

A/17M4/1992/011 -Rie.

# PENGARUH PEMBERIAN LUMPUR SERAT (*Sludge*) LIMBAH PADAT INDUSTRI PULP DAN KERTAS YANG DIKOMPOSKAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN KIMIA ULTISOL KENTRONG, LEBAK SERTA PERTUMBUHAN JAGUNG (*Zea mays* L.)

Oleh  
**ROMASTA RUMAPEA**  
A 24 0829



**JURUSAN TANAH**  
**FAKULTAS PERTANIAN**  
**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**  
**1992**

## RINGKASAN

**ROMASTA RUMAPEA.** Pengaruh Pemberian Lumpur Serat (*Sludge*) Limbah Padat Industri Pulp dan Kertas yang Dikomposkan terhadap Sifat Fisik dan Kimia Ultisol Kentrong, Lebak serta Pertumbuhan Jagung (*Zea mays L.*) (Di bawah bimbingan **SUDARMO, TAGUS VADARI dan ISWANDI ANAS**).

Salah satu alternatif penanganan limbah industri pulp dan kertas adalah pemanfaatan limbah tersebut untuk tujuan pertanian. Lumpur serat (*sludge*) limbah padat industri pulp dan kertas mengandung bahan organik sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan kompos. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah pengaruh pemberian lumpur serat (*sludge*) limbah industri pulp dan kertas yang sudah dikomposkan terhadap beberapa sifat fisik dan kimia tanah Ultisol Kentrong serta pertumbuhan tanaman jagung.

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu: pengomposan *sludge* dan pemberian kompos *sludge* sebagai bahan organik tanah. *Sludge* dikomposkan dengan 3 taraf lama pengomposan, yaitu: 4 minggu, 6 minggu dan 8 minggu. Kompos *sludge* diberikan ke dalam tanah dengan 3 taraf pemberian, yaitu: 5 ton/ha, 10 ton/ha dan 20 ton/ha. Pemberian kompos *sludge* dilaksanakan dalam 2 seri, yaitu: pada pot yang tidak ditanami untuk analisis sifat fisik tanah dan pada pot yang ditanami untuk analisis sifat kimia.





Parameter tanaman yang diamati adalah tinggi tanaman pada umur 2 MST (Minggu Setelah Tanam), 4 MST, 6 MST dan 8 MST serta bobot kering tanaman bagian atas pada panen umur 8 MST. Parameter tanah yang dianalisis adalah: (1) sifat fisik tanah, yaitu: bobot isi, porositas dan distribusi ukuran pori serta air tersedia, (2) sifat kimia tanah, yaitu: pH H<sub>2</sub>O, nisbah C/N, P tersedia, KTK dan basa-basa dapat ditukar.

Pemberian kompos *sludge* mampu mengurangi kepadatan tanah, mempengaruhi distribusi ukuran pori, meningkatkan air tersedia, pH, nisbah C/N, P tersedia, KTK dan basa-basa dapat ditukar. Perlakuan umur pengomposan sangat nyata meningkatkan ruang pori total, ruang pori makro, air tersedia, p tersedia, KTK, basa-basa tanah, dan menurunkan bobot isi, pH dan nisbah C/N. Pengaruhnya tidak nyata terhadap bobot kering tanaman bagian atas. Perlakuan dosis kompos *sludge* berpengaruh sangat nyata meningkatkan ruang pori total, ruang pori makro, air tersedia, pH, nisbah C/N, P tersedia, KTK, basa-basa tanah, tinggi tanaman dan bobot kering tanaman bagian atas, dan menurunkan ruang pori mikro. Pemberian kompos umur 8 minggu dengan dosis 20 ton/ha menunjukkan hasil paling tinggi terhadap pertumbuhan tanaman jagung, sedang pemberian kompos *sludge* umur 4 minggu dengan dosis 5 ton/ha menunjukkan hasil paling rendah. Perlakuan kompos *sludge* umur 4 minggu tidak berbeda nyata dengan kontrol, sedang kompos *sludge* umur 6 dan 8 minggu berbeda nyata dengan kontrol.

