan proporsi C_{org} berbagai fraksi BOT serta total kandungan C_{org} dan nilai relatif total C pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit kedalaman 0-10 cm

Waktu setelah konversi hutan, tahun	Total C, $g\ kg^{-1}$		Kandungan C_{org} , $g\ kg^{-1}$			POM _T C, $g\ kg^{-1}$		Proporsi C_{org} , %			POM _R Total C			
			POM _K	POM _S	POM _H			POM _K	POM _S	POM _H				
0	27.6	b	3.3	3.9	b	1.0	8.2	ab	41	a	48	b	12	28.7
1	24.8	b	5.3	1.4	a	0.8	7.5	ab	65	b	22	a	13	29.8
5	26.2	b	5.0	1.7	a	0.8	7.4	ab	67	b	23	a	11	31.8
10	15.0	a	1.8	2.6	ab	1.1	5.4	A	33	a	47	b	20	41.2
15	28.0	b	5.9	3.7	b	1.1	10.7	B	48	ab	40	b	12	39.1
Rata-rata			4.2			0.9							14	34.1
BNT 5%	8.57		tn	1.36		tn	4.51		17.88		14.76		tn	tn
s.e.d	4.21		2.33	0.67		0.31	2.22		8.78		7.25		4.64	10.32

Keterangan: 0 (hutan alami), 1 (sawit umur 1 tahun), 5 (sawit umur 5 tahun), 10 (sawit umur 10 tahun), 15 (sawit umur 15 tahun), POM_K (fraksi kasar BOT), POM_S (fraksi sedang BOT), POM_H (fraksi halus BOT), POM_T (total berbagai fraksi BOT), POM_R (nilai relatif fraksi BOT) Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0.05$), tn = tidak nyata

5.2.2 Kandungan Total POM-C_{org}

Total POM-C_{org} adalah total kandungan C_{org} tanah dari seluruh fraksi BOT (kasar, sedang dan halus). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam kandungan total POM-C_{org} menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap total POM-C_{org} (Lampiran 6 dan Gambar 12).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa total POM-C_{org} pada kebun sawit umur 10 tahun (5.4 g kg^{-1}) lebih rendah dan berbeda nyata ($p < 0.05$) bila dibandingkan dengan total POM-C_{org} pada seluruh SPL yang diuji. Namun, tidak ada perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) antara total POM-C_{org} di tanah hutan dan tanah kebun sawit umur 1, 5 dan 15 tahun dengan rata-rata 8.4 g kg^{-1} (Tabel 11).

5.2.3 Proporsi Kandungan C_{org} Berbagai Fraksi BOT

Adanya alihguna hutan menjadi perkebunan sawit mempengaruhi karakteristik BOT yang ditunjukkan dengan perubahan proporsi kandungan C_{org} (Gambar 12). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap proporsi kandungan C_{org} berbagai fraksi BOT (Lampiran 6). Pada kebun sawit muda (1 dan 5 tahun) total POM-C_{org} lebih didominasi oleh fraksi kasar sekitar 65%, tetapi pada kebun sawit umur 10 tahun POM-C_{org} fraksi kasar hanya tinggal separuhnya (33%) kemudian POM-C_{org} fraksi sedang meningkat menjadi 47% dan POM-C_{org} fraksi halus hanya 20% saja. Sedangkan pada kebun sawit umur 15 tahun terjadi sedikit peningkatan fraksi kasar menjadi 48%, fraksi sedang 40% dan fraksi halus hanya 12% dari total POM-C_{org}.

Proporsi kandungan C_{org} tanah fraksi kasar pada kebun sawit umur 5 tahun (67%) lebih tinggi dan nyata ($p < 0.05$) bila dibandingkan dengan proporsi kandungan C_{org} tanah fraksi kasar di kebun sawit umur 10 dan 15 tahun maupun di tanah hutan (Tabel 11). Sedangkan pada fraksi sedang, proporsi kandungan C_{org} tertinggi pada tanah hutan (48%). Namun, tidak ada perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) antara proporsi kandungan C_{org} tanah fraksi halus di tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur dengan rata-rata 14%.

5.2.4 POM_R Terhadap Total C_{org}

Dengan menggunakan data total C_{org} yang telah ditetapkan sebelumnya oleh Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah (2010), maka dapat dihitung nilai relatif (POM_R) total C_{org} yang diperoleh dari perhitungan sebagai berikut:

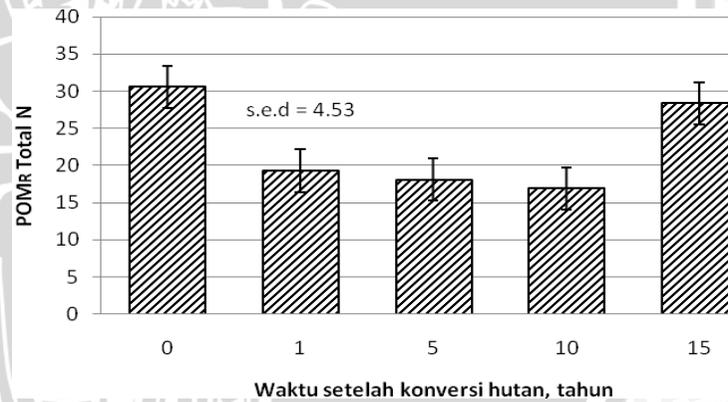
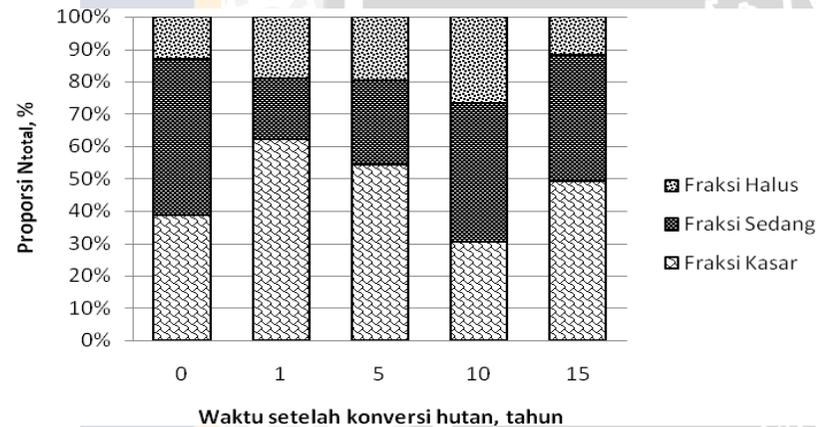
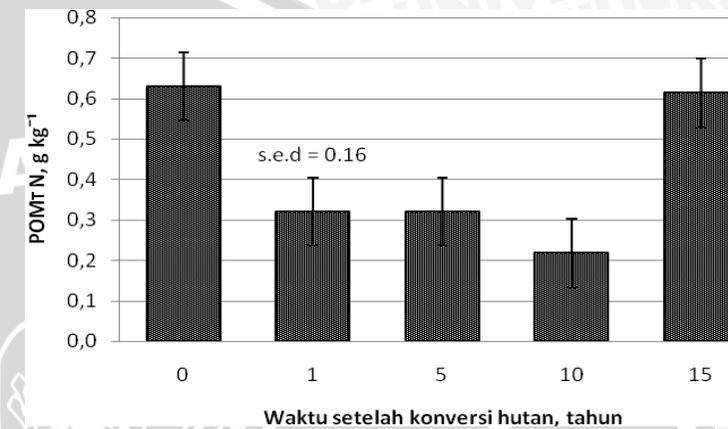
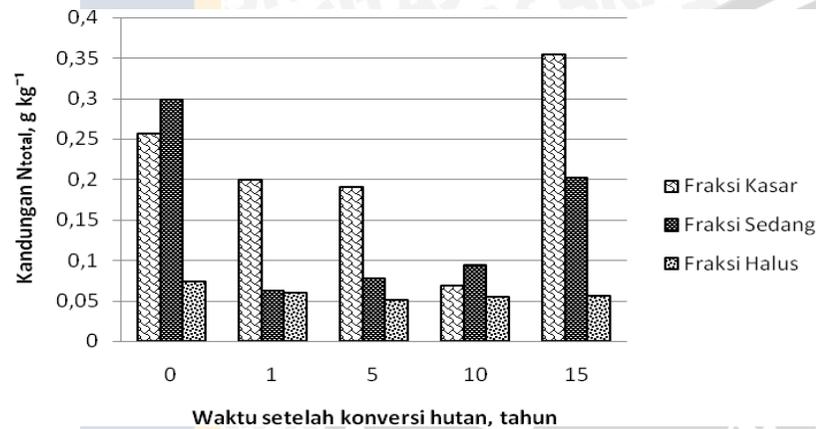
$$\text{POM}_R \text{ Total C}_{org} = \frac{\text{Total POM-C}_{org} \text{ (g kg}^{-1}\text{)}}{\text{Total C}_{org} \text{ tanah (g kg}^{-1}\text{)}}$$

Dari hasil analisis sidik ragam POM relatif total C_{org} tanah menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap POM relatif total C_{org} (Lampiran 6 dan Gambar 12). Nilai rata-rata POM relatif total C_{org} di tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur sebesar 34.1 (Tabel 11).

