

4.3. Hasil uji bahan ameliorasi limbah organik segar pengalengan nenas terpilih di PT GGP Lampung pada skala *demplot farming* (*demfarm*).

4.3.1 Pengaruh bahan amelioran terhadap C-organik, N total dan C/N tanah pada skala *demplot farming* (*demfarm*).

Penerapan bahan ameliorasi limbah organik segar pengalengan nenas pada uji di petak pot dengan mencampurkan bahan amelioran dengan mineral tanah pada ketebalan 0–30 cm, memberikan hasil C-organik dan kesuburan yang lebih baik dibandingkan pada ketebalan 0–15 cm dan 0–45 cm. Berdasarkan analisis sidik ragam pada perlakuan K1 dan K2 di *demplot farming* menunjukkan berbeda nyata pada jenjang 5% (Tabel 4.3.1).

Tabel 4.3.1. Ameliorasi tanah dengan limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas terhadap C-organik, N dan C/N-ratio pada *demfarm* di PT GGP Lampung.

KODE SAMPPEL	C-organik (%)				N (%)				C/N-ratio			
	0 bln	1 bln	2 bln	3 bln	0 bln	1 bln	2 bln	3 bln	0 bln	1 bln	2 bln	3 bln
K0.30	1,20 <sup>c</sup>	1,23 <sup>a</sup>	1,26 <sup>c</sup>	1,16 <sup>c</sup>	0,12 <sup>ab</sup>	0,12 <sup>b</sup>	0,16 <sup>a</sup>	0,13 <sup>a</sup>	9,57 <sup>d</sup>	9,85 <sup>b</sup>	7,75 <sup>d</sup>	9,30 <sup>d</sup>
K1.15	1,44 <sup>a</sup>	1,24 <sup>a</sup>	1,28 <sup>c</sup>	1,25 <sup>b</sup>	0,12 <sup>ab</sup>	0,12 <sup>c</sup>	0,14 <sup>c</sup>	0,11 <sup>c</sup>	11,53 <sup>a</sup>	10,30 <sup>a</sup>	9,30 <sup>b</sup>	11,21 <sup>b</sup>
K1.30	1,33 <sup>b</sup>	1,25 <sup>a</sup>	1,30 <sup>b</sup>	1,25 <sup>b</sup>	0,12 <sup>b</sup>	0,12 <sup>c</sup>	0,15 <sup>b</sup>	0,12 <sup>ab</sup>	10,91 <sup>b</sup>	10,15 <sup>a</sup>	8,87 <sup>c</sup>	10,30 <sup>c</sup>
K2.30	1,32 <sup>b</sup>	1,25 <sup>a</sup>	1,34 <sup>a</sup>	1,33 <sup>a</sup>	0,13 <sup>a</sup>	0,13 <sup>a</sup>	0,13 <sup>d</sup>	0,12 <sup>b</sup>	10,33 <sup>c</sup>	9,58 <sup>c</sup>	10,23 <sup>a</sup>	11,49 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil (searah kolom) yang sana menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan jenjang murad 5%

K0–30 : Seresah tanaman nenas 200 ton/ha pada ketebalan tanah 0–30 cm.

K1–15 : Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + kotoran sapi (padat) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0–15 cm.

K1–30 : Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + kotoran sapi (padat) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0–30 cm.

K2–30 : Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + limbah tapioka 40 ton/ha + seresah bonggol (*bromelin*) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0–30 cm.

Kandungan C-organik tanah pada skala *demplo*t farming menunjukkan pada perlakuan kontrol (K0) lebih rendah dibandingkan pada K1 dan K2 (Tabel 4.3.1), hal ini karena pada ketebalan 0–30 cm terdapat penambahan bahan amelioran K1 sebesar 244 ton/ha (kadar C 2,28%) dan K2 sebesar 284 ton/ha (kadar C 2,44%). Penambahan bahan organik segar yang mudah terdegradasi oleh mikroorganisme tanah akan mengarah pada peningkatan siklus kesuburan, meningkatkan jenis dan aktivitas mikroba (Gugino *et al.*, 2009). Perbedaan jenis bahan organik dan jumlah bahan dasar limbah organik yang dipakai sebagai bahan ameliorasi berpengaruh pada tingkat perombakan bahan organik segar yang dicampurkan bersama dengan mineral tanah. Menurut Marriott dan Wander 2006; Cleiton dan Marcus 2011, kuantitas dan kualitas bahan organik menjadi pertimbangan penting untuk mengelola kesuburan tanah dalam sistem konservasi. Kuantitas berkaitan dengan jumlah bahan organik yang tersedia untuk mendukung aktivitas mikroba dan sementara kualitas terkait dengan dinamika bahan organik dan kesuburan seperti N tanah.

Perlakuan limbah organik segar dan pengalengan nenas dekomposisi selama 3 bulan di areal *demplo*t farming pada K2 kandungan C-organik lebih besar dibandingkan dengan K1, hal ini disebabkan oleh jumlah total amelioran pada K2 lebih besar yaitu 40 ton/ha sehingga akan memberikan kontribusi C organik tanah lebih besar. Selain itu jenis bahan limbah segar yang ditambahkan berupa seresah bonggol 40 ton/ha, terdapat kandungan enzim *bromelin* yang berada pada buah dan batang nenas yang berfungsi sebagai pelarutan protein

(*protease*), sehingga terjadi disosiasi ikatan C dalam muatan negatif dari gugus karboksil (COOH) menjadi gugus karboksilate (COO<sup>-</sup>).

Berdasarkan analisis sidik ragam N total pada perlakuan K1 dan K2 ketebalan 0–30 cm dekomposisi selama 3 bulan di *demplo*t farming tidak menunjukkan berbeda nyata pada jenjang 5%, akan tetapi berbeda nyata pada perlakuan K1 di ketebalan 0–15 cm (Tabel 4.3.1). Kadar N pada ketebalan 0–30 cm relatif hampir sama dengan kadar N pada ketebalan 0–15 cm. Hal ini kemungkinan proses dekomposisi pada bagian yang lebih dekat dengan permukaan tanah relatif kecukupan aerasinya, sehingga N relatif mudah terevaporasi. Kadar N pada penelitian di petak pot menunjukkan adanya hasil yang relatif sama dengan pada skala *demplo*t farming, namun kadar N pada skala *demplo*t farming lebih rendah dibandingkan pada skala penelitian pot sebesar 0,01–0,03% (Tabel 4.3.1). Hal ini karena faktor kehilangan N pada petak pot lebih kondisinya lebih terkendali dengan skala yang relatif lebih kecil dibandingkan pada skala *demplo*t farming.

Dekomposisi bahan limbah segar bahan organik dan pengalengan nenas pada *demplo*t farming selama dekomposisi 3 bulan mempunyai C/N sebesar 10,30–11,49, relatif tidak berbeda dengan C/N pada skala petak pot. Hal ini menunjukkan dekomposisi bahan organik segar yang dicampurkan secara merata dengan mineral tanah pada ketebalan tanah 0–30 cm telah menunjukkan dekomposisi relatif stabil oleh aktivitas mikro-organism, sehingga akan menentukan jumlah C dan N dalam tanah tidak berubah. Kandungan kadar C dan N didalam tanah adalah relatif baik sehingga dapat meningkatkan C/N tanah 7,68

menjadi 11,49. Kualitas bahan organik sangat menentukan kecepatan proses dekomposisi dan mineralisasi bahan organik (Atmojo, 2003).

#### 4.3.2. Pengaruh bahan amelioran terhadap KPK, pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> dan pH KCl tanah pada skala *demplot farming* (*demfarm*).

Berdasarkan analisis sidik ragam KPK, pH H<sub>2</sub>O dan pH KCl tanah pada berbagai perlakuan amelioran limbah bahan organik segar dan pengalengan nenas skala *demplot farming* pada dekomposisi 3 bulan berbagai tingkat ketebalan tanah, menunjukkan tidak berbeda nyata pada jenjang 5% (Tabel 4.3.2).

Tabel 4.3.2. Ameliorasi tanah dengan limbah organik segar dan limbah pengalengan Nenas terhadap KPK, pH H<sub>2</sub>O dan pH KCl pada *demfarm* di PT GGP Lampung

KODE SAMPEL	KPK (cmol(+) kg <sup>-1</sup> )				pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>				pH KCl			
	0 bln	1 bln	2 bln	3 bln	0 bln	1 bln	2 bln	3 bln	0 bln	1 bln	2 bln	3 bln
K0.30	10,89 <sup>c</sup>	10,85 <sup>b</sup>	10,46 <sup>b</sup>	11,92 <sup>a</sup>	4,53 <sup>b</sup>	4,63 <sup>a</sup>	4,63 <sup>b</sup>	4,59 <sup>a</sup>	3,83 <sup>b</sup>	3,87 <sup>a</sup>	3,84 <sup>b</sup>	3,90 <sup>a</sup>
K1.15	11,02 <sup>c</sup>	12,57 <sup>a</sup>	9,30 <sup>c</sup>	11,17 <sup>a</sup>	4,66 <sup>a</sup>	4,68 <sup>a</sup>	4,75 <sup>a</sup>	4,68 <sup>a</sup>	3,89 <sup>ab</sup>	3,91 <sup>a</sup>	3,87 <sup>ab</sup>	3,95 <sup>a</sup>
K1.30	11,77 <sup>b</sup>	11,73 <sup>ab</sup>	9,62 <sup>c</sup>	11,83 <sup>a</sup>	4,68 <sup>a</sup>	4,77 <sup>a</sup>	4,61 <sup>b</sup>	4,60 <sup>a</sup>	3,91 <sup>a</sup>	3,94 <sup>a</sup>	3,87 <sup>ab</sup>	3,99 <sup>a</sup>
K2.30	12,58 <sup>a</sup>	11,64 <sup>ab</sup>	11,54 <sup>a</sup>	11,16 <sup>a</sup>	4,64 <sup>a</sup>	4,67 <sup>a</sup>	4,70 <sup>ab</sup>	4,66 <sup>a</sup>	3,85 <sup>ab</sup>	3,89 <sup>a</sup>	3,93 <sup>a</sup>	3,98 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil (searah kolom) yang sana menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan jenjang murad 5%

K0-30 : Seresah tanaman nenas 200 ton/ha pada ketebalan tanah 0-30 cm.

K1-15 : Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + kotoran sapi (padat) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0-15 cm.

K1-30 : Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + kotoran sapi (padat) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0-30 cm.

K2-30 : Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + limbah tapioka 40 ton/ha + seresah bonggol (*bromelin*) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0-30 cm.