**PENGARUH PEMBERIAN LUMPUR SERAT (*SLUDGE*)  
LIMBAH PADAT INDUSTRI PULP DAN KERTAS YANG DIKOMPOSKAN  
TERHADAP SIFAT FISIK DAN KIMIA ULTISOL KENTRONG, LEBAK  
SERTA PERTUMBUHAN JAGUNG (*Zea mays L.*)**

**ROMASTA RUMAPEA  
A 24 0829**

**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar**

**SARJANA PERTANIAN**

**pada**

**Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor**

**JURUSAN TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**1992**

Judul Skripsi : PENGARUH PEMBERIAN LUMPUR SERAT (SLUDGE)  
LIMBAH PADAT INDUSTRI PULP DAN KERTAS  
YANG DIKOMPOSKAN TERHADAP SIFAT FISIK  
DAN KIMIA ULTISOL KENTRONG, LEBAK SERTA  
PERTUMBUHAN JAGUNG (*Zea mays L.*)

Nama Mahasiswa : ROMASTA RUMAPEA

Nomor Pokok : A 24 0829

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Ir SUDARMO)

NIP 131 284 622



(Ir TAGUS VADARI)

NIP 080 098 552

Dosen Pembimbing III

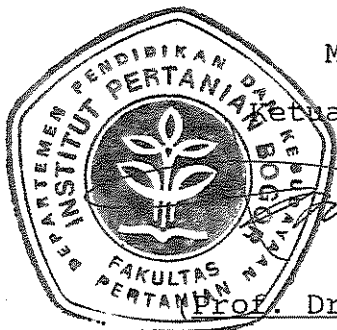


(Dr Ir ISWANDI ANAS, MSc.)

NIP 130 607 613

Mengetahui:

Ketua Jurusan Tanah



(Prof. Dr Ir OETIT KOSWARA)

NIP 130 429 228

Tanggal lulus : 25 Agustus 1992

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Balige, Sumatera Utara pada tanggal 21 Maret 1968 sebagai anak keduabelas dari duabelas bersaudara keluarga G. Rumapea (alm.) dan T. Lumban Raja.

Pada tahun 1981, penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar dari SD Katolik Balige. Dalam tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMP Katolik Budi Dharma Balige dan selesai pada tahun 1984. Penulis melanjutkan pendidikan SMA di SMA Katolik Bintang Timur Balige dan selesai pada tahun 1987.

Penulis menjadi mahasiswa Tingkat Persiapan Bersama di IPB Bogor pada tahun 1987. Pada tahun 1988, diterima sebagai mahasiswa Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian.



## KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, penulis bersyukur kepada Tuhan, karena kasihNya tulisan ini dapat selesai.

Dengan segala ketulusan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Ir Sudarmo, Bapak Ir Tagus Vadari dan Bapak Dr Ir Iswandi Anas, MSc. sebagai dosen pembimbing, yang telah memberi banyak bimbingan dan saran kepada penulis hingga tulisan ini selesai.
2. Kepala Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor, yang memberi izin penelitian kepada penulis di Puslittanak Bogor.
3. Ketua Kelti dan Staff Konservasi Tanah dan Air serta Kepala Laboratorium Fisika, Puslittanak Bogor, yang memberi saran kepada penulis selama pelaksanaan penelitian.
4. Pemimpin Bagian Proyek Penelitian Tanah dan Agroklimat, Puslittanak Bogor, yang memberi bantuan dana untuk penelitian yang dilaksanakan penulis.
5. Direktur dan Staff Litbang PT Kertas Leces, Probolinggo, yang memberi bantuan penyediaan bahan dan informasi untuk penelitian yang dilaksanakan penulis.

6. Meli, Bang Binsar, Dinar dan teman-teman di TS 1 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih atas semua bantuan dan dukungannya.

Semoga tulisan ini dapat memberikan arti bagi pihak yang membutuhkannya.

Bogor, Agustus 1992

Penulis

Hak Cipta: Ditangguhkan  
1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin tanpa mencantumkan dan memperbolehkan sumber.  
2. Diperbolehkan hanya untuk keperluan pribadi, pendidikan, penelitian, persediaan karya ilmiah, persediaan laporan, jurnalistik, kritik atau rujukan atau masalah.  
3. Diperbolehkan tidak menyalin laporan penelitian yang terdapat IPB University.  
4. Dilarang menggunakan dan menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



# DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL .....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	vi
PENDAHULUAN .....	1
TINJAUAN PUSTAKA .....	4
Sifat Umum Ultisol .....	4
Limbah Industri Pulp dan Kertas PT Kertas Le- ces .....	4
Pengaruh Limbah Organik Industri Pulp dan Ker- tas terhadap Sifat-sifat Tanah dan Pertumbuhan Tanaman .....	7
Bahan Organik dan Peranannya terhadap Tanah dan Tanaman .....	8
Pengomposan .....	10
Sifat-sifat Fisik Tanah .....	11
Sifat-sifat Kimia Tanah .....	14
BAHAN DAN METODE .....	18
Tempat dan Waktu Penelitian .....	18
Bahan dan Alat .....	18
Pelaksanaan Penelitian .....	18
Rancangan Percobaan .....	22
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	23
Analisis Pendahuluan .....	23
Sifat Fisik Tanah .....	23
Sifat Kimia Tanah .....	35
Pertumbuhan Tanaman .....	46
KESIMPULAN DAN SARAN .....	50
Kesimpulan .....	50
Saran .....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	52
LAMPIRAN .....	54

## DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1	Metode Analisis Tanah untuk Penetapan Beberapa Sifat Fisik dan Kimia Tanah ....	21
2	Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> serta Interaksinya terhadap Bobot Isi ....	24
3	Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> serta Interaksinya terhadap Ruang Pori Total .....	27
4	Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> serta Interaksinya terhadap Ruang Pori Makro dan Ruang Pori Mikro .....	30
5	Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> serta Interaksinya terhadap Air tersedia .	33
6	Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> serta Interaksinya terhadap pH Tanah ....	35
7	Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> ta Interaksinya terhadap Nisbah C/N .....	38
8	Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> serta Interaksinya terhadap P tersedia ..	40
9	Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> serta Interaksinya terhadap KTK Tanah ...	42
10	Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> serta Interaksinya terhadap Basa-basa Dapat Ditukar .....	45
11	Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> serta Interaksinya terhadap Tinggi Tanaman .....	47
12	Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> serta Interaksinya terhadap Bobot Kering Tanaman Bagian Atas .....	48



a Mark cipta milik IPB University

IPB University

Penerbitan: 1999, University

## Lampiran

1	Analisis Pendahuluan Ultisol Kentrong (Puslittanak, Bogor) .....	59
2	Hasil Analisis <i>Sludge</i> dan Kompos <i>Sludge</i>	59
3	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Bobot Isi Tanah ..	60
4	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Ruang Pori Total ..	60
5	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Ruang Pori Makro ..	60
6	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Ruang Pori Mikro ..	61
7	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Air tersedia .....	61
8	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap pH H <sub>2</sub> O .....	61
9	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Nisbah C/N .....	62
10	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap P tersedia .....	62
11	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap KTK .....	62
12	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Ca-dd .....	63
13	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Mg-dd .....	63
14	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap K-dd .....	63
15	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Na-dd .....	64
16	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Bobot Kering Tanaman Bagian Atas .....	64



17	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Tinggi Tanaman 2 MST .....	64
18	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Tinggi Tanaman 4 MST .....	65
19	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Tinggi Tanaman 6 MST .....	65
20	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Tinggi Tanaman 8 MST .....	65
21	Uji T terhadap Bobot Isi Akibat Perlakuan dan Kontrol .....	66
22	Uji T terhadap Ruang Pori Total akibat Perlakuan dan Kontrol .....	66
23	Uji T terhadap Ruang Pori Makro akibat Perlakuan dan Kontrol .....	67
24	Uji T terhadap Ruang Pori Mikro akibat Perlakuan dan Kontrol .....	67
25	Uji T terhadap Air tersedia akibat Perla- kuan dan Kontrol .....	68
26	Uji T terhadap pH H <sub>2</sub> O akibat Perlakuan dan Kontrol .....	68
27	Uji T terhadap Nisbah C/N akibat Perlakuan dan Kontrol .....	69
28	Uji T terhadap P tersedia akibat Perlakuan dan Kontrol .....	69
29	Uji T terhadap KTK Tanah akibat Perlakuan dan Kontrol .....	70
30	Uji T terhadap Ca-dd akibat Perlakuan dan Kontrol .....	70
31	Uji T terhadap Mg-dd akibat Perlakuan dan Kontrol .....	71
32	Uji T terhadap K-dd akibat Perlakuan dan Kontrol .....	71