5.3 Proporsi Fraksi BOT Terhadap Kandungan N_{total}

5.3.1 Kandungan N_{total} Berbagai Fraksi BOT

Perhitungan kandungan N_{total} pada berbagai fraksi BOT ini sama dengan perhitungan kandungan C_{org} pada sub-bab sebelumnya. Hasil analisis sidik ragam kandungan N_{total} berbagai fraksi BOT pada kedalaman 0-10 cm menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap kandungan N_{total} tanah fraksi sedang saja (Lampiran 7 dan Gambar 13). Rata-rata kandungan N_{total} tanah fraksi kasar dan halus pada tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur adalah 0.2 g kg⁻¹ dan 0.1 g kg⁻¹ (Tabel 12).



Gambar 13. Kandungan dan proporsi N_{total} berbagai fraksi BOT serta total kandungan N dan nilai relatif total N pada tanah hutan dan tanah kebun sawit berbagai umur pada kedalaman 0-10 cm (Keterangan: 0 = hutan alami, 1 = sawit umur 1 tahun, 5 = sawit umur 5 tahun, 10 = sawit umur 10 tahun, 15 = sawit umur 15 tahun)

Tabel 12. Kandungan dan proporsi N_{total} berbagai fraksi BOT serta total kandungan N dan nilai relatif total N pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit kedalaman 0-10 cm

Waktu setelah konversi hutan, tahun	Total N, $g\ kg^{-1}$		Kandungan N_{total} , $g\ kg^{-1}$			POM_T N, $g\ kg^{-1}$		Proporsi N_{total} , %			POM_R Total N					
			POM_K	POM_S	POM_H			POM_K	POM_S	POM_H						
0	1.9	b	0.3	0.3	b	0.1	0.6	b	39	ab	48	b	13	a	30.6	b
1	1.7	ab	0.2	0.1	a	0.1	0.3	ab	62	b	19	a	19	ab	19.3	ab
5	1.7	ab	0.2	0.1	a	0.1	0.3	ab	54	b	26	ab	20	ab	18.1	a
10	1.3	a	0.1	0.1	a	0.1	0.2	a	31	a	43	b	27	b	16.9	a
15	2.0	b	0.4	0.2	b	0.1	0.6	b	49	b	39	b	12	a	28.4	b
Rata-rata			0.2			0.1										
BNT 5%	0.60		tn	0.10		tn	0.32		18.42		15.55		13.12		9.22	
s.e.d	0.30		0.14	0.05		0.02	0.16		9.04		7.64		6.44		4.53	

Keterangan: 0 (hutan alami), 1 (sawit umur 1 tahun), 5 (sawit umur 5 tahun), 10 (sawit umur 10 tahun), 15 (sawit umur 15 tahun), POM_K (fraksi kasar BOT), POM_S (fraksi sedang BOT), POM_H (fraksi halus BOT), POM_T (total berbagai fraksi BOT), POM_R (nilai relatif fraksi BOT) Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0.05$), tn = tidak nyata

5.3.2 Kandungan Total POM-N

Untuk kandungan total POM-N pada tanah hutan dan setelah konversi menjadi kebun sawit, hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap total POM-N (Lampiran 7 dan Gambar 13).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa total POM-N pada tanah hutan (0.6 g kg^{-1}) lebih tinggi dan nyata ($p < 0.05$) bila dibandingkan dengan total POM-N di kebun sawit umur 1, 5 dan 10 tahun dengan rata-rata 0.4 g kg^{-1} . Namun, tidak ada perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) antara total POM-N di tanah hutan dan tanah kebun sawit umur 15 tahun dengan rata-rata 0.6 g kg^{-1} (Tabel 12).

5.3.3 Proporsi Kandungan N_{total} Berbagai Fraksi BOT

Perbedaan karakteristik BOT akibat konversi hutan menjadi perkebunan sawit juga ditunjukkan dari perubahan proporsi kandungan N_{total} berbagai fraksi BOT. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap proporsi kandungan N_{total} berbagai fraksi BOT (Lampiran 7). Proporsi kandungan N_{total} ini cenderung sama dengan kondisi proporsi kandungan C_{org} pada berbagai fraksi BOT, di mana pada kebun sawit muda (1 dan 5 tahun) total POM-N lebih didominasi oleh fraksi kasar sekitar 60%, tetapi saat umur sawit bertambah tua (10 tahun) POM-N fraksi kasar mengalami penurunan menjadi 31%, sementara POM-N fraksi sedang meningkat menjadi 43% dan POM-N fraksi halus hanya 27% saja. Sedangkan pada kebun sawit umur 15 tahun terjadi peningkatan fraksi kasar menjadi 49%, fraksi sedang 39% dan fraksi halus 12% dari total POM-N (Gambar 13).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa proporsi kandungan N_{total} tanah fraksi kasar pada kebun sawit umur 1 tahun (62%) lebih tinggi dan nyata ($p < 0.05$) bila dibandingkan dengan proporsi kandungan N_{total} tanah fraksi kasar di kebun sawit umur 10 tahun (Tabel 12). Sedangkan fraksi sedang pada tanah hutan (48%) lebih tinggi dan nyata ($p < 0.05$) bila dibandingkan dengan proporsi kandungan N_{total} tanah fraksi sedang di kebun sawit umur 1 tahun. Demikian pula, fraksi

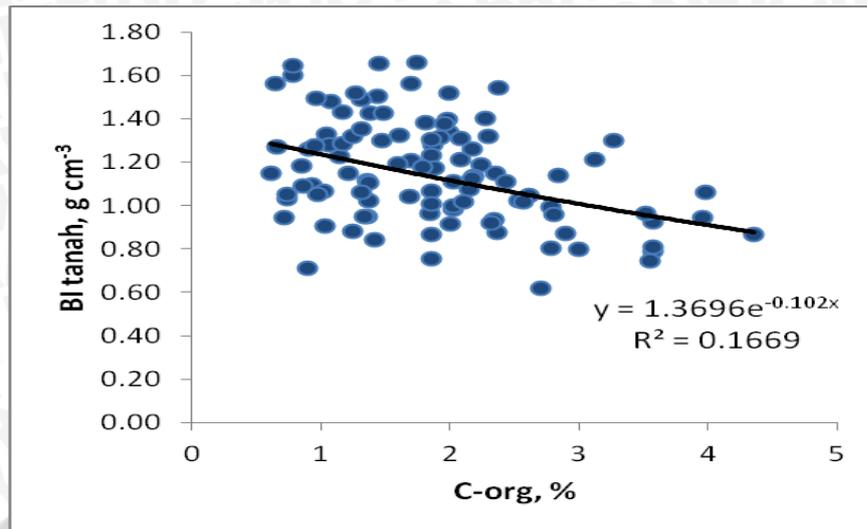
halus pada kebun sawit umur 10 tahun (27%) lebih tinggi dan nyata ($p < 0.05$) bila dibandingkan dengan proporsi kandungan N_{total} tanah fraksi halus di kebun sawit umur 15 tahun maupun di tanah hutan.

5.3.4 POM_R Terhadap Total N

Perhitungan POM_R total N ini sama dengan perhitungan POM_R total C pada sub-bab sebelumnya, dimana POM_R total N merupakan nilai relatif dari total POM-N terhadap total N tanah. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) berpengaruh nyata ($p < 0.05$) terhadap POM relatif total N (Lampiran 7 dan Gambar 13). POM_R total N pada tanah hutan (30.6) lebih tinggi dan nyata ($p < 0.05$) bila dibandingkan dengan POM_R total N di kebun sawit umur 1, 5 dan 10 tahun dengan rata-rata 21.2 (Tabel 12). Namun, tidak ada perbedaan yang nyata ($p > 0.05$) antara POM_R total N di tanah hutan dan tanah kebun sawit umur 15 tahun dengan rata-rata 29.5.