Kapasitas pertukaran kation (KPK) tanah Ultisol di PT. GGP Lampung dapat meningkat 33,46% (KPK tanah asli 5,95 menjadi 11,83  $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$ ) dengan adanya penerapan bahan amelioran limbah organik dan pengalengan nenas ke dalam tanah selama 3 bulan dengan teknik mencampurkan secara merata pada tanah ketebalan 0–30 cm. Bahan limbah organik segar yang ditambahkan ke dalam tanah sebesar 244 ton/ha (K1) dan 284 ton/ha (K2) dimungkinkan memberikan kontribusi dalam meningkatkan koloid-koloid organik dan melepaskan kation–kation hasil dari proses dekomposisi, sehingga kompleks pertukaran kation (KPK) menjadi lebih baik. Besarnya nilai kapasitas tukar kation berkaitan dengan bahan organik tanah adalah oleh fraksi organik, yaitu ionisasi kelompok  $\text{COOH}^-$ , fenolik  $\text{OH}^-$  dan amida  $\text{NH}_2^-$  (Stevenson, 1982). Nilai–nilai KPK tanah sangat bervariasi tergantung pada jumlah dan komposisi mineral lempung dan bahan organik (Parfitt *et al.*, 1995; Kaiser *et al.*, 2008). Keterkaitan antara kapasitas pertukaran kation dari bahan organik dengan mineral tanah lempung di tanah kemungkinan ditentukan oleh pembentukan kompleks organo–mineral (Oades, 1989; Kaiser *et al.*, 2008).

Penambahan bahan organik dan mineral lempung akan meningkatkan muatan negatif sehingga akan meningkatkan KPK dan pH tanah (Fabio dan Reinaldo, 2012). Penerapan bahan organik segar pada mineral tanah memberikan pengaruh yang kuat terhadap peningkatan KPK dan pH tanah. Pemberian bahan organik kedalam tanah sangat mempengaruhi peningkatan nilai KPK tanah (Godsey, *et al.*, 2007). Pada berbagai pemberian amelioran dekomposisi 3 bulan pada mineral tanah ketebalan 0–30 cm, dapat meningkatkan pH 4,15 (tanah asli)

menjadi 4,66 (Tabel 4.3.2). Peningkatan pH tersebut lebih rendah dibandingkan pada lokasi penelitian di petak pot yaitu pH 5,5. Hal ini dimungkinkan dekomposisi oleh mikro-organisme pada *demplot farming* lebih intensif dengan adanya aerasi yang lebih banyak dibandingkan pada petak pot, sehingga pelepasan gugus H dari karboksil (COOH<sup>-</sup>), fenolik (OH<sup>-</sup>) dan amida (NH<sub>2</sub><sup>-</sup>) lebih besar yang menyebabkan pH tanah menjadi lebih rendah.

#### 4.3.3. Pengaruh bahan amelioran terhadap asam humat dan asam fulvat tanah pada skala *demplot farming* (*demfarm*).

Berdasarkan analisis sidik ragam kelarutan C-organik asam humat dan fulvat pada 2 bulan menunjukkan tidak berbeda nyata pada jenjang 5%, namun pada inkubasi 3 bulan asam humat menunjukkan berbeda nyata pada perlakuan K1 ketebalan 0–15 cm (Tabel 4.3.3).

Tabel 4.3.3. Ameliorasi tanah dengan limbah organik segar dan limbah pengalengan Nenas terhadap asam humat dan asam fulvat pada *demfarm* di PT GGP Lampung

KODE SAMPSEL	Asam Humat (%)				Asam Fulvat (%)			
	0 bln	1 bln	2 bln	3 bln	0 bln	1 bln	2 bln	3 bln
K0.30	0,16 <sup>b</sup>	0,17 <sup>a</sup>	0,17 <sup>a</sup>	0,18 <sup>b</sup>	1,72 <sup>bc</sup>	1,39 <sup>a</sup>	1,30 <sup>a</sup>	1,35 <sup>a</sup>
K1.15	0,14 <sup>b</sup>	0,21 <sup>a</sup>	0,19 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	1,79 <sup>a</sup>	1,44 <sup>a</sup>	1,42 <sup>a</sup>	1,40 <sup>a</sup>
K1.30	0,15 <sup>b</sup>	0,18 <sup>a</sup>	0,17 <sup>a</sup>	0,17 <sup>b</sup>	1,66 <sup>c</sup>	1,43 <sup>a</sup>	1,41 <sup>a</sup>	1,35 <sup>a</sup>
K2.30	0,20 <sup>a</sup>	0,17 <sup>a</sup>	0,16 <sup>a</sup>	0,18 <sup>ab</sup>	1,73 <sup>ab</sup>	1,43 <sup>a</sup>	1,39 <sup>a</sup>	1,37 <sup>a</sup>

Keterangan :

Angka-angka yang diikuti huruf kecil (searah kolom) yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan jenjang murad 5%

K0–30: Seresah tanaman nenas 200 ton/ha pada ketebalan tanah 0–30 cm.

K1–15: Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + kotoran sapi (padat) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0–15 cm.

K1–30: Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + kotoran sapi (padat) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0–30 cm.

K2–30: Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + limbah tapioka 40 ton/ha + seresah bonggol (*bromelin*) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0–30 cm.

Perlakuan dekomposisi bahan organik segar dan pengalengan nenas K1 pada ketebalan 0–15 cm menunjukkan C–organik asam humat lebih tinggi dibandingkan ketebalan 0–30 cm, hal ini menunjukkan bahwa semakin dekat dengan permukaan tanah proses perombakan bahan organik semakin intensif dengan jumlah aerasi yang lebih tinggi. Sedangkan pada ketebalan 0–30 cm menunjukkan hasil kelarutan C–organik asam humat dan fulvat pada berbagai perlakuan relatif sama pada petak pot dengan hasil kelarutan C–organik pada perlakuan *demplot farming*. Penerapan bahan limbah organik segar dan pengalengan nenas pada skala *demplot farming* dekomposisi 3 bulan akan meningkatkan kelarutan C–organik asam humat dari 0,10% (tanah asli) menjadi 0,17%, sedangkan pada asam fulvat meningkat dari 1,30% menjadi 1,37% (Tabel 4.3.3). Hal ini menunjukkan kelarutan C–organik pada K2 relatif lebih tinggi dibandingkan pada K1, yang secara pola (*trends*) relatif sama dengan pada penelitian skala petak pot walaupun hasil kelarutannya pada *demfarm* lebih kecil. Penggunaan bahan limbah tapioka terdekomposisi dan seresah bonggol (*bromelin*) lebih aktif dalam proses dekomposisi dibandingkan dengan kotoran sapi (padat), hal ini karena jenis bahan limbah tapioka mempunyai ukuran koloid organik lebih besar sehingga luas permukaan partikel lebih besar. Jenis bahan organik (*row material*) yang ditambahkan kedalam tanah dapat mengubah sifat dan gugus fungsional serta meningkatkan bahan humat tanah (Ouedraogo *et al.*, 2001; Adani *et al.*, 2007).

#### 4.3.4. Pengaruh bahan amelioran terhadap C-Humat, C-Fulvat dengan C-organik tanah pada skala *demplot farming* (*demfarm*).

Berdasarkan analisis sidik ragam prosentase kestabilan C-Humat, C-Fulvat dengan C-organik tanah pada berbagai perlakuan limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas pada berbagai tingkat ketebalan tanah skala *demfarm*, tidak berbeda nyata pada jenjang 5%, terkecuali pada ketebalan 0–15 cm. (Tabel 4.3.4).

Tabel 4.3.4. Ameliorasi tanah dengan limbah organik segar dan limbah pengalengan Nenas terhadap C–Humat, C–Fulvat dengan C-organik tanah pada *demfarm* di PT GGP Lampung.

KODE SAMPSEL	C–Humat/C-organik (%)				C-Fulvat /C-organik (%)			
	0 bln	1 bln	2 bln	3 bln	0 bln	1 bln	2 bln	3 bln
K0.30	1,53 <sup>b</sup>	1,64 <sup>a</sup>	1,58 <sup>ab</sup>	1,57 <sup>b</sup>	6,74 <sup>a</sup>	5,32 <sup>a</sup>	4,84 <sup>a</sup>	4,95 <sup>ab</sup>
K1.15	1,15 <sup>c</sup>	1,90 <sup>a</sup>	1,69 <sup>a</sup>	1,85 <sup>a</sup>	5,84 <sup>c</sup>	5,48 <sup>a</sup>	5,21 <sup>a</sup>	5,23 <sup>a</sup>
K1.30	1,29 <sup>c</sup>	1,68 <sup>a</sup>	1,46 <sup>ab</sup>	1,56 <sup>b</sup>	5,87 <sup>c</sup>	5,40 <sup>a</sup>	5,10 <sup>a</sup>	5,06 <sup>ab</sup>
K2.30	1,71 <sup>a</sup>	1,63 <sup>a</sup>	1,42 <sup>b</sup>	1,57 <sup>b</sup>	6,18 <sup>b</sup>	5,40 <sup>a</sup>	4,85 <sup>a</sup>	4,86 <sup>b</sup>

Keterangan :

Angka–angka yang diikuti huruf kecil (searah kolom) yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan jenjang murad 5%

K0–30: Seresah tanaman nenas 200 ton/ha pada ketebalan tanah 0–30 cm.

K1–15: Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + kotoran sapi (padat) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0–15 cm.

K1–30: Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + kotoran sapi (padat) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0–30 cm.

K2–30: Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + limbah tapioka 40 ton/ha + seresah bonggol (*bromelin*) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0–30 cm.

Perlakuan berbagai komposisi bahan limbah organik segar dan pengalengan nenas (K0, K1 dan K2) pada ketebalan 0–30 cm prosentase kestabilan C-asam humat sebesar 1,5%, namun pada ketebalan tanah 0–15 cm sebesar 1,8% (Tabel 4.3.4). Hal ini karena perombakan bahan dasar bahan organik segar pada kedalaman 0–30 cm bersifat lebih stabil dibandingkan dengan ketebalan 0–15 cm. Karbon pada jeluk yang lebih dalam dilindungi dari

dekomposisi karena kurangnya tanaman segar menstimulasi aktivitas mikrobia (Fontaine *et al.*, 2007). Perlakuan bahan limbah dengan mineral tanah (K1) pada skala *demfarm* dengan ketebalan pencampuran tanah 0–15 cm sebesar 1,8% adalah lebih tinggi dibandingkan pada ketebalan 0–30 cm sebesar 1,5%, hal ini karena pada ketebalan dekat permukaan tanah aerasi lebih banyak dibandingkan pada jeluk tanah yang lebih besar sehingga mikroba pengurai akan lebih aktif dalam dekomposisi bahan organik yang dicampurkan dalam mineral tanah.

Kestabilan C-fulvat berdasarkan berdasarkan analisis sidik ragam tidak berbeda nyata pada jenjang 5%, kecuali pada perlakuan K1 dengan pencampuran mineral tanah ketebalan 0–15 cm dengan K2 pada ketebalan 0–30 cm. Hal ini karena adanya perbedaan jenis komposisi bahan dasar dan penempatan ketebalan pencampuran bahan mineral tanah sangat berpengaruh terhadap hasil dekomposisi bahan organik, sehingga kadar kestabilan C ditentukan dari hasil peruraian karbon dari bahan terdekomposisi. Kestabilan C-humat dan C-fulvat pada skala *demfarm* mempunyai pola relatif sama dengan perlakuan petak pot dekomposisi, semakin dalam jeluk tanah kestabilan karbon semakin menurun. Kadar kestabilan karbon pada *demfarm* relatif lebih rendah dibandingkan pada petak pot dekomposisi, hal ini karena pada petak pot dekomposisi kondisi lingkungan dikendalikan sedangkan pada *demfarm* tidak dikendalikan sehingga sebagian C terlarut hasil dekomposisi pada fulvat dan humat terlindi.