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1	Diagram Pengolahan Limbah Padat ( <i>Effluent Treatment</i> ) pada Industri Pulp dan Kertas PT Kertas Leces, Probolinggo .....	6
2	Hubungan antara Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Bobot Isi .....	26
3	Hubungan antara Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Ruang Pori Total Tanah ..	29
4	Hubungan antara Ruang Pori Makro dan Ruang Pori Mikro akibat Perlakuan Dosis ...	31
5	Hubungan antara Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap pH Tanah .....	36
6	Hubungan antara Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap P tersedia .....	41
7	Hubungan antara Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap KTK Tanah .....	43
8	Hubungan antara Umur dan Dosis Kompos <i>Sludge</i> terhadap Bobot kering Tanaman Bagian Atas .....	49
 <u>Lampiran</u> 		
1	Pengaruh Umur (I) Kompos <i>Sludge</i> pada Dosis 5 ton/ha terhadap Tinggi Tanaman 5 MST ..	55
2	Pengaruh Umur (I) Kompos <i>Sludge</i> pada Dosis 10 ton/ha terhadap Tinggi Tanaman 5 MST ..	55
3	Pengaruh Umur (I) Kompos <i>Sludge</i> pada Dosis 20 ton/ha terhadap Tinggi Tanaman 5 MST ..	56
4	Pengaruh Dosis (D) Kompos <i>Sludge</i> pada Umur 4 Minggu terhadap Tinggi Tanaman 5 MST ..	56
5	Pengaruh Dosis (D) Kompos <i>Sludge</i> pada Umur 6 Minggu terhadap Tinggi Tanaman 5 MST ..	57
6	Pengaruh Dosis (D) Kompos <i>Sludge</i> pada Umur 8 Minggu terhadap Tinggi Tanaman 5 MST ..	57
7	Kompos <i>Sludge</i> pada Berbagai Umur .....	58





## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Di negara-negara berkembang seperti Indonesia, pembangunan di bidang industri banyak membantu tuntutan kebutuhan masyarakat. Dari tahun ke tahun perkembangan industri semakin pesat dengan adanya perluasan atau pembukaan industri baru. Namun demikian, penanganan limbah industri sering merupakan bagian yang kurang diperhatikan. Kemajuan industri lebih difokuskan kepada peningkatan skala produksi sehingga tidak dapat mengimbangi masalah pencemaran lingkungan. Untuk mengantisipasi pencemaran yang diakibatkan oleh limbah industri, perlu penanganan yang tepat terhadap buangan limbah.

Limbah industri merupakan hasil sampingan yang tidak dapat dihindari dari suatu proses produksi. Berbagai cara telah dilakukan dalam pembuangan limbah. Pembuangan limbah dengan cara mengisi cekungan tanah atau dengan cara menimbun di atas tanah telah lama dikenal. Tetapi cara seperti di atas tidak sepenuhnya efisien terutama untuk industri yang mengeluarkan limbah dalam jumlah besar. Tanah mempunyai keterbatasan untuk menampung limbah. Pada volume tertentu, limbah dapat mengakibatkan tanah menjadi tercemar.

Salah satu alternatif penanganan limbah yang dapat mengurangi peluang terjadinya pencemaran adalah pemanfaatan limbah tersebut. Limbah dari beberapa industri yang



menggunakan bahan baku tumbuhan, dapat dimanfaatkan untuk tujuan pertanian. Keuntungan penanganan limbah dengan cara ini, disamping akan menopang fungsi lingkungan hidup, dapat memberi nilai ekonomis.

Industri pulp dan kertas merupakan salah satu industri yang menggunakan bahan baku tumbuhan. Dengan demikian limbah yang dikeluarkan dari industri ini, baik limbah cair atau limbah padat, kaya akan bahan organik. Limbah cair umumnya dapat ditangani dengan pengolahan air limbah. Disamping mengurangi resiko pencemaran lingkungan akibat pengembalian air limbah ke alam, bahan-bahan pereaksi dalam limbah cair dapat digunakan kembali dalam proses produksi. Limbah padat sebagai buangan akhir, biasanya tidak digunakan lagi dalam proses sehingga dibuang ke dalam tanah.

Hasil penelitian Soetopo, Purwati dan Syafei (1986) menunjukkan bahwa adanya perubahan komposisi karbon dan nitrogen dari lumpur serat limbah industri pulp dan kertas memungkinkan bahan ini untuk dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman. Berdasarkan hal tersebut di atas, limbah padat dari industri pulp dan kertas berupa lumpur serat perlu dipertimbangkan sebagai sumber daya bahan kompos. Pengomposan limbah organik tersebut tidak hanya mengurangi volume limbah yang dapat menimbulkan pencemaran, tetapi juga menghasilkan pupuk organik bagi tanah. Dengan demikian, biaya pemakaian pupuk buatan dapat ditekan.