5.4 Pembahasan

Secara umum kondisi fisik dan kimia tanah setelah pembukaan hutan menjadi kebun kelapa sawit muda (pohon berumur 1 tahun) masih relatif subur. Namun seiring pertumbuhan tanaman sawit hingga berumur 10 tahun kondisi tanah mulai mengalami penurunan dan pada kebun sawit tua (pohon berumur 15 tahun) terjadi perbaikan kembali. Pengukuran kandungan total C_{org} (metode Walkey and Black) yang telah dilakukan pada penelitian pertama oleh Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah (2010) ternyata belum memberikan hasil yang maksimal dalam upaya penyehatan tanah di kebun kelapa sawit. Untuk mengukur kesehatan tanah setelah konversi menjadi lahan perkebunan tersebut digunakan 2 parameter pengukuran yaitu (a) kandungan bahan organik tanah melalui proses fraksionasi yaitu memisahkan BOT aktif (berasal dari kelapa sawit) dan BOT pasif (berasal dari hutan) guna mendapatkan informasi yang lebih akurat tentang pengaruh penambahan bahan organik terhadap perubahan kandungan total C dan N dalam tanah, (b) kepadatan tanah melalui pengukuran bobot isi tanah.



Gambar 14. Pengaruh total C_{org} terhadap BI tanah pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit pada kedalaman 0-10 cm (Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah, 2010)

Hasil pengukuran C_{org} menggunakan teknik ekstraksi basah (Walkey and Black) seperti yang ditunjukkan di Gambar 14, ternyata belum bisa menggambarkan perubahan BOT dalam tanah yang sebenarnya, karena metode tersebut tidak memisahkan antara BOT aktif dan BOT pasif yang mungkin masih berasal dari hutan alami puluhan hingga ratusan tahun yang lalu. Oleh karena itu, Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah (2010) telah melakukan pengukuran C tanah terkoreksi (C_{ref}) menggunakan persamaan *pedotransfer* yang telah dikembangkan oleh Van Noordwijk *et al.* (1997) yang dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

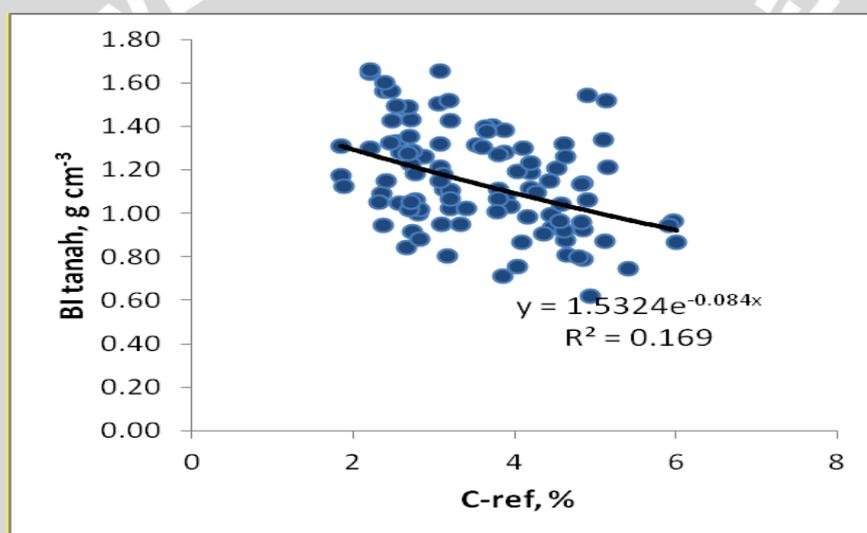
$$C_{ref} = (Z_{contoh} / 7.5)^{0.42} \exp (1.333 + 0.00994 * \% \text{ liat} + 0.00699 * \% \text{ debu} - 0.156 * \text{pH}_{KCl} + 0.000427 * H)$$

dimana:

Z_{contoh} = kedalaman pengambilan contoh tanah, cm

H = ketinggian tempat, m di atas permukaan laut

Dari hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa nilai BI tanah dari C tanah terkoreksi (C_{ref}) sama dengan nilai BI tanah dari total C_{org} tanah, hanya saja nilai dari total C_{ref} lebih tinggi yaitu sekitar 1.5 kali lipat dari total C_{org} (Gambar 15). Pengukuran C_{ref} sendiri merupakan pengukuran kandungan bahan organik tanah yang optimal yang harus dikoreksi dengan kandungan liat dan pH tanahnya. Pengukuran total C_{ref} pada kasus konversi hutan menjadi lahan perkebunan sawit ini ternyata belum juga memberikan informasi yang jelas tentang dinamika C dalam tanah, walaupun diketahui bahwa nilai total C_{ref} lebih tinggi dibandingkan dengan nilai total C_{org} . Oleh karena itu, pemisahan fraksi-fraksi bahan organik tanah sangat perlu untuk dilakukan.

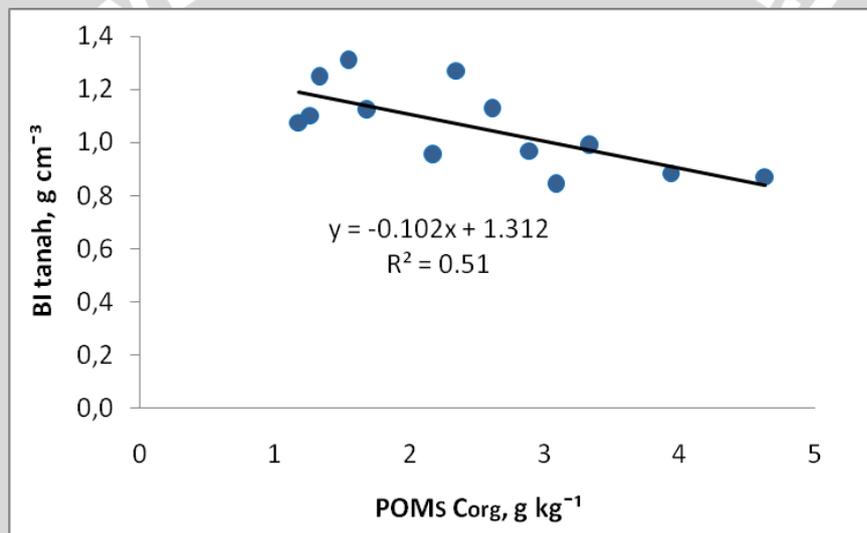


Gambar 15. Pengaruh total C_{ref} terhadap BI tanah pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit pada kedalaman 0-10 cm (Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah, 2010)

5.4.1 Pengaruh Kandungan C_{org} Berbagai Fraksi BOT (POM_K , POM_S , POM_H) Terhadap Bobot Isi Tanah

Untuk mendapatkan kondisi tanah yang optimal bagi pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kandungan bahan organik serta kualitas BOT yang diberikan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian kualitas BOT melalui fraksinasi BOT yang memisahkan antara fraksi kasar (aktif),

sedang dan halus (pasif) menurut ukuran partikelnya guna mendapatkan informasi yang lebih akurat tentang dinamika karbon di dalam tanah. Tanah yang kaya bahan organik bersifat lebih porous sehingga aerasi tanah lebih baik dan tidak mudah mengalami pemadatan dari pada tanah yang mengandung bahan organik rendah. Hasil analisis korelasi kandungan C_{org} tanah berbagai fraksi BOT dengan bobot isi tanah (Lampiran 8) menunjukkan bahwa hanya kandungan C_{org} tanah fraksi sedang yang mempunyai hubungan erat dengan bobot isi tanah ($r = -0.423^{**}$) dengan nilai regresi ($R^2 = 0.51$) (Gambar 16). Hubungan tersebut menunjukkan kecenderungan yang negatif, yaitu semakin meningkat kandungan C_{org} tanah fraksi sedang maka bobot isi tanahnya semakin rendah.



Gambar 16. Pengaruh POMs C_{org} terhadap BI tanah pada berbagai waktu setelah konversi hutan menjadi lahan sawit pada kedalaman 0-10 cm

Sementara itu, hasil analisis korelasi kandungan C_{org} tanah fraksi kasar dan fraksi halus dengan bobot isi tanah menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang erat dan nyata antara kandungan C_{org} tanah fraksi kasar ($r = -0.120$) dan kandungan C_{org} tanah fraksi halus ($r = -0.062$) dengan bobot isi tanah.

Adanya hubungan keeratan antara kandungan C_{org} tanah fraksi sedang dengan bobot isi tanah tentu saja dipengaruhi oleh karakteristik bahan organik tanah salah satunya yaitu nisbah C/N. Dari hasil perhitungan, diketahui bahwa rata-rata nisbah C/N tanah fraksi sedang (23) lebih rendah dibandingkan dengan

nisbah C/N tanah fraksi kasar (28) pada berbagai sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur). Tinggi rendahnya nisbah C/N dalam tanah akan mempengaruhi proses dekomposisi bahan organik. Nisbah C/N dapat digunakan untuk memprediksi laju mineralisasi bahan organik (Heal *et al.*, 1997). Bahan organik akan termineralisasi jika nisbah C/N dibawah nilai kritis 25-30 dan jika di atas nilai kritis akan terjadi imobilisasi N.