#### 4.3.5. Pengaruh bahan amelioran terhadap C–biomassa, N– biomassa, dan CN–biomassa tanah skala *demplot farming* (*demfarm*).

Berdasarkan analisis sidik ragam kelarutan C–biomassa, N–biomassa, dan CN–biomassa tanah pada perlakuan limbah organik segar dan pengalengan nenas pada 3 bulan menunjukkan berbeda nyata pada jenjang 5% (Tabel 4.3.5).

Tabel 4.3.5. Ameliorasi tanah dengan limbah organik segar dan limbah pengalengan Nenas terhadap C–biomassa, N–biomassa, dan C/N–biomassa pada *demfarm* di PT GGP Lampung

KODE SAMPEL	C–biomassa (%)				N– biomassa (%)				C/N– biomassa			
	0 bln	1 bln	2 bln	3 bln	0 bln	1 bln	2 bln	3 bln	0 bln	1 bln	2 bln	3 bln
K0.30	0,05 <sup>ab</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,17 <sup>d</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,03 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	1,83 <sup>ab</sup>	1,69 <sup>b</sup>	4,25 <sup>b</sup>	1,07 <sup>a</sup>
K1.15	0,05 <sup>a</sup>	0,03 <sup>c</sup>	0,21 <sup>c</sup>	0,01 <sup>c</sup>	0,02 <sup>a</sup>	0,01 <sup>b</sup>	0,02 <sup>c</sup>	0,02 <sup>b</sup>	1,98 <sup>a</sup>	2,78 <sup>a</sup>	9,99 <sup>a</sup>	0,61 <sup>b</sup>
K1.30	0,04 <sup>b</sup>	0,02 <sup>d</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,03 <sup>b</sup>	0,02 <sup>a</sup>	0,01 <sup>b</sup>	0,03 <sup>b</sup>	0,04 <sup>a</sup>	1,68 <sup>ab</sup>	2,00 <sup>b</sup>	9,97 <sup>a</sup>	0,83 <sup>b</sup>
K2.30	0,02 <sup>c</sup>	0,04 <sup>b</sup>	0,27 <sup>b</sup>	0,03 <sup>b</sup>	0,01 <sup>b</sup>	0,01 <sup>b</sup>	0,02 <sup>c</sup>	0,03 <sup>b</sup>	1,46 <sup>b</sup>	2,91 <sup>a</sup>	10,97 <sup>a</sup>	1,21 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka–angka yang diikuti huruf kecil (searah kolom) yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan dengan jenjang murad 5%

K0–30 : Seresah tanaman nenas 200 ton/ha pada ketebalan tanah 0–30 cm.

K1–15 : Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + kotoran sapi (padat) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0–15 cm.

K1–30 : Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + kotoran sapi (padat) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, pada ketebalan tanah 0–30 cm.

K2–30 : Seresah tanaman nenas 200 ton/ha + limbah tapioka 40 ton/ha + seresah bonggol (*bromelin*) 40 ton/ha + *mill juice* nenas 2 ton/ha + kotoran sapi cair 2 ton/ha, , pada ketebalan tanah 0–30 cm.

Kadar C–biomassa pada perlakuan K1 ketebalan 0–15 cm lebih rendah dibandingkan pada K0, K1 dan K2 pada ketebalan 0–30 cm, hal ini karena hasil C–biomassa K1–15 relatif dekat permukaan sehingga lebih mudah hilang dalam bentuk CO<sub>2</sub> dibandingkan pada jeluk yang lebih dalam. Aktivitas mikro–organisme dalam dekomposisi bahan organik segar pada K1 dan K2, lebih baik menyediakan C dibandingkan pada K0 dengan bahan ameliorant seresah tanaman saja tanpa diformulasikan dengan jenis bahan limbah organik lainnya. Hal ini

ditunjukkan C-biomassa K1 dan K2 lebih rendah dibandingkan dengan K0 kemungkinan hasil C lebih banyak hilang karena mobilitas C relatif tinggi (Tabel 4.3.5).

Kadar N-biomassa menunjukkan adanya peningkatan pada penelitian skala *demfarm* relatif mempunyai pola yang sama dengan hasil N pada dekomposisi di petak pot (Tabel 4.3.5 dan Tabel 4.2.1). Sedangkan pada K1-15 kadar N-biomassa relatif lebih rendah dibandingkan dengan K1 dan K2 pada ketebalan 30, hal ini menunjukkan N bersifat mobil sehingga lebih cepat hilang oleh penguapan dan pelindian. Nilai C/N biomasa menunjukkan hasil relatif sangat kecil ( $< 2$ ) pada berbagai perlakuan amelioran limbah organik segar dan pengalengan nenas (Tabel 4.3.5). Hal ini disebabkan oleh kadar karbon relatif lebih banyak hilang dibandingkan dengan kadar nitrogen tanah, sehingga keberadaan karbon dalam tanah akan lebih cepat hilang dibandingkan dengan unsur lainnya.

#### 4.4. Pengaruh bahan amelioran limbah organik segar dan pengalengan nenas terhadap karakteristik tanaman.

##### 4.4.1. Pengaruh bahan amelioran limbah organik segar dan pengalengan nenas terhadap panjang dan lebar daun tanaman.

Berdasarkan analisis sidik ragam pengukuran panjang dan lebar daun nenas umur 6 bulan setelah tanam (fase pertumbuhan cepat) pada berbagai perlakuan limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas pada inkubasi selama 3 bulan, tidak menunjukkan berbeda nyata pada jenjang 5% (Tabel 4.4.1 dan tabel 4.4.2). Hasil pengukuran panjang dan lebar daun berkisar 60–70 cm dan 6,0–7,0 cm, pengaruh berbagai limbah organik dan limbah pengalengan nenas pada berbagai ketebalan tanah (0–15 cm, 0–30 cm dan 0–45 cm) tidak memberikan kontribusi positif terhadap pertumbuhan panjang dan lebar daun. Kesuburan tanah relatif cukup dan reaksi tanah yang sesuai pada berbagai perlakuan limbah organik segar dan pengalengan nenas relatif mendukung pertumbuhan tanaman, hal ini ditunjukkan dengan pertumbuhan daun relatif dalam kondisi baik (sehat).

Menurut Havlin *et al.* (2005), pH tanah 5,50–7,50 sangat baik untuk perkembangan pertumbuhan perakaran tanaman. Perlakuan pemberian berbagai kombinasi limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas dapat meningkatkan pH H<sub>2</sub>O tanah Ultisol Lampung dari < 4,0 menjadi > 5,0. Peningkatan pH tanah Ultisol Lampung berasal dari sumber bahan dasar amelioran yaitu pupuk kandang sapi (pH > 7,0) dan limbah kulit singkong (pH 7,0). Pengaruh pemberian amelioran limbah organik segar K1 dan K2 pada

berbagai tingkat ketebalan tanah menunjukkan pertumbuhan daun yang relatif sama dengan tanaman yang tanpa pemakaian pupuk dasar (Tabel 4.4.1 dan 4.4.2). Hal ini menunjukkan pemberian limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas tercampur secara merata kedalam mineral tanah setelah 3 bulan, mampu menyediakan kesuburan yang cukup bagi pertumbuhan tanaman nenas. Penggunaan pupuk dasar dan tanpa pupuk dasar pada berbagai perlakuan limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas adalah tidak memberikan perbedaan hasil yang nyata. Kesuburan yang cukup pada tanah dan reaksi tanah yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan tanaman pada fase pertumbuhan cepat (6 bulan setelah tanam), menunjukkan tidak terdapat serangan hama dan penyakit pada tanaman pada berbagai perlakuan.

Tabel 4.4.1. Pengaruh bahan amelioran limbah organik segar dan pengalengan Nenas terhadap Panjang Daun pada petak pot di PT. GGP Lampung

Tabel 4.4.2. Pengaruh bahan amelioran limbah organik segar dan pengalengan Nenas terhadap Lebar Daun pada petak pot di PT. GGP Lampung

#### 4.4.2. Pengaruh bahan amelioran limbah organik segar terhadap berat bio–massa tanaman.

Berdasarkan analisis sidik ragam pengukuran berat total bio-massa tanaman nenas umur 6 bulan setelah tanam (fase pertumbuhan cepat) pada berbagai perlakuan limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas tanpa diberikan pupuk dasar pada inkubasi selama 3 bulan, tidak menunjukkan perbedaan nyata pada jenjang 5% (Tabel 4.4.3).

Penambahan amelioran pada berbagai perlakuan limbah organik segar dan pengalengan nenas menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan nyata pada jenjang 5% antara penggunaan pupuk dasar dan tanpa pupuk dasar (Tabel 4.4.3). Berat total biomassa tanaman pada fase pertumbuhan cepat (6 bulan setelah tanam) pada berbagai perlakuan adalah di atas standar *forching* yaitu  $> 1,3$  kg (Tabel 4.4.3). Hal ini karena proses dekomposisi limbah organik segar dan pengalengan nenas yang dicampurkan secara merata ke dalam tanah selama 3 bulan menghasilkan C-organik dan kesuburan tanah yang tinggi. Ketersediaan C-organik dan kesuburan tanah merupakan faktor yang penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hasil berat bio–massa setelah perlakuan dengan berbagai limbah organik segar dan pengalengan nenas antara tanaman dengan pupuk dasar dan tanpa pupuk dasar disajikan pada tabel 4.4.3.

Tabel 4.4.3. Berat total bio–massa tanaman pada fase pertumbuhan cepat (6 bulan setelah tanam), pada berbagai perlakuan amelioran limbah organik segar dan pengalengan nenas.

Berat bio–massa tanaman merupakan salah satu indikator tanaman yang akan dipersiapkan untuk diperlakukan pembungaan secara bersamaan (*forching*), untuk mencapai berat biomassa kurang lebih 1,2 kg per tanaman (Seno *et al.*, 2008). Hasil perlakuan berbagai perlakuan menunjukkan berat biomassa > 1,2 kg, hal ini telah mencapai standar berat untuk dilakukan pembungaan secara bersamaan (*forching*). Pada perlakuan K2 berat biomassa lebih rendah dibandingkan pada perlakuan K1, hal ini karena perbedaan komposisi penggunaan bahan dasar limbah organik pada K1 dan K2 akan berpengaruh terhadap proses dekomposisi bahan dasar tersebut. Pada perlakuan K2 penggunaan limbah *tapioka* dan limbah *bromelin* memberikan hasil berat total bio–massa yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan K1 (limbah kotoran sapi), namun dapat meningkatkan berat bio–massa akar tanaman lebih besar (Tabel 4.4.4).

Tabel 4.4.4. Berat akar tanaman pada fase pertumbuhan cepat (6 bulan setelah tanam), pada berbagai perlakuan amelioran limbah organik segar dan pengalengan nenas.