Allan, Kaufman dan Underwood (1972) mengatakan bahwa pengembalian limbah industri pulp ke alam tidak menimbulkan kerusakan selama berasal dari konversi tumbuhan. Pengembalian lumpur serat limbah padat industri pulp dan kertas yang sudah dikomposkan, merupakan sumbangan bahan organik bagi tanah, yang dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

### Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menelaah pengaruh pemberian lumpur serat (*sludge*) limbah industri pulp dan kertas yang sudah dikomposkan terhadap beberapa sifat fisik dan kimia tanah Ultisol Kentrong serta pertumbuhan tanaman jagung.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Sifat Umum Ultisol

Ultisol yang disebut dalam Soil Taxonomy atau Podsolik Merah Kuning, Podsolik Coklat Kekelabuan dan Latosol dalam klasifikasi menurut Dudal dan SuprptoHardjo (1957), merupakan tanah yang berkembang dari bahan induk tua. Ciri tanah ini adalah adanya horizon argilik dan mempunyai kejenuhan basa lebih kecil dari 35 % (Hardjowigeno 1982).

Di Indonesia, tanah ini tersebar di daerah Sumatra, Kalimantan, Sulawesi dan Irian Jaya. Tanah ini merupakan bagian terluas dari lahan kering yang direncanakan sebagai perluasan areal pertanian (Hardjowigeno, 1985).

Sifat kemasaman dan kadar aluminium yang tinggi serta kandungan unsur hara yang rendah merupakan masalah penda-yagunaan tanah ini. Menurut Sudjadi (1984), kekahatan unsur hara dan kandungan bahan organik yang rendah menjadi kendala kesuburan untuk pertanian tanaman pangan.

Ditinjau dari sudut fisika, dapat dinyatakan tanah ini tidak begitu mantap, oleh karenanya peka terhadap erosi. Sedang dari segi kimia, tanah ini merupakan tanah miskin dan bereaksi masam (Soepardi, 1983).

### Limbah Industri Pulp dan Kertas PT Kertas Leces

PT Kertas Leces adalah industri yang menghasilkan sendiri pulp untuk pembuatan kertas. Bahan baku yang digunakan terutama kayu (pinus, sengon) dan *bagasse* (ampas tebu).

Pada prinsipnya pembuatan pulp dan kertas terdiri dari beberapa proses : (1) persiapan bahan baku yaitu pencucian bahan, (2) pembuatan pulp yaitu proses pemasakan bahan baku, pencucian, penyaringan (*screening*), pemutihan (*bleaching*) dan (3) pembuatan kertas. Pada akhir dari semua proses, dikeluarkan limbah berupa limbah cair dan limbah padat.