Kandungan C_{org} tanah fraksi sedang ini merupakan bahan organik tanah setengah aktif (terjadi humifikasi sebagian) yang berperan penting dalam mempertahankan kesuburan tanah yaitu sebagai sumber hara tanaman karena komposisi kimia bahan asalnya dan tingkat dekomposisinya yang relatif masih cepat. Tingginya jumlah dan kualitas masukan bahan organik yang masih mudah dilapuk tersebut akan mempengaruhi aktivitas dan pertumbuhan organisme yang semakin cepat dan akhirnya akan berpengaruh terhadap beberapa sifat fisik tanah seperti terbentuknya pori makro dan kemantapan agregat yang nantinya akan mempengaruhi kepadatan tanah (bobot isi tanah). Hal ini sesuai dengan pernyataan Hanafiah (2005) yang menyatakan bahwa secara fisik biomass (bahan organik) berperan dalam merangsang granulasi tanah. Dengan semakin banyaknya granulasi tanah maka ruang yang terbentuk di antara agregat tersebut (ruang pori) akan semakin banyak. Rendahnya kontribusi C_{org} tanah dalam pembentukan pori makro tanah dikarenakan selain kandungan C_{org} tanah terdapat faktor-faktor lain yang menyebabkan terbentuknya pori makro tanah. Marshall *et al.* (1999) dalam Suprayogo *et al.* (2004) menyatakan bahwa pembentukan makroporositas selain disebabkan oleh adanya celah atau ruang yang terbentuk dari pemadatan matrik tanah juga adanya gangguan aktivitas perakaran, hewan tanah, pembengkakan, perekahan dan pengkerutan tanah.

Sementara itu, kandungan C_{org} tanah fraksi halus termasuk dalam substansi humik atau BOT pasif yang sulit dilapuk disebabkan konfigurasi fisik maupun struktur kimia yang sulit dipecahkan oleh mikrobia. Substansi ini secara fisik terikat kuat dengan liat dan koloidal tanah lainnya, atau dapat juga karena terletak di dalam agregat mikro (Hassink, 1995). Ketersediaan hara oleh substansi humik ini masih belum dapat diketahui karena waktu *turnover* atau umur paruhnya yang

terlalu panjang. Namun demikian, pool stabil dari bahan organik ini tetap memegang peranan penting sebagai *biological ameliorant* terhadap unsur beracun bagi tanaman, juga sangat berperan dalam pembentukan agregat tanah dan pengikatan kation dalam tanah.

5.4.2 Pengaruh Total POM C_{org} Terhadap Bobot Isi Tanah

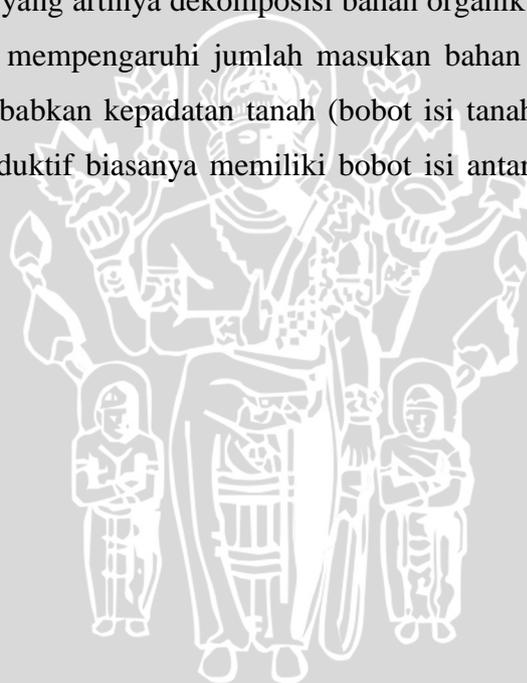
Adanya perbedaan kandungan C_{org} tanah pada masing-masing fraksi BOT menyebabkan total kandungan C_{org} ($POM_T C_{org}$) pada perbedaan sistem penggunaan lahan (hutan dan sawit berbagai umur) juga bervariasi. Hasil analisis statistik $POM_T C_{org}$ pada masing-masing sistem penggunaan lahan (Lampiran 9) menunjukkan bahwa total POM C_{org} tidak mempunyai hubungan yang erat dengan bobot isi tanah ($r = -0.277$).

Meningkatnya kandungan C_{org} tanah fraksi kasar tidak selalu diikuti oleh menurunnya bobot isi tanah. Hal tersebut secara tidak langsung mengindikasikan bahwa untuk mencapai kondisi tanah yang cocok sebagai media tumbuh tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan C_{org} tanah fraksi kasar saja, melainkan juga fraksi sedang dan halus atau yang disebut total kandungan C_{org} tanah ($POM_T C_{org}$). Ketiga fraksi BOT tersebut mempunyai peranan penting masing-masing dalam mempertahankan kualitas sifat fisik tanah sehingga mampu menyediakan hara dan membantu perkembangan akar tanaman dan kelancaran siklus air tanah melalui pembentukan pori tanah dan kemantapan agregat tanah (Hairiah *et al.*, 2000).

Islam dan Weil (2000) menyimpulkan bahwa dari 13 sifat tanah *intermediate* yang dievaluasi sebagai indikator kualitas tanah dari pengelolaan lahan konservasi maka C_{TMB} (*Total Microbial Biomass Carbon*), C_{AMB} (*Active Microbial Biomass Carbon*) dan qCO_2 (*Specific Respiration Quotient*) dan stabilitas agregat merupakan indikator umum kualitas tanah pada lahan pertanian. Pengukuran fraksi bahan organik tanah (POM C) dan aktivitas enzim tanah dapat mendeteksi perubahan fraksi aktif (C aktif) akibat berbagai pengolahan tanah (Karlen *et al.*, 1997). Perubahan fraksi karbon aktif dan fraksi labil sangat mudah dideteksi karena sangat sensitif terhadap perbedaan pengelolaan. Indikator biologi

dari kualitas tanah ini digunakan karena memberikan respon yang konsisten dan sangat sensitif terhadap pengelolaan lahan. Parameter total karbon tidak cukup sensitif untuk mendeteksi perubahan jangka pendek, namun dapat menggambarkan perubahan kualitas tanah dalam jangka panjang.

Di samping itu, tingginya kualitas bahan organik pada tanaman kelapa sawit yang ditunjukkan dengan tingginya kandungan N pada daun kelapa sawit dan rendahnya kandungan lignin dan polifenol menyebabkan kecepatan dekomposisi dan mineralisasi N berjalan cepat. Menurut Palm and Sanchez (1991), seresah berkualitas tinggi bila nisbah C/N rendah (<25), konsentrasi lignin rendah ($<15\%$) dan konsentrasi polifenol rendah ($<3\%$). Tingginya kandungan N pada berbagai fraksi bahan organik tanah tersebut menjadikan nisbah C/N dalam tanah menjadi rendah, yang artinya dekomposisi bahan organik berjalan cepat dan secara tidak langsung mempengaruhi jumlah masukan bahan organik ke dalam tanah sehingga menyebabkan kepadatan tanah (bobot isi tanah) menjadi rendah. Tanah-tanah yang produktif biasanya memiliki bobot isi antara $1.1 - 1.6 \text{ g cm}^{-3}$ (Hardjowigeno, 2003).



VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Kepadatan tanah (bobot isi) lapisan 0-10 cm di hutan rata-rata 53% (volume) tetapi cenderung semakin mampat ketika mulai ditanami kelapa sawit sampai pohon berumur 5 tahun. Ketika umur pohon sudah mencapai 15 tahun ternyata rata-rata bobot isi tanahnya hampir sama seperti di hutan (50% volume). Hal tersebut mungkin disebabkan oleh cukup banyaknya masukan bahan organik dari sawit dan pengembalian limbah produksi sawit sehingga memacu aktivitas organisme tanah.
2. Kepadatan tanah (bobot isi) lapisan 0-10 cm pada zona pasar pikul (1.13 g cm^{-3}) cenderung lebih tinggi dari pada di zona piringan (1.08 g cm^{-3}) dan gawangan mati (1.01 g cm^{-3}). Hal tersebut mungkin disebabkan oleh besarnya intensitas kegiatan di zona pasar pikul, misalnya pengangkutan hasil panen sehingga mengakibatkan pemadatan tanah.
3. Rata-rata konsentrasi C_{org} dan N_{total} tanah fraksi kasar cenderung lebih tinggi pada kebun sawit umur 15 tahun dibandingkan dengan kebun sawit yang masih muda (1, 5 dan 10 tahun) maupun di tanah hutan itu sendiri, begitu juga dengan fraksi sedang dan halus.
4. Perbedaan umur sawit dan pengelolaan bahan organik yang dilakukan di berbagai zona yaitu zona GM (Gawangan Mati), PI (Piringan) dan PP (Pasar Pikul) maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap konsentrasi C_{org} dan N_{total} berbagai fraksi BOT. Selain itu, tidak ada interaksi antara pengelolaan bahan organik di berbagai zona pada masing-masing umur kebun sawit, kecuali konsentrasi N_{total} tanah fraksi kasar pada kebun sawit umur 15 tahun.
5. Pengaruh kandungan C_{org} berbagai fraksi BOT terhadap bobot isi tanah menunjukkan bahwa hanya kandungan C_{org} tanah fraksi sedang yang mempunyai hubungan erat dengan bobot isi tanah ($r = -0.423^{**}$ dan $R^2 = 0.51$) dengan persamaan $y = -0.102x + 1.312$. Jadi dapat dikatakan pula

bahwa setiap kenaikan 1 gram kandungan C_{org} tanah fraksi sedang, maka akan menurunkan bobot isi tanah sebesar 51% dalam 1 kg tanah. Sedangkan hubungan total C (sebelum difraksionasi) dengan bobot isi tanah tidak menunjukkan hubungan keeratn antara keduanya ($r = -0.025$).