Perlakuan K2 dapat meningkatkan berat bio-massa perakaran mencapai K2 (34,01 g) lebih tinggi dari pada K1 (29,27 g) dan K0 (27,68 g) (Tabel 4.4.4). Hal ini karena jumlah C-organik dan kesuburan bahan dasar limbah tapioka relatif lebih rendah dibandingkan pada limbah kotoran sapi. Pemberian limbah tapioka tidak dapat memperbaiki sifat fisika tanah, namun berpengaruh terhadap sifat kimia dan biologi tanah (Akpan *et al.*, 2011). Disamping itu pada bahan limbah tapioka merupakan bahan yang mengandung pembentukan jaringan hifa, jaringan ini berfungsi dalam perbanyakan kompleks perakaran.

Pemberian limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas pada formulasi dan kombinasi perlakuan K1 sebesar 244 ton per hektar dan K2 sebesar 284 ton per hektar menunjukkan laju pertumbuhan dan perkembangan tanaman nenas relatif baik (tanpa menggunakan pupuk dasar) yaitu berat total bio-massa tanaman pada fase pertumbuhan cepat > 1,2 kg per tanaman. Sedangkan pada tanaman yang tidak diberikan amelioran limbah organik segar dan pengalengan nenas < 1,0 kg per tanaman. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak menunjukkan adanya perbedaan parameter agronomis: panjang daun, lebar daun dan berat bio-massa pada fase pertumbuhan cepat (6 bulan setelah tanam), dibandingkan dengan tanaman yang diperlakukan pupuk dasar.

Hasil temuan penelitian menunjukkan bahwa: (1) pemberian limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas dapat meningkatkan kandungan C pada Typic Kandihumults Lampung, (2) permasalahan kuantitas limbah perkebunan nenas salah satunya dapat berkurang dengan memanfaatkan bahan limbah organik sebagai bahan pembenah tanah, (3) penerapan kombinasi bahan

limbah organik dapat memperpendek waktu bero lahan siap tanam dari 6 bulan menjadi 3 bulan, (4) penggunaan pupuk dasar dengan diamonim phosphate (DAP), Kiserit dan KCl dengan dosis 250–300–250 kg per ha pada tanaman nenas dapat digantikan dengan aplikasi kombinasi limbah segar organik dan limbah pengalengan nenas.

#### 4.5. Pembahasan Umum.

Penelitian dilaksanakan pada areal perkebunan nenas PT Geat Giant Pineapple, secara geografis berada pada koordinat  $4^{\circ}49'07''$  LS dan  $105^{\circ}13'13''$  BT pada ketinggian 43 dpl. PT Geat Giant Pineapple terletak di Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, Propinsi Lampung. Tanah Ultisol Lampung pada lokasi penelitian mempunyai sifat tanah dengan kadar C-organik rendah ( $< 1\%$ ), kapasitas pertukaran kation (KPK) rendah ( $< 8 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ ) dan pH tanah  $< 4,5$  (Tabel 4.1.1). Kadar C-organik merupakan salah satu tolok ukur untuk menentukan tingkat kesuburan tanah. Kapasitas tukar kation (KPK) tanah Ultisol Lampung adalah rendah menunjukkan kemampuan mineral tanah mempertukarkan kation tanah relatif kecil, sehingga daya simpan kation dalam mineral tanah relatif tidak lama dan kation-kation tanah mudah hilang oleh adanya pelindian. Sedangkan pH tanah Ultisol Lampung agak masam ( $< 4,5$ ) menunjukkan bahwa konsentrasi H tertukar relatif tinggi. Kurang optimalnya C dan kesuburan tanah karena adanya emisi dan pencucian (*leaching*) serta kesuburan dalam tanah selalu diserap tanaman. Pemanfaatan limbah organik dengan teknik mengkombinasikan berbagai jenis bahan limbah organik segar dan pengalengan

nenas merupakan salah satu upaya untuk mencari solusi meningkatkan kesuburan tanah.

Menurut Seno (2008), PT GGP Lampung merupakan perkebunan tanaman nenas dengan luas total lahan produksi 22.000 ha, area produksi berada pada lahan bekas hutan dan rawa dengan ketinggian 46 m dpl. Tanaman nenas berbuah pada umur 16 sampai dengan 24 bulan, setelah tanaman tidak produktif lagi menghasilkan seresah tanaman yang merupakan sumber limbah organik. Sedangkan sumber limbah lain adalah kotoran sapi (*cattle manure*), limbah tapioka, dan limbah hasil produksi pengalengan nenas seresah bonggol (*bromelin*), dan *mill juice* nenas. Bahan limbah segar berperanan sebagai bahan amelioran yang merupakan bahan inputan yang berperanan sebagai bahan pembenah tanah, salah satu fungsinya merupakan sumber C-organik dan kesuburan tanah. Pemanfaatan berbagai limbah segar dan limbah pengalengan nenas untuk mengatasi produksi limbah yang berlebihan dan meningkatkan kesuburan tanah. Amelioran diberikan dengan teknik mencampurkan secara merata pada berbagai ketebalan tanah (0–15 cm, 0–30 cm dan 0–45 cm). Nisbah bahan organik segar dan tanah pada penelitian adalah K1 dan K2 berturut-turut 1:4,10 dan 1:3,52 (Tabel 2.6.1).

Hasil penelitian menunjukkan pemberian amelioran bahan segar limbah organik dan pengalengan nenas sebesar 242 ton/ha (K1) dan 284 ton/ha (K2) dapat meningkatkan C, N, C/N, C-biomassa, N-biomassa, C-organik asam humat dan fulvat, KPK dan pH H<sub>2</sub>O tanah. Amelioran bahan segar limbah organik dan pengalengan nenas sebesar 242 ton/ha (K1) dan 284 ton/ha (K2) dapat

meningkatkan kadar C organik tanah 0,5–2,0%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian bahan limbah organik segar dengan teknik mencampurkan kedalam tanah selama inkubasi 3 bulan, dapat meningkatkan potensi karbon dan kesuburan tanah yang cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman nenas. Pada inkubasi 3 bulan ketersediaan kadar C organik bertambah sejalan dengan proses dekomposisi limbah organik, namun mengalami penurunan sejalan dengan jeluk tanah yaitu pada ketebalan 0–15 cm (T1) total C–organik tanah sebesar >1,92% pada, pada ketebalan 0–30 cm (T2) sebesar >1,54% dan ketebalan 0–45 cm (T3) sebesar >1,44%. Hal ini karena proses dekomposisi bahan limbah pada lapisan dekat permukaan tanah akan lebih cepat dibandingkan pada jeluk yang lebih dalam. Selain itu penurunan kadar C–organik tanah kemungkinan oleh emisi dan pelindian (*leaching*). Total karbon pada lapisan tanah yang lebih dalam kemungkinan lebih stabil daripada yang dipermukaan tanah, karena adanya perbedaan bahan dasar, komposisi, dan kondisi lingkungan (Erich *et al.*, 2012; Rumpel dan Knabner, 2011).

Kadar C–organik potensial menggambarkan jumlah pasokan kadar C dari kombinasi bahan limbah organik segar sangat mencukupi (>2%). Kadar C–organik tanah potensial dan aktual setelah limbah organik segar terdekomposisi selama 3 bulan adalah relatif tersedia (potensial 2–5% dan aktual 1–2%), akan tetapi semakin dalam jeluk tanah maka ketersediaan C–organik potensial dan aktual tanah semakin menurun namun masih lebih tinggi dibandingkan dengan C–organik tanah asli (1%). Potensi C-organik setelah penambahan bahan limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas pada jeluk 0–15 cm, 0–30 cm dan 0–

45 cm adalah 5,37%, 3,19% dan 2,40%, setelah inkubasi selama 3 bulan mengalami penurunan secara linier. Penurunan C-organik paling tinggi pada ketebalan 0–15 cm (T1) kemudian semakin berkurang sesuai pada tingkat jeluk tanah pada 0–30 cm (T2) dan 0–45 cm (T3). Prosentase kehilangan C organik pada jeluk 0–15 cm sebesar 62,38%, 0–30 cm sebesar 47,33%, dan 0–45 cm sebesar 36,25%. Prosentase penurunan C yang relatif besar secara linier terhadap jeluk tanah, memungkinkan ketahanan C labil dalam tanah cepat berkurang oleh adanya emisi serta pelindian (*leaching*).

Perlakuan limbah organik segar dan pengalengan nenas dapat meningkatkan total nitrogen dalam tanah. Peningkatan N terjadi pada 2 bulan bahan limbah organik segar terdekomposisi (Tabel 4.3.1). Hal ini karena proses dekomposisi awal (bulan pertama) kadar N relatif menurun karena N digunakan dalam aktivitas perombakan oleh mikroorganisme dan akhirnya dikembalikan dalam tanah (immobilisasi). Peningkatan kadar N tanah ( $> 0,07\%$ ) pada lysimeter tertutup (L2), sedangkan pada lysimeter terbuka (L1) mengalami penurunan N tanah pada bulan ke-2. Menurunnya kadar N tanah pada lysimeter terbuka dimungkinkan adanya mobilitas N yang tinggi, larut dan hilang oleh adanya proses pelindian (*leaching*) bersama unsur lainnya menuju bagian lereng yang lebih rendah (lebung) dan N dimungkinkan hilang bersama proses emisi. Prosentase kehilangan N dalam tanah oleh emisi dan pelindian adalah pada jeluk 0–15 cm kehilangan N sebesar 47,06%, 0–30 cm kehilangan N sebesar 44,83%, dan 0–45 cm kehilangan N sebesar 46,15%. Kehilangan N pada 0–15 cm adalah paling tinggi karena N bersifat mobil sehingga mudah hilang, sedangkan pada

ketebalan 0–45 cm aktivitas mikro–organisme semakin berkurang sehingga N aktual relatif paling rendah. Kematangan proses dekomposisi ditentukan oleh perbandingan C/N tanah. Perbedaan jenis kombinasi limbah organik segar akan berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme perombak bahan organik tanah. Nilai C/N pada perlakuan K1 relatif lebih besar dibandingkan pada K2, hal ini karena adanya *row material* yang berbeda yaitu penambahan amelioran dengan limbah tapioka (K2) mempunyai kandungan N yang lebih rendah dan C yang relatif lebih besar, dibandingkan dengan bahan kotoran sapi padat (K1). Secara umum penambahan amelioran K1 dan K2 yang tercampur secara merata dengan mineral tanah pada dekomposisi selama 3 bulan menghasilkan C/N sebesar 9–13.

Amelioran limbah organik segar dan pengalengan nenas pada perlakuan K1 (244 ton/ha) dan K2 (284 ton/ha), mampu meningkatkan nilai kapasitas pertukaran kation (KPK) dua kali lebih besar dari tanah asli ( $5,95 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ ). Tingginya bahan organik tanah akan menambah jumlah partikel–partikel berukuran kecil sehingga nilai kapasitas pertukaran kation tanah menjadi lebih tinggi. Potensi kenaikan KPK tanah disebabkan oleh adanya disosiasi muatan negatif dari gugus karboksil ( $\text{COOH}$ ) menjadi gugus karboksilate ( $\text{COO}^-$ ) dalam kompleks bahan organik segar pada bahan ameliran (Coles and Yong, 2006; Kaiser *et al.*, 2008). Pemberian berbagai kombinasi limbah organik segar dapat memperbaiki nilai KPK tanah Ultisol lampung menjadi  $9\text{--}13 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$  yang akan berdampak positif bagi pertumbuhan tanaman nenas.

Perlakuan bahan limbah organik segar dan pengalengan nenas dapat meningkatkan pH  $\text{H}_2\text{O}$  tanah asli dari 4,26 menjadi 5,20, peningkatan reaksi tanah

tersebut bersumber dari bahan amelioran terutama penambahan bahan cairan limbah kotoran sapi (pH 8,34). Menurut Amonette *et al.* (2004), pH tanah di bawah 5 akan menghambat proses humifikasi, yang merupakan langkah penting dalam penyerapan C tanah oleh karena itu pH tanah yang rendah dapat berdampak negatif terhadap siklus kesuburan dan penyerapan C tanah. Humifikasi merupakan hasil dekomposisi bahan amelioran yang sudah tidak lagi mempunyai morfologi yang mirip dengan bahan asalnya (alih bentuk), yang terkandung bahan asam humat, asam fulvat dan humin. Perlakuan pemberian limbah organik dan limbah pengalengan nenas pada dekomposisi selama 3 bulan dapat meningkatkan pH tanah (>5) pada tanah Ultisol Lampung. Nilai pH tanah >5 pada perlakuan akan mempercepat terjadinya proses humifikasi sehingga menambah kandungan C-organik dan kesuburan tanah.

Penambahan limbah organik segar dan pengalengan nenas kedalam tanah dapat meningkatkan bahan humat tanah. Bahan humat berperan penting dalam kesuburan tanah, bahan humat terutama terdiri dari asam humat (HA) dan asam fulvat (FA), merupakan bagian penting dari bahan organik tanah karena terkait erat dengan C dan N tanah (Stevenson, 1994; Keiji *et al.*, 2011). Amelioran limbah organik segar pada berbagai perlakuan dapat meningkatkan kelarutan C-organik asam humat dan fulvat dari tanah asli (0,1%). Hasil kelarutan C-organik asam humat pada perlakuan K2 dengan system lysimeter tertutup (0,1%) adalah relatif lebih kecil dibandingkan pada K1 (0,3%), hal ini disebabkan perlakuan (K2) pada bahan limbah tapioka dan seresah bonggol (*bromelin*) lebih aktif dalam proses dekomposisi dibandingkan dengan kotoran sapi (padat). Pada bahan

tersebut kemungkinan ukuran partikel lebih halus sehingga bersifat lebih reaktif. Amelioran dengan menggunakan seresah bonggol nenas yang mengandung bromelin (K2) akan mempercepat proses dekomposisi bahan organik segar, hal ini karena bromelin merupakan suatu enzim yang dapat menguraikan protein dalam jaringan tanaman. *Enzym bromelin* berperan dalam melepaskan ikatan rantai C dalam gugus fungsi protein. Asam humat memiliki sifat kelasi, mineralisasi, penyangga (*buffering*), interaksi mineral lempung dan kapasitas tukar kation, yang penting untuk kesehatan tanah dan pertumbuhan tanaman (Stevenson, 1994).

Kadar C-biomassa pada berbagai formulasi perlakuan limbah organik dan pengalengan nenas semakin berkurang sesuai dengan jeluk tanah. Hal ini karena kadar C-biomassa semakin rendah maka aktivitas mikro-organisme tanah semakin menurun dengan semakin dalamnya jeluk tanah. Pada perlakuan amelioran K1 kadar C-biomassa relatif lebih besar dibandingkan dengan K0 dan K2, hal ini karena perbedaan jenis bahan dasar (*row material*) menyebabkan berbeda dalam komposisi bahan humat, yang berpengaruh terhadap aktivitas mikro-organisme tanah dalam perombakan bahan organik segar. Sedangkan pada K2 penambahan limbah kulit singkong dan limbah bonggol *bromelin* lebih cepat terdekomposisi. Kadar N-biomassa pada berbagai perlakuan limbah organik segar dan pengalengan nenas mengalami kenaikan setelah terdekomposisi selama 3 bulan, hal ini karena proses dekomposisi bahan organik menghasilkan nitrogen tanah yang berasal dari hasil mineralisasi oleh mikro-organisme dalam aktivitas perombakan bahan organik. Penambahan kotoran sapi kedalam tanah

meningkatkan imobilisasi N sehingga meningkatkan kadar N–biomassa tanah (Daphne *et al.*, 2013).

Perlakuan limbah organik dan pengalengan nenas pada perlakuan terpilih K1 pada ketebalan 15 cm, K0, K1 dan K2 pada ketebalan tanah 30 cm, diujikan pada skala *demfarm*. Hasil penelitian skala *demfarm* kadar C–organik, N, C/N, KPK, pH H<sub>2</sub>O, asam humat dan asam fulvat, relatif sama dengan hasil penelitian skala petak pot. Sedangkan C/N biomasa pada skala petak pot lebih tinggi dibandingkan skala petak pot, hal ini karena pada petak pot semua bahan limbah organik segar yang tercampurkan pada mineral tanah terkondisikan, sehingga emisi dan pelindian relatif lebih kecil dibandingkan pada skala *demfarm*.

Karakteristik keberadaan gugus fungsional C=O, N–H, C–O, dan Si–O dari mineral, terdapat pada bahan humat yang dianalisis dengan metode *fourier transform infrared* (FT–IR) spektroskopi (Tabel 2.5.1). Bahan humat berada pada kisaran serapan intensitas gelombang 1.720–1.600 cm<sup>-1</sup> (Stevenson, 1982). Perlakuan pemberian amelioran pada berbagai kombinasi limbah menunjukkan adanya perubahan luas area perlakuan dari hasil sebelum limbah organik terdekomposisi dan setelah bahan limbah terdekomposisi selama inkubasi 3 bulan. Perlakuan K0 pada ketebalan 30 cm terdapat adanya perubahan stuktur ikatan bahan humat yaitu pelepasan ikatan H dari gugus karboksilat (C=O) atau gugus aromatik lainnya pada bilangan gelombang 2.940–1.630 cm<sup>-1</sup>. Sedangkan perlakuan K1 pada ketebalan tanah 15 cm, K1 dan K2 pada ketebalan tanah 30 cm, menunjukkan prosen luas area lebih lebar sehingga pelepasan ikatan H oleh C=O lebih banyak dibandingkan pada K0–30. Peningkatan luas area pada

bilangan gelombang  $1.700\text{--}1.600\text{ cm}^{-1}$  menggambarkan bahan humat lebih banyak dibandingkan pada K0 pada ketebalan 30 cm, karena adanya penambahan dan perbedaan jenis bahan organik berpengaruh terhadap perubahan pola struktur ikatan.

Pengaruh bahan limbah organik segar dan pengalengan nenas terhadap karakteristik tanaman.

Hasil pemberian limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas K1 dan K2 berbagai jeluk setelah dekomposisi 3 bulan, menunjukkan berat biomassa tanaman relatif sama antara tanaman dengan atau tanpa pupuk dasar tentang: lebar dan panjang daun. Amelioran pada perlakuan K1 dapat meningkatkan bio-massa tanaman ( $>1,30\text{ kg}$ ) pada perlakuan tanpa pupuk dasar, sedangkan pada pada tanaman yang menggunakan pupuk dasar relatif sama ( $> 1,30\text{ kg}$ ). Perlakuan K2 dapat meningkatkan berat bio-massa perakaran mencapai  $33,00\text{ g}$  lebih tinggi dari pada K1 ( $29,00\text{ g}$ ) dan K0 ( $28,00\text{ g}$ ). Hal ini karena jumlah C-organik dan kesuburan bahan dasar limbah tapioka relatif lebih rendah dibandingkan pada limbah kotoran sapi, selain itu limbah tapioka mempunyai *hifa* yang berfungsi memperpendek kesuburan tanah terserap pada kompleks perakaran tanaman.

Pemberian limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas pada kombinasi perlakuan K1 dan K2 berturut-turut  $244\text{ ton}$  dan  $284\text{ ton}$  per hektar menunjukkan laju pertumbuhan dan perkembangan tanaman nenas relatif baik (tanpa menggunakan pupuk dasar) yaitu berat total bio-massa tanaman pada fase pertumbuhan cepat  $> 1,2\text{ kg}$  per tanaman, yang telah syarat untuk dilakukan *forching*. sedangkan pada tanaman tanpa amelioran  $< 1,0\text{ kg}$  per tanaman.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan.

1. Komposisi kombinasi perlakuan limbah organik segar dan pengalengan nenas dapat meningkatkan kandungan C dari  $< 1\%$  menjadi  $2\%$ , dengan pemberian bahan organik segar dari  $20,00\%$  menjadi  $28,40\%$  pada ketebalan  $0-15$  cm di Ultisol perkebunan nenas. Kadar karbon tanah pada sistem lysimeter terbuka dan tertutup adalah  $> 1,70\%$ .
2. Komposisi limbah organik segar: seresah tanaman nenas (*chopper*)  $200$  ton/ha + limbah tapioka  $40$  ton/ha + seresah bonggol (*bromelin*)  $40$  ton/ha + *mill juice* nenas  $2$  ton/ha + kotoran sapi cair  $2$  ton/ha, yang dicampurkan pada ketebalan  $0-30$  cm dengan didekomposisikan selama  $3$  bulan merupakan perlakuan terbaik dalam memperbaiki kesuburan tanah yang berdampak pada kondisi fisik tanaman relatif baik.

### Saran.

1. Teknik pencampuran kombinasi bahan limbah organik segar dan pengalengan nenas dengan bahan tanah pada ketebalan  $0-30$  cm diinkubasikan selama  $3$  bulan dianjurkan pada saat aplikasi bahan organik

segar, pencampurannya dilakukan secara merata (*homogin*) sehingga dapat menyediakan kecukupan kesuburan untuk pertumbuhan tanaman nenas.

2. Diperlukan penelitian lanjutan tentang ketahanan C-organik tanah dan pemantauan status kesuburan dalam tanah pada ketebalan 0–30 cm.

## RINGKASAN

Ultisol Lampung pada lokasi penelitian mempunyai sifat tanah dengan kadar C-organik rendah ( $< 1\%$ ), kapasitas pertukaran kation (KPK) rendah ( $< 8 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ ) dan pH tanah  $< 4,5$  (Tabel 4.1.1). Rendahnya kadar karbon dalam mineral lempung Ultisol Lampung menyebabkan pertukaran kation tanah relatif kecil sehingga kesuburan yang tersedia bagi tanaman menjadi rendah. Rendahnya kesuburan tanah Ultisol di perkebunan nenas PT GGP Lampung mengakibatkan berat biomassa tanaman menjadi kurang optimal, sehingga produksi buah menjadi rendah ( $< 75 \text{ ton/ha}$ ).