6. Pengukuran kandungan C_{org} berbagai fraksi BOT dapat memberikan pendekatan nilai produktivitas tanah kebun sawit secara jelas dibandingkan dengan pengukuran total C (sebelum difraksionasi). Hal itu ditunjukkan dari adanya hubungan yang erat antara POM_s C_{org} dengan bobot isi tanah. Hubungan keeratn tersebut kemungkinan disebabkan oleh rendahnya rata-rata nisbah C/N tanah fraksi sedang, sehingga mempengaruhi laju mineralisasi bahan organik dalam tanah. Jadi dapat disimpulkan bahwa meningkatnya bobot isi tanah pada kebun sawit berhubungan erat dengan menurunnya kandungan BOT.
7. Pengukuran dinamika C menggunakan metode fraksionasi BOT dapat memberikan informasi yang lebih akurat dalam menentukan total C dan N dalam tanah hutan setelah dikonversi menjadi lahan sawit, dibandingkan dengan pengukuran total C dan N menggunakan metode ekstraksi basah (Walkey and Black) maupun perhitungan C terkoreksi menggunakan *pedotransfer* yang hasilnya sama dengan hasil pengukuran C_{org} aktual, hanya saja konsentrasi yang diperoleh 1.5 - 2 kali lebih besar dari pada konsentrasi C_{org} aktual.
8. Kegiatan alihguna lahan dari hutan menjadi perkebunan kelapa sawit perlu diperhatikan secara seksama, terkait dengan penurunan produktivitas lahan dan konsep pertanian berkelanjutan dalam jangka panjang.

6.2 Saran

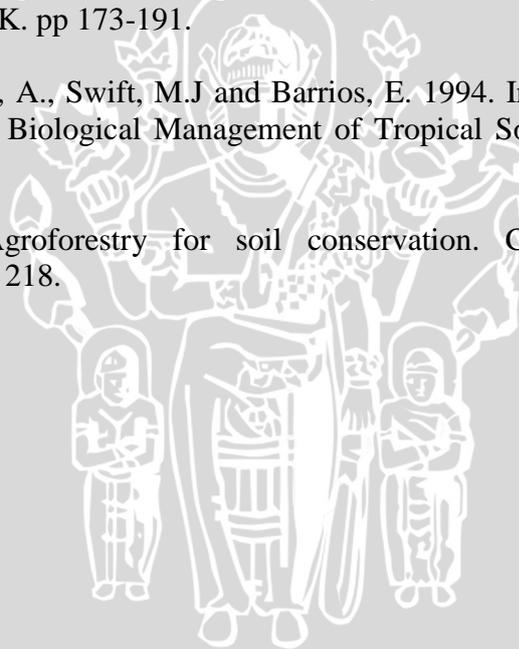
Dalam upaya penyehatan tanah di kebun kelapa sawit, maka perlu dilakukan efisiensi penggunaan hara, yaitu dengan mengatur infiltrasi tanah dan mengatur pelepasan N ke dalam tanah melalui perbaikan biopore. Pelaksanaan biopore dengan jalan mengatur pemberian bahan organik (jumlah, kualitas dan posisi) yang tepat ke dalam tanah.

DAFTAR PUSTAKA

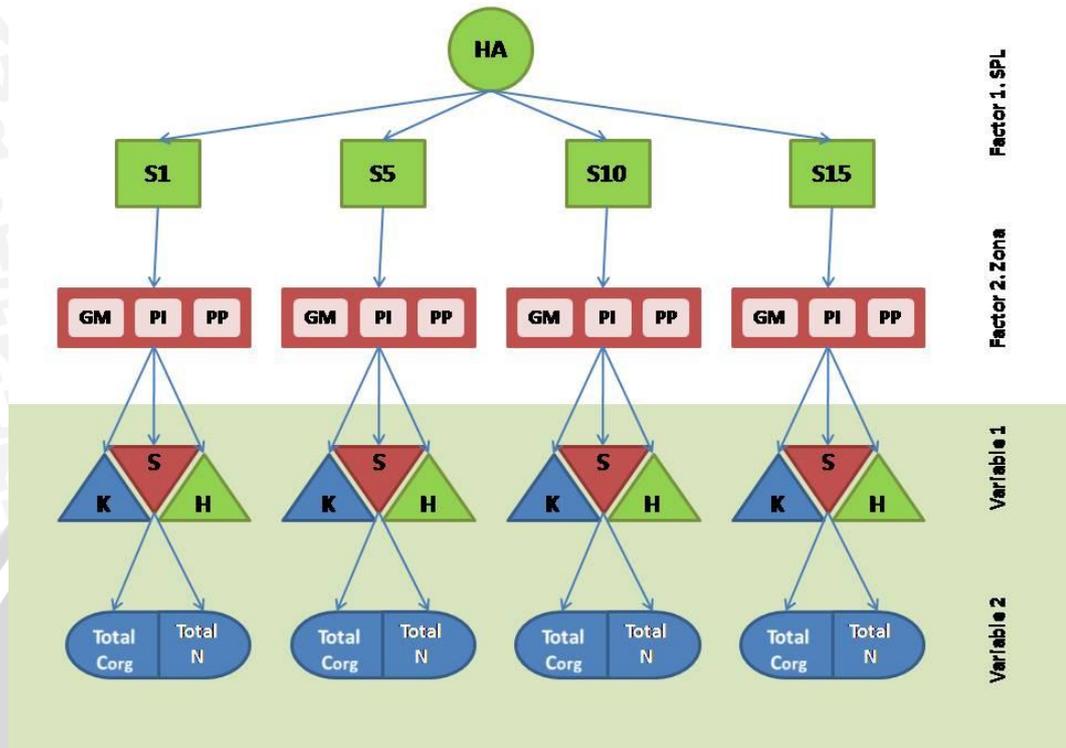
- Brady, N.C. 1990. *The Nature and Properties of Soil*. Mac Millan Publishing Co. New York.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2006. *Statistik Kelapa Sawit 2005*. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Fairhurst, T. 1994. *The development of soil fertility gradients under oil palm and their effect on plant growth*. Report for Kali und Salz AG. p 60.
- Hairiah, K., Latif, A.R., Mahabarata, I.G., van Noordwijk, M. 1996. *Soil organic matter fractionation under different land use types in North Lampung*. *Agrivita*, 19 (4): 146-149.
- Hairiah, K., Widiyanto, Utami, S.R., Suprayogo, D., Sitompul, S.M., Sunaryo, Lusiana, B., Mulia, R., van Noordwijk, M and Cadisch, G. 2000. *Pengelolaan Tanah Masam Secara Biologi: Refleksi Pengalaman dari Lampung Utara*. ICRAF-Bogor. p 187.
- Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Handayanto, E. 2005. *Komponen Biologi Tanah sebagai Bioindikator Kesehatan dan Produktivitas Tanah*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Hasibuan, B.E. 1981. *Fisika Tanah*. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UISU. Medan. Hal 82.
- Hassink, J., Meijboom, F and van Noordwijk, M. 1995. *Density fractionation of soil organic matter using silica suspension*. *Soil Biology Biochem*. 27(8): 1109-1111.
- Heal, O.W., Anderson, J.M and Swift, M.J. 1997. *Plant litter quality and decomposition: An historical overview*. In *Dirven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition*, (Eds Cadisch, G and Giller, KE). pp. 3-30. Department of Biological Sciences. Wey College. University of London, UK.
- Islam, K.R and R.R. Weil. 2000. *Soil quality indicator properties in mid Atlantic soils as influenced by conservation management*. *J. Soil and Water Cons*. 55:69-78.