Jenis limbah organik yang ada di PT GGP sangat berpotensi untuk meningkatkan kesuburan tanah. Jenis limbah organik segar dan pengalengan nenas yaitu: kotoran sapi (*cattle manure*), limbah tapioka, seresah bonggol (*bromelin*), seresah tanaman nenas (*chopper*), dan *mill juice* nenas. Pengelolaan berbagai limbah segar organik dan limbah pengalengan nenas merupakan salah satu alternatif dalam meningkatkan kesuburan tanah dan mengatasi produksi limbah yang berlebihan.

Bahan limbah segar berperan sebagai bahan amelioran yang merupakan bahan inputan yang berperan sebagai bahan pembenah tanah, salah satu fungsinya merupakan sumber C-organik dan kesuburan tanah. Amelioran diberikan tanpa melewati proses pengomposan yaitu dengan teknik mencampurkan berbagai kombinasi bahan limbah organik segar, yang di perlakukan pada ketebalan tanah dengan teknik mencampurkan secara merata pada

berbagai ketebalan tanah (0–15 cm, 0–30 cm dan 0–45 cm). Nisbah limbah organik segar dengan tanah pada perlakuan K1 sebesar: 1 kg tanah dicampurkan dengan komposisi limbah 4,10 kg, sedangkan pada K2 sebesar: 1 kg tanah dicampurkan dengan bahan kombinasi limbah 3,52 kg (Tabel 2.6.1).

Penelitian bertujuan untuk: (1) Mengetahui pengaruh komposisi dan ketebalan penempatan limbah organik segar terhadap kandungan C pada Ultisol perkebunan nenas, (2) Mendapatkan teknologi aplikasi bahan organik dengan dekomposisi tanpa melalui proses pengomposan dan dapat meningkatkan kesuburan tanah. Penelitian dilakukan dalam tiga tahapan yaitu:

Tahap pertama adalah karakterisasi tanah, limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas. Karakterisasi dilakukan dengan pengambilan contoh tanah dan limbah organik segar. Metode pengambilan contoh tanah dilakukan dengan metode tanah terusik pada ketebalan 0–15 cm, 0–30 cm dan 0–45 cm. Untuk mengetahui karakterisasi tanah dilakukan analisis sifat kimia tanah dan pengamatan profil tanah. Sedangkan karakterisasi limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas (*cattle manure*, limbah tapioka, seresah bonggol (*bromelin*), seresah tanaman nenas (*chopper*), dan *mill juice* nenas) dilakukan dengan analisis sifat kimia dan fraksionasi komponen organik. Tujuan tahapan ini adalah fraksionasi komponen organik pada tanah, limbah organik segar dan pengalengan nenas; menformulasikan dan mengkombinasikan bahan limbah organik segar dan pengalengan nenas.

Tahap kedua adalah pengujian kualitas formulasi limbah organik segar organik dan limbah pengalengan nenas pada sistem bak dekomposisi berukuran

165 cm x 165 cm, tinggi 55 cm dengan system lysimeter terbuka dan tertutup. Tujuan pada tahapan ini adalah mengetahui kecepatan proses dekomposisi dari formulasi limbah organik segar organik dan limbah pengalengan nenas yang diperlakukan dengan mencampurkan bahan organik pada ketebalan tanah pada bak-bak dekomposisi serta menentukan perlakuan terpilih.

Tahap ketiga adalah percobaan perlakuan terpilih diujikan pada skala perkebunan (*demfarm*). Tujuan pada tahapan ini adalah mengkaji peningkatan kandungan karbon dan kesuburan tanah dari hasil kombinasi limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas yang terpilih, serta mengamati perkembangan pertumbuhan tanaman nenas.

Hasil penelitian menunjukkan pemberian amelioran bahan segar limbah organik dan pengalengan nenas sebesar 242 ton/ha (K1) dan 284 ton/ha (K2) dapat meningkatkan C, N, C/N, C-biomassa, N-biomassa, C-organik asam humat dan fulvat, KPK dan pH H<sub>2</sub>O tanah. Amelioran bahan segar limbah organik dan pengalengan nenas sebesar 242 ton/ha (K1) dan 284 ton/ha (K2) dapat meningkatkan kandungan C organik tanah 0,5–2,0%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian bahan limbah organik segar dengan teknik mencampurkan kedalam tanah selama inkubasi 3 bulan, dapat meningkatkan potensi karbon dan kesuburan tanah yang cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman nenas.

Keberadaan gugus fungsional C=O, N-H, C-O, dan Si-O pada bahan humat dapat dianalisis dengan metode *fourier transform infrared* (FT-IR) spektroskopi. Perlakuan pemberian amelioran pada berbagai kombinasi limbah menunjukkan adanya perubahan luas area perlakuan dari hasil sebelum limbah

organik terdekomposisi dan setelah terdekomposisi selama 3 bulan. Perlakuan K0 pada ketebalan 30 cm terdapat adanya perubahan stuktur ikatan oleh proses dekomposisi bahan humat pada bilangan gelombang  $2.940-1.630\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan pelepasan ikatan H dari gugus karboksilat (C=O) atau gugus aromatik lainnya. Sedangkan pada perlakuan K1 pada ketebalan 15 cm, K1 pada ketebalan 30 cm dan K2 pada ketebalan 30 cm, menunjukkan presen luas area lebih lebar sehingga pelepasan ikatan H oleh C=O lebih banyak dibandingkan pada K0-30. Peningkatan luas area pada bilangan gelombang  $1.700-1.600\text{ cm}^{-1}$  menggambarkan bahan humat lebih banyak dibandingkan pada K0 pada ketebalan 30 cm, karena adanya penambahan dan perbedaan jenis bahan organik berpengaruh terhadap perubahan pola struktur ikatan.

Pengaruh bahan limbah organik segar dan pengalengan nenas terhadap karakteristik tanaman. Hasil pemberian limbah organik segar dan limbah pengalengan nenas K1 dan K2 yang tercampur secara merata kedalam mineral tanah pada berbagai jeluk setelah dekomposisi 3 bulan, menunjukkan pertumbuhan tanaman relatif sama antara tanaman dengan atau tanpa pupuk dasar tentang berat biomassa, lebar dan panjang daun. Aplikasi penggunaan pemanfaatan limbah organik segar dan pengalengan nenas, dapat mempersingkat waktu siap tanam dari 6 bulan menjadi 3 bulan.

The utilization of fresh organic waste and pineapple canning waste as ameliorants of soil to improve the carbon content in pineapple plantation

SUMMARY

The research on Ultisols Lampung have soil properties are C-organic is low (<1%), cation exchange capacity (CEC) is low (< 8 cmol(+) kg<sup>-1</sup>) and the soil pH is acid <4.5 (Table 4.1.1). The low of carbon in the Ultisol Lampung caused soil cation exchange is less, so that nutrients are not available. The low of soil nutrients in pineapple plantations at PT Great Giant Pineapple on the effect of biomass weight less than optimal, so that production of fruits is lower (<75 tons/ha). The result of weight pineapple fruit can be estimated to weight of biomass plants about 1.2 kg before forching in the growth period (6 months after planting) on variety of GP 3 middle classes.

The Great Giant Pineapple is an integrated company in plantation and canning pineapples waste, have total area about 32.000 hectares and the effective area about 22.000 hectares (Seno et al., 2008). The kind of production of organic waste are cattle manure, cassava waste, pineapple pump waste (bromelin), chopper pineapple crops, and pineapple juice mill. The management of organic fresh waste and canning pineapple waste is an alternative to problem solving for improve to soil nutrients and over product by waste.

The function of fresh organic waste and canning pineapples waste are ameliorant which is the input soil nutrient. The ameliorant function is the source of C-organic and plant nutrients. Application of ameliorant without passing composting process. The technique of application to composite by combinations of fresh organic waste material with depth on the soil about 0–15 cm, 0–30 cm and 0–45 cm. The ratio of waste fresh organic matter and soil on the K1 treatment is 1 kg of soil composite with waste composition 4.10 kg, and the K2 for 1 kg of soil mixed with waste material 3.52 kg (Table 2.6.1).

The aims of the study are: (1) To investigate the effect of the composition and the depth of the placement of organic waste on the carbon content in the Ultisol of pineapple plantations. (2) To find technology of application on organic matter with decomposition without a composting process and to produce soil nutrients. The study was conducted in three stages, i.e.:

First, The fractionation and characterization of the soil, fresh organic waste and canning pineapples waste. Method of soil sampling was carry out soil disturbed at a depth of 0–15 cm, 0–30 cm and 0–45 cm. To determine the analytical of soil physical properties, soil chemistry, and soil profile observations. The material of fractionation and characterization are organic waste are cattle manure, cassava waste, pineapple pump waste (bromelin), chopper pineapple crops, and pineapple juice mill. The purpose of this stage is the formulate and combine a variety of fresh organic waste materials and canning pineapples waste.

Second, the formulation of quality testing by fresh organic waste and canning pineapples waste decomposition are application on the pots system 165 cm x 165 cm, depth 55 cm with lysimeter system. The purpose of this stage was to know the decomposition process by fresh organic waste and canning pineapples waste are composite in the soil thickness on the pots decomposition and the selected in the best treatment.

Third, the best treatments were applied in the demplot farming. The purpose at this stage is to assess soil quality improvement by formulation in combination of fresh organic waste and canning pineapples waste in the best treatment. The effect of soil quality improvement showed in the plant growth and the analysis of soil chemical properties.

The results showed that application ameliorant about 242 tonnes/ha (K1) and 284 tons/ha (K2) can increase the organic-C, N, C/N, CEC, soil pH H<sub>2</sub>O, C-biomass, N-biomass, C-organic humic and fulvic acids. The ameliorant of organic waste and canning pineapples waste about 242 tonnes/ha (K1) and 284 tons/ha (K2) can increase soil organic C content of 0,5–2,0%. This suggests that fresh organic waste materials to composite in the soil depth for 3 months can be increase the potential carbon and nutrients which is sufficient to support the growth of pineapple plants.

The functional group C=O, N-H, C-O, and Si-O on humic materials can be analyzed by the method of Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy. The application an ameliorant on various combinations of waste indicates a change from the treatment area before and after the decomposition of organic

waste decomposes during 3 months. The application of K0 at a depth 0–30 cm there is a change in the structure of the bond by the decomposition of humic materials at wave number  $2.940\text{--}1.630\text{ cm}^{-1}$  on the soil in depth 0–30 cm<sup>-1</sup> shows the release of H bonding of carboxylic groups (C=O) or other aromatic group. The Application K1 at a depth of 0–15 cm, 0–30 cm and depth of 0–30 cm K2, showed a wider area so that the release of H bonds by C=O at K0 more than 0–30. Improvement area at wave number  $1.700\text{--}1.600\text{ cm}^{-1}$  of humic materials more than in K0 at a depth of 0–30 cm, it may be of different kind of waste material effect on the changes in bonding structure.

Application on the fresh organic waste and canning pineapples significant on plant characteristics. Treatment K1 and K2 are composite into soil (0–15cm, 0–30 cm and 0–45 cm) after 3 months of decomposition, indicating relatively similar plant growth between plants with or without basic fertilizer regarding biomass weight, width and length of the leaves. The applications of fresh organic waste and canning pineapples can shorten the time ready for planting from 6 months to 3 months.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adani F., P. Genevini, G. Ricca, F. Tambone, and E. Montoneri. 2007. Modification of soil humic matter after 4 years of compost application. *Waste Manage.* 27:319–324 p.
- Adiningsih S. dan Mulyadi. 1993. Alternatif teknik rehabilitasi dan pemanfaatan lahan alang–alang. *Dalam* S. Sukmana, Suwardjo, J. Adiningsih, .S., H. Subagio, H. Suhardjo, Y. Prawirasumantri (Ed.). Pemanfaatan lahan alang–alang untuk usaha tani berkelanjutan. Prosiding Seminar Lahan Alang–alang, Bogor, Desember 1992. Pusat Penelitian Tanah dan Agoklimat. Badan Litbang Pertanian. hal 29–50.
- Allen B.L. and B.F. Hajek. 1989. Mineral occurrence in soil environment. p. 199–278. *In*. J.B. Dixon and S.B. Weed (Eds.). *Mineral in Soil Environments*. 2nd ed. Soil Sci. Soc. Am. Madison, Wisconsin, USA.
- Andrews S. S., D. L. Karlen and C.A. Cambardella, 2004. The soil management assessment framework: A quantitative soil quality evaluation method. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68:1945–1962 p.
- Amonette JE, J. Kim, and C.K. Russell. 2004. Enhancement of soil carbon equestration : a catalytic approach. *Am Chem Soc Div Fuel Chem* 49:366 p.
- Anonim. 1976. The Philippines recommends for pineapple. The Philippine Council for Agiculture Research. 66 p.
- \_\_\_\_\_. 2000. Nenas (*Anenas comosus*). Sistim Informasi Manajemen Pembangunan di Perdesaan, BAPPENAS. K. Prihatman (Ed). <http://www.warintek.ristek.go.id/pertanian/nenas>. Diakses pada tanggal 03/03/2012.
- \_\_\_\_\_. 2008. The biology of *Anenas comosus* var. *comosus* (pineapple). Australian government. Departement of healt and ageing office of the gene technology regulator. 43 p.
- \_\_\_\_\_. 2010. Pedoman teknis pengembangan usaha integasi ternak sapi dan tanaman. Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Peternakan Direktorat Budidaya Ternak Ruminansia. hal 53.

- \_\_\_\_\_. 2011. Peraturan menteri pertanian republik Indonesia. Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011. Tentang pupuk organik, pupuk hayati dan pembenah tanah.
- \_\_\_\_\_. 2012. Pedoman teknis pelaksanaan pengembangan hortikultura. Peningkatan produksi, produktivitas, dan mutu produk tanaman buah berkelanjutan. Kementerian pertanian Direktorat jenderal hortikultur. Jakarta. hal 242.
- Akpan, J.F., M.G. Solomon and O.S. Bello, 2011. Effects of cassava mill effluent on some chemical and micro-biological properties of soils in cross river State, Nigeria. *Global Journal of Agricultural Sciences* 10 (2): 89–97 p.
- Aprile, F. and R. Loran, 2012. Evaluation of cation exchange capacity (CEC) in tropical soils using four different analytical methods. *Journal of Agricultural Science* 4 (6):278–289 p.
- Artz R.R.E., S.J.Chapman, A.H. Robertson, J. Potts, J.M., L.F. De'farge, and S. Gogo, 2008. FTIR spectroscopy can be used as a screening tool for organic matter quality in regenerating cutover peatlands. *Soil Biology dan Biochemistry*, 40:515–527 p.
- Atmojo S.W. 2003. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta. Sebelas Maret University Press Surakarta.
- Baglieri A., A. Ioppolo., M. Ne`ge., and M. Gennari. 2007. A method for isolating soil organik matter after the extraction of humic and fulvic acids. *Organik Geochemistry Journal*. Elsevier, Amsterdam. 38:140–150 p.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. Analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor. hal 136.
- Bartholomew D.P., R.E. Paull and K.G. Rohrbach, 2003. *The pineapple*. CABI Publishing. New York. 320 p.
- Benito H.P. dan K.D. Sasmita, 2010. Panduan analisa kimia tanah. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. hal 23.
- Bot A. and J. Benites. 2005. The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food production. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. 78 p.

- BPS. 2010. Tanaman Hortikultura. Produksi buah-buahan di Indonesia. <http://www.bps.go.id>. Diakses pada tanggal 03/03/2012.
- Brady N.C. and R.R. Weil, 2002. The nature and properties of soils. Thirteenth edition. Printice hall. Upper saddle river. New Jersey. 959 p.
- Brunetti G., C. Plaza, C.E. Clapp, and N. Senesi, 2007. Compositional and functional features of humic acids from organic amendments and amended soils in Minnesota, USA. *Soil Biology dan Biochemistry*. 39:1355–1365 p.
- Cahyono B. 2012. Budidaya nenas secara komersial. Pustaka mina. Jakarta. hal 141.
- Cahyono P., G.P. Hutomo, D.P. Widiarini, B. Sumitro, dan Sudarsono, 2008. Pemupukan. *Dalam* S.A. Yomo, S. Benny, Zulfahmi, W. Putut, Suharyono, dan W. Bambang, (Penyunting). Pedoman praktis budidaya nenas di PT Geat Giant Pineapple Terbangi Besar Lampung Tengah. hal.137–157.
- Catherine G.I. and N.M. Vanitha. 2012. Isolation of cellulose degading bacteria and yeasts from pineapple waste. *Int Journal Cur Res Rev*. 04:20 p.
- Coles C.A. and R.N. Yong. 2006. Humic acid preparation, properties and interactions with metals lead and cadmium. *Eng. Geol*. 85:26–32 p.
- Cleiton H.S. and M. A. Marcus. 2011. Soil organic matter fractions as indices of soil quality changes. *Soil Science Society of America Journal*. 75:1766–1773 p.
- Daphne I.J., R.G. Joergensen, and A. Sundrum. 2012. Effect of cattle faeces with different microbial biomass content on soil properties, gaseous emissions and plant growth. *Biol Fertil Soils journal*. 49:61–70 p.
- Darmawijaya M.I. 1997. Klasifikasi Tanah, Dasar Teori bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian di Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. hal 259.
- Datta A, S.K. Sanyal, and S. Saha. 2001. A study on natural and synthetic humic acids and their complexing ability towards cadmium. *Plant Soil journal*. 235:115–125 p.
- Dev D.K. and U.M. Ingle, 1982. Utilization of pineapple by products and wastes review. *Indian Food Packer*. 36:15–22 p..

- Erich M.S., A.F. Plante., J.M. Fernández., E.B. Mallory., and T. Ohno. 2012. Effects of profile depth and management on the composition of labile and total soil organic matter. *Soil Science Society of America Journal*. 76:408–419 p.
- Eswaran H. and C. Sys. 1970. An evaluation of the free iron in tropical andesitic soil. *Pedologie* 20: 62–65 p.
- Fabio A. and L. Reinaldo. 2012. Evaluation of cation exchange capacity (CEC) in tropical soils using four different analytical methods. *Journal of Agricultural Science* 4(6) : 278–289 p.
- Ferreira FP, P.V. Torrado, P. Buurman, F. Macias, X.L. Otero, and R. Boluda, 2009. Pyrolysis gas chromatography mass spectrometry of soil organic matter extracted from a Brazilian mangrove and spanish salt marshes. *Soil Sci Soc Am J*. 73:841–851 p.
- Fontaine S., S. Barot, P. Barre, N. Bdioui, B. Mary, and C. Rumpel. 2007. Stability of organic carbon in deep soil layers controlled by fresh carbon supply. *Nature* 450:277–280 p.
- Foth H.D. and B.G Ellis, 1998. *Soil fertility and plant nutrition*. Published by John Wiley and Sons, Inc. New York. 112 p.
- Gomez K.A. dan A.A. Gomez. 1993. *Statistical procedures for agricultural research*. 2<sup>nd</sup> Ed. John Wiley dan Sons, New York. 680 p.
- Godsey C.B, G.M. Pierzynski, D.B. Mengel, and R.E. Lamond, 2007. Changes in Soil pH, Organic Carbon, and Extractable Aluminum from Crop Rotation and Tillage. *Soil Science Society of America Journal*. 71: 1038–1044 p.
- Gugino B.K., O.J. Idowu, R.R. Schindelbeck, H.M. van Es, D.W. Wolfe, B.N. Moebius–Clune, J.E. Thies, and G.S. Abawi. 2009. *Cornell soil health assessment training manual*. Edition 2.0. Cornell University, Geneva, NY. 58 p.
- Haberhauer G.B. Feigl, M.H Gerzabek, and C. Cerri. 2000. FT–IR spectroscopy of organic matter in tropical soils: changes induced through deforestation. *Applied Spectroscopy* 54:221–224 p.
- Havlin J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale, and W.L. Nelson, 2005. *Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management*. Upper saddle river, New Jersey. 513 p.

- Hayes M.H.B. dan F.L. Himes. 1997. Sifat dan cirri kompleks humus mineral. *Dalam*. Huang, P.M. dan M. Schnitzer (Ed). Interaksi mineral, tanah dengan organik alami dan mikroba. Gadjah Mada University Press. hal 157–241.
- Hedlund A., E.Witter, B.X. An. 2003. Assessment of N, P and K management by nutrient balances and flows on peri–urban smallholder farms in southern Vietnam. *Eur. J. Agon.* 20: 71–87 p.
- Hesse P.R. 1984. Organic matter and rice: Potensial of organic materials for soil improvement. International Rice Institute. International Rice Research Institute Los Banoa, Laguna Philippines. 1 : 35–42 p.
- Kaiser M., R.H. Ellerbrock, and H.H. Gerke. 2008. Cation exchange capacity and composition of soluble soil organic matter fractions. *Soil Science Society of America Journal.* 72:1278–1285 p.
- Katharina, 2009. Compost quality determination using infrared spectroscopy and multivariate data analysis. Dissertation (unpublish). Universität Für Bodenkultur Wien Department Wasser Atmosphäre Umwelt Institut Für Abfallwirtschaft. 105 p.
- Keiji J., H. Teresa, G. Carlos, and M. Sánchez–Monedero. 2011. Influence of stability and origin of organic amendments on humification in semiarid soils. *Soil Science Society of America Journal* 75(6): 2178–2187 p.
- Kononova M.M. 1966. Soil organic matter, its nature, its role in soil formation and in soil fertility, 2<sup>nd</sup> ed. Pergamon, Oxford. 544 p.
- Lin Y.H. and J.H Chen. 2011. Behavior of aluminum adsorption on cell wall of pineapple root apices. *African Journal of Agricultural Research.* 6(4) 949–955 p.
- Maas A., 2011<sup>a</sup>. Pertanian organik, kesuburan dan kenyataan. Lembar opini harian kedaulatan rakyat terbit tanggal 19 September 2011.
- \_\_\_\_\_, 2011<sup>b</sup>. Teknologiantisipasi cekaman abiotik budidaya padi. Seminar nasional Balai Besar Padi, Balitabang Pertanian. Sukamandi 27–28 Juli 2011. hal 9.
- \_\_\_\_\_, 2014. Tanah sebagai media tumbuh. Dalam Prapto Y.,A. Maas, Masyuri, C. Sumardiyono, T. Yuwono (Editor). Pengantar ilmu pertanian. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. hal 95–117.