- Karlen, D.L., MJ. Mausbach, JW. Doran, RG. Cline, RF., Harris and GE. Schuman. 1997. Soil Quality: a concept, definition, and framework for evaluation (A guest editorial). *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 61: 4-10.
- Mahabarata, I.G. 1996. Perubahan status C-organik tanah mulai hutan sekunder hingga berbagai umur tanaman tebu pada Ultisol. Thesis. Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya Malang.
- Mangoensoekarjo, S. 2007. Manajemen Tanah Dan Pemupukan Budidaya Perkebunan. Gajah Mada University Press. pp 405.
- Matus, F.J. 1994. Crop residue decomposition, residual soil organic matter and nitrogen mineralization in arable soils with contrasting textures. Ph. D Disertation, LUW, The Netherlands. p 141.
- Okalebo, J.R., K.W. Gathua and P.L. Woomer. 1993. Laboratory methods of soil and plant analysis. A working manual. UNESCO.
- Palm, C.A and Sanchez, P.A. 1991. Nitrogen release from some tropical legumes as affected by lignin and polyphenol contents. *Soil Biology and Biochemistry.* 23:83-88.
- Parton, W.J., Woomer, P.J and Martin, A. 1994. Modelling soil organic matter dynamics and plant productivity in tropical ecosystems. In: Woomer PL and MJ Swift (Eds.) *The Biological Management of Tropical Soil Fertility.* John Wiley & Sons, Chichester, UK, pp. 171-188.
- Scholes, M.C., Swift, O.W., Heal, P.A., Sanchez, J.S.I., Ingram and R. Dudal. 1994. Soil Fertility research in response to demand for sustainability. In *The biological management of tropical soil fertility* (Eds Woomer, Pl. and Swift, MJ.) John Wiley & Sons. New York.
- Stevenson, F.T. 1982. *Humus Chemistry.* John Wiley and Sons. New York.
- Suprayogo, D., Widiyanto, Purnomosidi, P., Widodo, R.H., Rusiana, F., Aini, ZZ., Khasanah, N dan Kusuma, Z. 2004. Degradasi Sifat Fisik Tanah sebagai Akibat Alih Guna Lahan Hutan menjadi Sistem Kopi Monokultur: Kajian Perubahan Makroporositas Tanah. *Agrivita* 26 (1): 60-68.
- Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik.* Kanisius. Yogyakarta.
- Swift, MJ and Bignell, D. 2000. *Standard Methods for Assessment of Soil Biodiversity and Land Use Practice. Alternatives to Slash and Burn Project.*

- Tian, G., L. Brussard, BT., Kang and MJ. 1997. Soil fauna-mediated decomposition of plant residues under contreined environmental and residue quality condition. In *Driven by Nature Plant Litter Quality and Decomposition*, Department of Biological Sciences. (Eds Cadisch, G. and Giller, K.E.), pp. 125-134. Wey College, University of London, UK.
- Tim Peneliti Dosen Jurusan Tanah. 2010. *Pembenahan Kesehatan Tanah Kebun Kelapa Sawit dengan Penambahan Bahan Organik dan Inokulasi Cacing Tanah*. FP-UB. Malang.
- Tim Survey Tanah dan Evaluasi Lahan PT Astra Agro Lestari. 2008. *Laporan Akhir Areal Perkebunan Kelapa Sawit PT Astra Agro Lestari Kumai Kalimantan Tengah*. Jakarta.
- Van Noordwijk, M., Hairiah, K., Lusiana, B and Cadisch, G. 1997. Tree soil crop interactions in sequential and simultaneous agroforestry systems. In: Bergstrom L and Kirchmann H (eds). *Carbon and nutrient dynamics in natural and agricultural tropical ecosystems*. CAB International, Wallingford, UK. pp 173-191.
- Woomer, P.L., Martin, A., Swift, M.J and Barrios, E. 1994. In: Woomer PL and Swift MJ. *The Biological Management of Tropical Soil Fertility*. TSBF. pp 47-81.
- Young, A. 1989. *Agroforestry for soil conservation*. CAB International. Walingford. pp 218.



Lampiran 1. Skema Pengukuran Fraksi BOT



Keterangan :

- HA = Hutan Alami
- S1 = Sawit Umur 1 Tahun
- S5 = Sawit Umur 5 Tahun
- S10 = Sawit Umur 10 Tahun
- S15 = Sawit Umur 15 Tahun
- GM = Zona Gawangan Mati
- PI = Zona Piringan
- PP = Zona Pasar Pikul
- K = Tanah Fraksi Kasar
- S = Tanah Fraksi Sedang
- H = Tanah Fraksi Halus

Lampiran 2. Tabel Analisis Ragam Berat Kering Berbagai Fraksi BOT

2.1 (a) Fraksi kasar di tiap sistem penggunaan lahan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	7551.0	3775.0	2.11	0.000
SPL	4	27939.0	6985.0	3.91*	0.011
Galat	32	57133.0	1785.0		
Total	38	92623.0			

(b) Fraksi sedang di tiap sistem penggunaan lahan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	1298.2	649.1	1.22	0.000
SPL	4	10619.0	2654.8	4.99**	0.003
Galat	32	17021.0	531.9		
Total	38	28938.2			

(c) Fraksi halus di tiap sistem penggunaan lahan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	959.1	479.5	0.96	0.000
SPL	4	6487.3	1621.8	3.23*	0.025
Galat	32	16053.7	501.7		
Total	38	23500.1			

Keterangan :

SPL 5 = Hutan dan kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun

* Berbeda Nyata P = 5% (F hitung > 5%)

** Sangat Berbeda Nyata P = 1% (F hitung > 1%)

2.2 (a) Fraksi kasar di tiap zona kebun sawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	8372.0	4186.0	1.72	0.000
SPL	3	26818.0	8939.0	3.67*	0.028
Zona	2	5.0	3.0	0.00	0.999
SPL*Zona	6	2568.0	428.0	0.18	0.981
Galat	22	53570.0	2435.0		
Total	35	91333.0			

(b) Fraksi sedang di tiap zona kebun sawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	748.3	374.2	0.64	0.000
SPL	3	5583.1	1861.0	3.16*	0.045
Zona	2	132.4	66.2	0.11	0.894
SPL*Zona	6	1027.5	171.3	0.29	0.935
Galat	22	12958.9	589.0		
Total	35	20450.2			

(c) Fraksi halus di tiap zona kebun sawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	803.2	401.6	0.61	0.000
SPL	3	6173.1	2057.7	3.12*	0.046
Zona	2	158.7	79.3	0.12	0.887
SPL*Zona	6	1380.8	230.1	0.35	0.903
Galat	22	14487.6	658.5		
Total	35	23003.4			

Keterangan :

SPL 4 = Kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun

Zona 3 = Gawangan mati, piringan dan pasar pikul

* Berbeda Nyata P = 5% (F hitung > 5%)

** Sangat Berbeda Nyata P = 1% (F hitung > 1%)

Lampiran 3. Tabel Analisis Ragam Konsentrasi C_{org} Berbagai Fraksi BOT

3.1 (a) Fraksi kasar di tiap sistem penggunaan lahan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	2.794	1.397	0.91	0.000
SPL	4	27.649	6.912	4.53**	0.005
Galat	32	48.880	1.527		
Total	38	79.323			

(b) Fraksi sedang di tiap sistem penggunaan lahan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	1.1686	0.5843	1.05	0.000
SPL	4	4.2041	1.0510	1.88	0.138
Galat	32	17.8719	0.5585		
Total	38	23.2446			

(c) Fraksi halus di tiap sistem penggunaan lahan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	4.133	2.067	1.81	0.000
SPL	4	10.061	2.515	2.20	0.091
Galat	32	36.576	1.143		
Total	38	50.770			

Keterangan :

SPL 5 = Hutan dan kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun

* Berbeda Nyata $P = 5\%$ ($F_{hitung} > 5\%$)

** Sangat Berbeda Nyata $P = 1\%$ ($F_{hitung} > 1\%$)

3.2 (a) Fraksi kasar di tiap zona kebun sawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	2.891	1.446	0.85	0.000
SPL	3	27.370	9.123	5.35**	0.006
Zona	2	1.743	0.872	0.51	0.607
SPL*Zona	6	8.579	1.430	0.84	0.553
Galat	22	37.494	1.704		
Total	35	78.077			

(b) Fraksi sedang di tiap zona kebun sawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	0.4532	0.2266	0.38	0.000
SPL	3	4.1516	1.3839	2.30	0.106
Zona	2	0.0832	0.0416	0.07	0.934
SPL*Zona	6	2.7877	0.4646	0.77	0.601
Galat	22	13.2647	0.6029		
Total	35	20.7405			