- Makan A. and M. Mountadar, 2012. Effect of C/N ratio on the in-vessel composting under air pressure of organic fraction of municipal solid waste in Morocco. *Journal Mater Cycles Waste Manag.* 14:241–249 p.
- Marriott E.E. and M. Wander. 2006. Qualitative and quantitative differences in particulate organic matter fractions in organic and conventional farming systems. *Soil Biol. Biochem. Journal.* 38:1527–1536 p.
- Marten J.P. dan K. Haider. 1997. Pengaruh koloid mineral terhadap laju pengembangan karbon organik tanah. Dalam. Huang, P.M. dan M. Schnitzer (Ed). *Interaksi mineral, tanah dengan organik alami dan mikroba.* Gadjah Mada University Press. hal 420–459.
- Michael B.D. and A.D. Mackay, 2011. Effects of contrasting soil fertility on root mass, root growth, root decomposition and soil carbon under a New Zealand perennial ryegrass/white clover pasture. *Plant Soil* 349:291–302 p. Springer Science+Business Media B.V. DOI 10.1007/s11104-011-0873-0.
- Notohadiprawiro T. 1983. *Selidik cepat ciri tanah di lapangan.* Laboratorium Pedologi. Jurusan Ilmu Tanah. Fakultas pertanian Universitas Gadjah Mada. Cetakan pertama. Penerbit Balai Aksara Yudhistira dan pustaka Saadiyah. hal 94.
- \_\_\_\_\_,T. 1998. *Tanah dan lingkungan.* Direktorat jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. hal 237.
- Nyakatawa E.Z., A.M. David, N. Kozma, and O.B. James. 2012. Carbon, nitrogen, and phosphorus dynamics in a loblollypine–goat silvopasture system in the Southeast USA. *Agoforest Syst.* 86:129–140 p.
- Oades J.M. 1989. An introduction to organic matter in soils. p. 89. *In* J.B.Dixon and S.B. Weed (ed.) *Minerals in soil environments.* 2nd ed. SSSA Book Ser. 1. SSSA, Madison, Work Introduction.
- Ogboghodo I.A., A.P. Oluwafemi and S.M. Ekeh. 2001. Effects of polluting soil with cassava mill effluent on the bacteria and fungi populations of a soil cultivated with maize. *Environmental Monitoring and Assessment* 116: 419–425. Springer DOI: 10.1007/s10661–006–7658–6.
- Ouedraogo E., A. Mando, and N.P. Zombrei. 2001. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. *Agic. Ecosyst. Environ.* 84:259–266. doi:10.1016/S0167–8809(00)00246–2.

- Parfitt R.L., D.J. Giltrap, and J.S. Whitton. 1995. Contribution of organic matter and clay minerals to the cation exchange capacity of soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26:1343–1355 p.
- Pattison T. and S. Lindsay. 2006. Banana root and soil health user's manual: FR02025 Soil and root health for sustainable banana production. The Department of Primary Industries and Fisheries (DPI and F) seeks to maximise the economic potential of Queensland's primary industries on a sustainable basis. 63 p.
- Plaza C., G. Gil, Juan, Polo, Alfredo, Senesi, Nicola, and G. Brunetti, 2005. Proton binding by humic and fulvic acids from pig slurry and amended soils. *Journal of Environmental Quality* 34 (3):1131 p.
- \_\_\_\_\_, N. J.C. Senesi, G. Garcia-Gil, V. Brunetti, D'Orazio, and A. Polo. 2002. Effects of pig slurry application on soils and soil humic acids. *J. Agric. Food Chem.* 50:4867–4874 p.
- \_\_\_\_\_. 2003. Soil fulvic acid properties as a means to assess the use of pig slurry amendment. *Journal Soil Tillage Res.* 74:179–190 p.
- Prasetyo B.H. dan D.A. Suriadikarta. 2006. Karakterisasi, potensi dan teknologi pengelolaan tanah Ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *Jurnal Lahan Pertanian.* hal 25:2.
- Purwito, Purwanto, H.F. Suranto, M. Sony, D. Zulkarnain, Arfian, Muntoha, Murwantolo, dan Sutrisno, 2008. Pemanenan. *Dalam* S.A. Yomo, S. Benny, Zulfahmi, W. Putut, Suharyono, dan W. Bambang, (Penyunting). *Pedoman praktis budidaya nanas di PT Geat Giant Pineapple Terbangi Besar Lampung Tengah.* hal 293–316.
- Rasse, D.P., J. Mulder, C. Moni, and C. Chenu. 2006. Carbon turnover kinetics with depth in a French loamy soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:2097–2105 p.
- Rumpel C. and I. Kögel-Knaber. 2011. Deep soil organic matter a key but poorly understood component of terrestrial C cycle. *Plant Soil* 38:143–158 p.
- Santoso S.H., B. Sinaga, B. Wianrso, E. Handayani, I. Karim, Purwanto, Suparno, dan Triyanto. 2008. Pembibitan dan penanaman. *Dalam* S.A. Yomo, S. Benny, Zulfahmi, W. Putut, Suharyono, dan W. Bambang, (Penyunting). *Pedoman praktis budidaya nanas di PT Geat Giant Pineapple Terbangi Besar Lampung Tengah.* hal 119–136.

- Schnitzer M. 1997. Pengikatan bahan humat oleh koloid mineral tanah. In *Interaksi Mineral Tanah dengan Bahan Organik Dan Mikrobia*. Eds P.M. Huang, and M. Schnitzer. Transl. Didiek Hadjar Goenadi. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 119–156 p.
- Schwertmann U. and R.M. Taylor. 1989. Iron oxides. In J.B. Dixon and S.B. Weed (Eds.). *Mineral in Soil Environments*. 2nd ed. Soil Sci. Soc. Am. Madison. Wisconsin USA. 379–438 p.
- Senesi N. and G. Brunetti, 1996. Chemical and physicochemical parameters for quality evaluation of humic substances produced during composting. In M. De Bertoldi, P. Sequi, B. Lemmes and T. Papi (Eds.), *The science of composting*. London: Blackie. 195–212 p.
- Simanungkalit R.D.M., D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik. 2006. Pupuk organik dan pupuk hayati. *Organic fertilizer and biofertilizer*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. hal 283.
- Singh J.S., Raghubanshi, A.S., Singh, R.S. and Srivastava, S.C. 1989. Microbial biomass acts as a source of plant nutrients in dry tropical forest and savanna. *Nature*. 338: 499–500 p.
- Smidt E., B. Katharin, and M. Schwanninger, 2011. The application of FT-IR spectroscopy in waste management, fourier transforms–new analytical approaches and FTIR strategies, Prof. G. Nikolic (Ed.), ISBN: 978–953–307–232–6, Intech, available from: <http://www.intechopen.com/books/Fouriertransforms–new–analytical–analytical–approaches–and–ftir–strategies/the–application–of–ft–irspectroscopy–in–astemanagement>.
- Smidt E., E. Kai-Uwe, L. Peter, S. Hans-Rolf, and L. Peter, 2005. Characterization of different decomposition stages of biowaste using FT-IR spectroscopy and pyrolysis–field ionization mass spectrometry. *Biodegradation Journal*. 16: 67–79 p.
- Smidt E. and K. Meissl, 2007. The applicability of fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy in waste management. *Waste Management Journal*. 27, 268–276 p.
- Smidt E. and M. Katharina, 2009. The applicability of modern analytical tools in waste management Fourier Transform Infrared (FT-IR) spectroscopy. Institute of Waste Management, Department Water, Atmosphere and Environment Muthgasse 107, 1190 Vienna BOKU – University of Natural Resources and Applied Life Sciences. 39–50:105 p.

- Smith J.L., Papendick, R.I., Bezdicek, D.F., and Lynch, J.M. 1993. Soil organic matter dynamics and crop residue management. *Soil Microbial Ecology* (Ed FB Jr). 65-94 p.
- Soepraptohardjo M. and Ismangun, 1980. Clasification of red soils in Indonesia by the soil research institute. Centre for Agiculture Publishing and Dosumentation. Wageningen. 15–22 p.
- Soil Survey Staff. 2010. Keys to soil taxonomy. USDA, natural research conservation service. Eleventh edition. Washington D.C. 346 p.
- Stevenson F.J. 1982. Extraction, fractionation, and general chemical composition of soil organik matter. In: F.J. Stevenson, (Ed.), *Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reactions*. John Wiley and Sons, New York. 26–54 p.
- \_\_\_\_\_. 1994. *Humus chemistry: Genesis, composition, reactions*. 2nd ed. John Wiley dan Sons, New York.
- Subagyo H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. 2004. Tanah–tanah pertanian di Indonesia. *Dalam* A. L.I. Adimihardja, F. Amien, Agus, D. Djaenudin (Ed.). *Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agoklimat. Bogor. hal 21–66.
- Sugeng H.S., B. Sinaga, B. Winarso, E. Handayani, I. Karim, Purwanto, Suparno, dan Triyanto, 2008. Pembibitan dan penanaman. *Dalam* S.A. Yomo, S. Benny, Zulfahmi, W. Putut, Suharyono, dan W. Bambang (Penyunting). *Pedoman praktis budidaya nanas di PT Geat Giant Pineapple Terbangi Besar Lampung Tengah*. hal 120–136.
- Sugito Y., Y. Nuraini dan E. Nihayati. 1995. Sistem pertanian organik. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. hal 84.
- Sujana E., D.S. Hadi, K.S Turhadi, N.H. Sugondo, dan B. Hariyanto, 2008. Forching dan ripening. *Dalam* S.A. Yomo, S. Benny, Zulfahmi, W. Putut, Suharyono, dan W. Bambang (Penyunting). *Pedoman praktis budidaya nanas di PT Geat Giant Pineapple Terbangi Besar Lampung Tengah*. hal 280–292.
- Tan K.H. 2000. *Enviroment soil science*. Marchell Decker. Inc.Inc. New York. 452 p.
- \_\_\_\_\_. 2003. *Extraction and fractionation of humic substances*. Marchell Decker. Inc. New York. 3:359 p.

- Teresa C., M.A., Victoria, X. Gomez, F. Gonzalez-Andres, and A. Moran, 2008. Characterization of different compost extracts using Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) and thermal analysis. *Biodegradation journal*. 19:815–830 p.
- Thomas T.U., T.G. Vagen, O. Spaargaren, and K.D. Shepherd. 2010. Prediction of soil fertility properties from a globally distributed soil mid-infrared spectral library. *Soil Science Society of America Journal*. 74:1792–1799 p.
- Zinati G.M., Y.C. Li, and H.H. Bryan, 2001. Utilization of compost increases organic carbon and its humin, humic and fulvic acid fractions in calcareous soil. *Compost Science dan Utilization. Proquest Agriculture Journals, Proquest Science Journals*. 9 (2): 156 p.<http://searchproquest.com/docview/2148868?accountid=47109>.