(c) Fraksi halus di tiap zona kebun sawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	3.985	1.993	1.43	0.000
SPL	3	10.061	3.354	2.40	0.095
Zona	2	1.190	0.595	0.43	0.658
SPL*Zona	6	4.574	0.762	0.55	0.768
Galat	22	30.718	1.396		
Total	35	50.528			

Keterangan :

SPL 4 = Kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun

Zona 3 = Gawangan mati, piringan dan pasar pikul

* Berbeda Nyata P = 5% (F hitung > 5%)

** Sangat Berbeda Nyata P = 1% (F hitung > 1%)

Lampiran 4. Tabel Analisis Ragam Konsentrasi N_{total} Berbagai Fraksi BOT

4.1 (a) Fraksi kasar di tiap sistem penggunaan lahan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	0.05159	0.02580	2.45	0.000
SPL	4	0.15102	0.03776	3.59**	0.016
Galat	32	0.33679	0.01052		
Total	38	0.53941			

(b) Fraksi sedang di tiap sistem penggunaan lahan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	0.044394	0.022197	5.39	0.000
SPL	4	0.046050	0.011513	2.59	0.055
Galat	32	0.131690	0.004115		
Total	38	0.222134			

(c) Fraksi halus di tiap sistem penggunaan lahan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	0.030689	0.015344	5.07	0.000
SPL	4	0.031343	0.007836	2.80*	0.042
Galat	32	0.096762	0.003024		
Total	38	0.158793			

Keterangan :

SPL 5 = Hutan dan kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun

* Berbeda Nyata $P = 5\%$ ($F_{hitung} > 5\%$)

** Sangat Berbeda Nyata $P = 1\%$ ($F_{hitung} > 1\%$)

4.2 (a) Fraksi kasar di tiap zona kebun sawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	0.03745	0.01873	1.54	0.000
SPL	3	0.13955	0.04652	3.83*	0.024
Zona	2	0.02127	0.01064	0.87	0.431
SPL*Zona	6	0.03913	0.00652	0.54	0.775
Galat	22	0.26751	0.01216		
Total	35	0.50491			

(b) Fraksi kasar di tiap zona kebun sawit pada sawit umur 15 tahun

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	0.056462	0.028231	18.02	0.000
Zona	2	0.055905	0.027952	17.84**	0.010
Galat	4	0.006266	0.001566		
Total	8	0.118633			

(c) Fraksi sedang di tiap zona kebun sawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	0.031525	0.015763	3.26	0.000
SPL	3	0.041718	0.013906	2.88*	0.059
Zona	2	0.002058	0.001029	0.21	0.810
SPL*Zona	6	0.013641	0.002274	0.47	0.822
Galat	22	0.106215	0.004828		
Total	35	0.195157			

(d) Fraksi halus di tiap zona kebun sawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	0.029543	0.014772	3.87	0.000
SPL	3	0.030121	0.010040	2.63	0.075
Zona	2	0.002537	0.001269	0.33	0.721
SPL*Zona	6	0.009539	0.001590	0.42	0.860
Galat	22	0.083967	0.003817		
Total	35	0.155707			

Keterangan :

SPL 4 = Kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun

Zona 3 = Gawangan mati, piringan dan pasar pikul

* Berbeda Nyata $P = 5\%$ ($F_{hitung} > 5\%$)

** Sangat Berbeda Nyata $P = 1\%$ ($F_{hitung} > 1\%$)

Lampiran 5. Tabel Analisis Ragam Nisbah C/N Berbagai Fraksi BOT

5.1 (a) Fraksi kasar di tiap sistem penggunaan lahan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	1227.9	613.9	0.79	0.000
SPL	4	4869.9	1217.5	1.57	0.206
Galat	32	24818.9	775.6		
Total	38	30916.7			

(b) Fraksi sedang di tiap sistem penggunaan lahan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	462.34	231.17	2.57	0.000
SPL	4	913.08	228.27	2.53	0.059
Galat	32	2883.48	90.11		
Total	38	4258.90			

(c) Fraksi halus di tiap sistem penggunaan lahan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	180.07	90.04	4.64	0.000
SPL	4	495.47	123.87	6.38**	<.001
Galat	32	620.82	19.40		
Total	38	1296.36			

Keterangan :

SPL 5 = Hutan dan kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun

* Berbeda Nyata P = 5% (F hitung > 5%)

** Sangat Berbeda Nyata P = 1% (F hitung > 1%)

5.2 (a) Fraksi kasar di tiap zona kebun sawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	1345.4	672.7	0.79	0.000
SPL	3	4150.2	1383.4	1.62	0.213
Zona	2	1555.6	777.8	0.91	0.416
SPL*Zona	6	4353.3	725.5	0.85	0.545
Galat	22	18745.6	852.1		
Total	35	30150.1			

(b) Fraksi sedang di tiap zona kebun sawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	487.58	243.79	2.48	0.000
SPL	3	565.58	188.53	1.92	0.156
Zona	2	95.26	47.63	0.48	0.622
SPL*Zona	6	591.90	98.65	1.00	0.448
Galat	22	2162.63	98.30		
Total	35	3902.95			

(c) Fraksi halus di tiap zona kebun sawit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	188.49	94.24	3.90	0.000
SPL	3	449.40	149.80	6.21**	0.003
Zona	2	10.90	5.45	0.23	0.800
SPL*Zona	6	69.75	11.62	0.48	0.815
Galat	22	530.96	24.13		
Total	35	1249.49			

Keterangan :

SPL 4 = Kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun

Zona 3 = Gawangan mati, piringan dan pasar pikul

* Berbeda Nyata P = 5% (F hitung > 5%)

** Sangat Berbeda Nyata P = 1% (F hitung > 1%)

Lampiran 6. Tabel Analisis Ragam Proporsi Fraksi BOT Terhadap Kandungan C_{org}

6.1 Analisis ragam kandungan C_{org} berbagai fraksi BOT

(a) Fraksi Kasar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	86.72	43.36	3.56	0.000
SPL	4	92.34	23.09	1.90	0.135
Galat	32	389.66	12.18		
Total	38	568.73			

(b) Fraksi Sedang

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	1.7277	0.8638	0.87	0.000
SPL	4	35.0162	8.7540	8.80**	<.001
Galat	32	31.8466	0.9952		
Total	38	68.5905			

(c) Fraksi Halus

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	0.8566	0.4283	2.04	0.000
SPL	4	0.9611	0.2403	1.15	0.353
Galat	32	6.7116	0.2097		
Total	38	8.5293			

6.2 Analisis ragam kandungan total POM- C_{org}

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	79.18	39.59	3.59	0.000
SPL	4	127.26	31.81	2.88*	0.038
Galat	32	353.11	11.03		
Total	38	559.55			

6.3 Analisis ragam proporsi kandungan C_{org} berbagai fraksi BOT

(a) Fraksi Kasar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	1477.9	739.0	4.26	0.000
SPL	4	7273.8	1818.4	10.49**	<.001
Galat	32	5546.9	173.3		
Total	38	14298.6			

(b) Fraksi Sedang

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	634.0	317.0	2.68	0.000
SPL	4	4864.8	1216.2	10.29**	<.001
Galat	32	3782.6	118.2		
Total	38	9281.5			

(c) Fraksi Halus

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	440.95	220.48	4.55	0.000
SPL	4	500.28	125.07	2.58	0.056
Galat	32	1551.65	48.49		
Total	38	2492.88			

6.4 Analisis ragam POM relatif terhadap total C

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	645.1	322.5	1.35	0.000
SPL	4	941.8	235.4	0.98	0.431
Galat	32	7670.1	239.7		
Total	38	9256.9			

Keterangan :

SPL 5 = Hutan dan kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun

* Berbeda Nyata $P = 5\%$ ($F_{hitung} > 5\%$)

** Sangat Berbeda Nyata $P = 1\%$ ($F_{hitung} > 1\%$)

Lampiran 7. Tabel Analisis Ragam Proporsi Fraksi BOT Terhadap Kandungan N_{total}

7.1 Analisis ragam kandungan N_{total} berbagai fraksi BOT

(a) Fraksi Kasar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	0.41120	0.20560	4.98	0.000
SPL	4	0.37929	0.09482	2.30	0.080
Galat	32	1.31982	0.04124		
Total	38	2.11031			

(b) Fraksi Sedang

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	0.020774	0.010387	2.03	0.000
SPL	4	0.210319	0.052580	10.26**	<.001
Galat	32	0.164052	0.005127		
Total	38	0.395145			

(c) Fraksi Halus

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	0.0000963	0.0000482	0.06	0.000
SPL	4	0.0012200	0.0003050	0.37	0.828
Galat	32	0.0263399	0.0008231		
Total	38	0.0276562			

7.2 Analisis ragam kandungan total POM N

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	0.60157	0.30078	5.34	0.000
SPL	4	0.97911	0.24478	4.34**	0.006
Galat	32	1.80352	0.05636		
Total	38	3.38420			

7.3 Analisis ragam proporsi kandungan N_{total} berbagai fraksi BOT

(a) Fraksi Kasar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	1438.3	719.2	3.91	0.000
SPL	4	5173.1	1293.3	7.03**	<.001
Galat	32	5890.3	184.1		
Total	38	12501.8			

(b) Fraksi Sedang

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	353.3	176.6	1.35	0.000
SPL	4	4091.3	1022.8	7.80**	<.001
Galat	32	4197.7	131.2		
Total	38	8642.3			

(c) Fraksi Halus

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	369.64	184.82	1.98	0.000
SPL	4	1099.03	274.76	2.94*	0.035
Galat	32	2986.13	93.32		
Total	38	4454.80			

7.4 Analisis ragam POM relatif terhadap total N

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F pr
Ulangan	2	544.75	272.37	5.91	0.000
SPL	4	1012.80	253.20	5.49**	0.002
Galat	32	1475.39	46.11		
Total	38	3032.94			

Keterangan :

SPL 5 = Hutan dan kebun sawit umur 1, 5, 10 dan 15 tahun

* Berbeda Nyata $P = 5\%$ ($F_{hitung} > 5\%$)

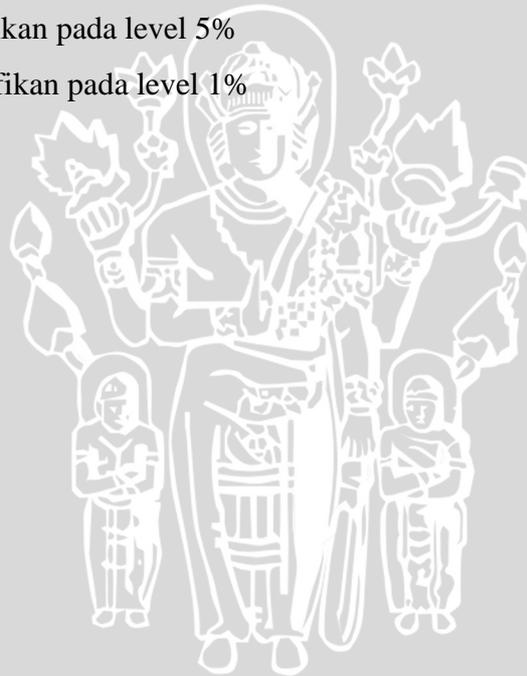
** Sangat Berbeda Nyata $P = 1\%$ ($F_{hitung} > 1\%$)

Lampiran 8. Tabel Korelasi Kandungan C_{org} dan Nisbah C/N Fraksi BOT dengan Bobot Isi Tanah

	C-Organik Kasar (g kg ⁻¹)	C-Organik Sedang (g kg ⁻¹)	C-Organik Halus (g kg ⁻¹)	Nisbah C/N Kasar (g kg ⁻¹)	Nisbah C/N Sedang (g kg ⁻¹)	Nisbah C/N Halus (g kg ⁻¹)	Bobot Isi Tanah (g cm ⁻³)
C-Organik Kasar (g kg ⁻¹)	1						
C-Organik Sedang (g kg ⁻¹)	-0.181	1					
C-Organik Halus (g kg ⁻¹)	-0.203	0.280	1				
Nisbah C/N Kasar (g kg ⁻¹)	0.436**	-0.214	-0.150	1			
Nisbah C/N Sedang (g kg ⁻¹)	-0.395	0.262	-0.046	0.040	1		
Nisbah C/N Halus (g kg ⁻¹)	-0.490	-0.037	0.617	-0.189	0.463	1	
Bobot Isi Tanah (g cm ⁻³)	-0.120	-0.423**	-0.062	0.347	-0.212	0.064	1

Keterangan : *) Signifikan pada level 5%

***) Signifikan pada level 1%

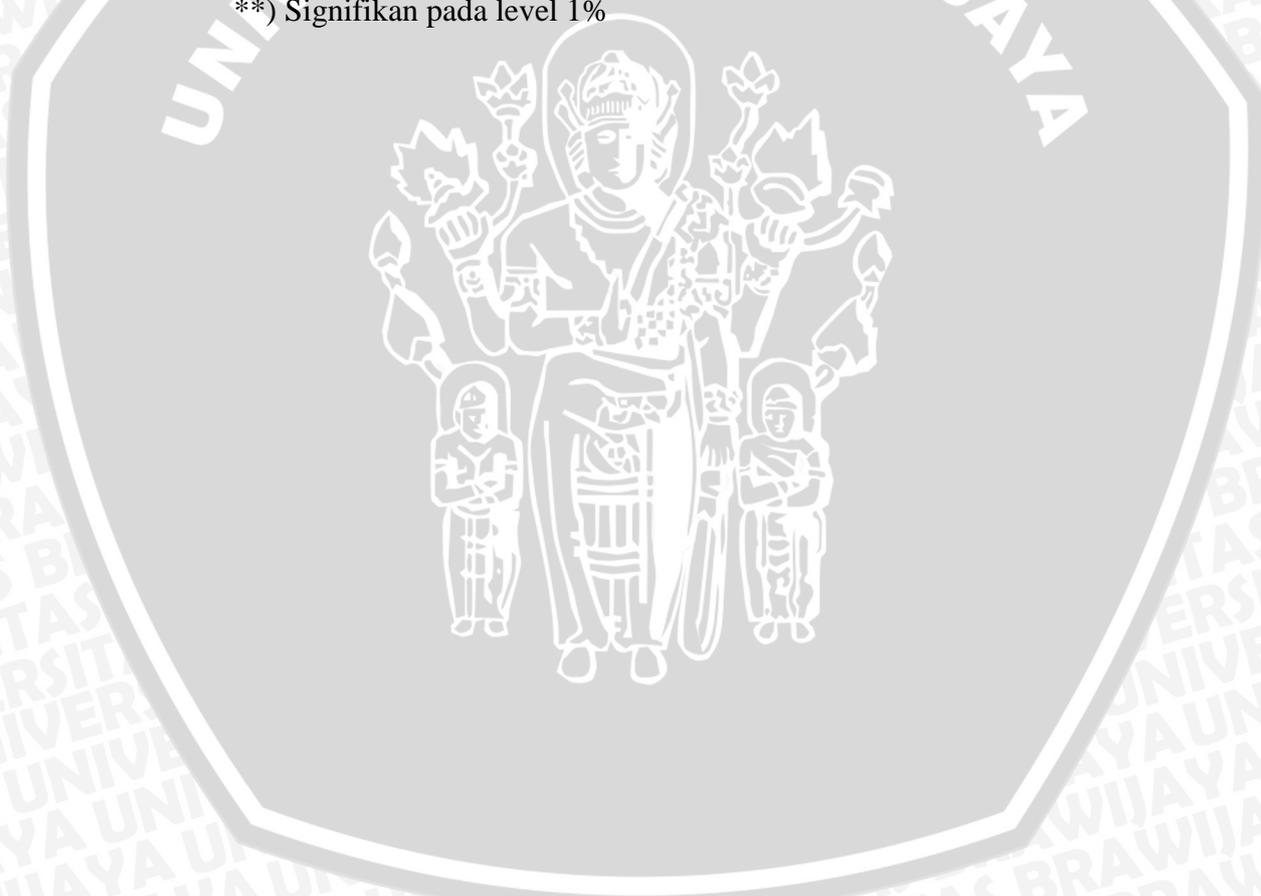


Lampiran 9. Tabel Korelasi POM_T dan POM_R dengan Bobot Isi Tanah

	Total POM C (g kg ⁻¹)	Total POM N (g kg ⁻¹)	Total C (g kg ⁻¹)	Total N (g kg ⁻¹)	POM _R Total C	POM _R Total N	Bobot Isi Tanah (g cm ⁻³)
Total POM C (g kg ⁻¹)	1						
Total POM N (g kg ⁻¹)		1					
Total C (g kg ⁻¹)	0.386*		1				
Total N (g kg ⁻¹)		0.774**		1			
POM _R Total C	0.600**		-0.421**		1		
POM _R Total N		0.924**		0.538**		1	
Bobot Isi Tanah (g cm ⁻³)	-0.277		-0.025		-0.274		1

Keterangan : *) Signifikan pada level 5%

***) Signifikan pada level 1%



Lampiran 10. Foto Proses Fraksionasi Bahan Organik Tanah



Gambar 17. Foto penimbangan berat kering sampel tanah sebelum difraksionasi



Gambar 18. Foto proses fraksionasi bahan organik tanah menggunakan metode ayakan basah



Gambar 19. Foto fraksi bahan organik tanah yang telah dipisahkan menurut ukuran partikelnya