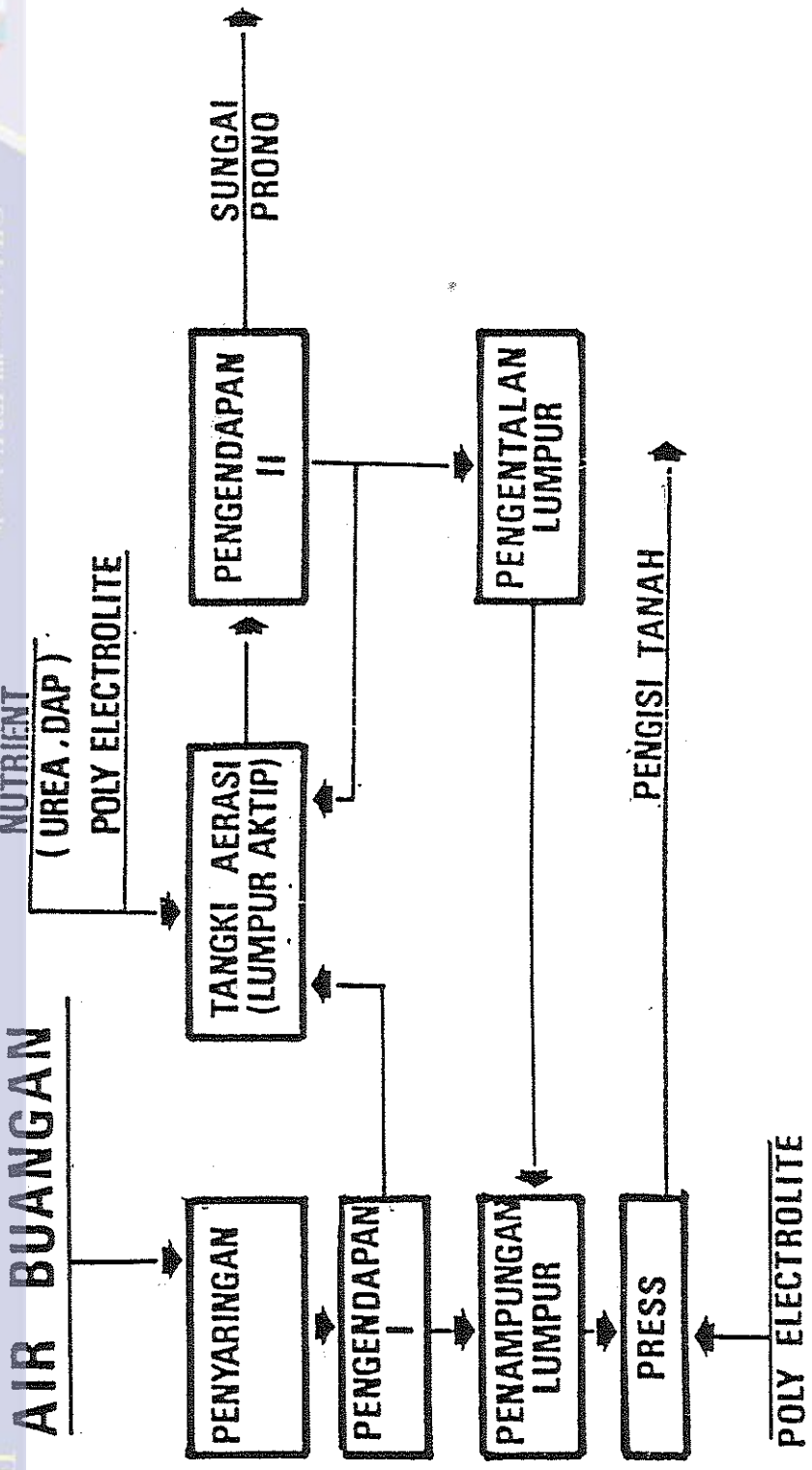
### Limbah Cair

Limbah cair berasal dari setiap proses yang menggunakan air sebagai media proses. Pada industri pulp dan kertas ini, penggunaan air cukup besar yaitu 150 - 180 m<sup>3</sup>/ton kertas yang dihasilkan, sehingga diperlukan penanganan khusus terhadap air buangan limbah ini. Melalui pengolahan air limbah, air buangan memungkinkan dipergunakan lagi untuk keperluan irigasi.

Limbah cair yang masih mengandung bahan-bahan kimia pereaksi, diolah pada unit *Chemical Recovery* untuk mendapatkan bahan-bahan tersebut sehingga dapat digunakan kembali dalam proses. Limbah cair yang tidak mengandung bahan-bahan yang bisa dimanfaatkan kembali secara ekonomis dalam proses, ditangani dalam unit *Effluent Treatment*.

### Limbah Padat

Limbah padat industri ini berasal dari beberapa sumber. Limbah padat gabus (*pith*) berasal dari pengolahan bahan baku, lumpur kapur (*lime mud*) adalah hasil dari unit *Chemical Recovery* dan lumpur serat (*sludge*) berasal dari pengolahan limbah cair dalam unit *Effluent Treatment*.



Gambar 1. Diagram Pengolahan Limbah Padat (Effluent Treatment) pada Industri Pulp dan Kertas PT Kertas Lece, Probolinggo

Melalui *Effluent Treatment*, limbah padat berupa lumpur serat dipisahkan dari air buangan. Limbah padat yang terbentuk terdiri dari *sludge* dan *biosludge*. *Sludge* merupakan hasil pengendapan pada unit Pengendapan I sedangkan *biosludge* diperoleh sebagai hasil pengendapan limbah pada unit Pengendapan II.

Pada unit Penyaringan, air buangan dibersihkan dari kotoran-kotoran padat berupa potongan-potongan kayu dan kertas. Serat-serat halus akan diendapkan pada unit Pengendapan I. Bahan yang belum terendapkan pada unit ini diperlakukan secara biokimia pada unit Aerasi dengan penambahan bahan-bahan nutrient sehingga partikel-partikel akan mengendap pada unit Pengendapan II. Endapan lumpur dari unit Pengendapan I dan unit Pengendapan II ditampung pada unit Penampungan lumpur dan dipress untuk memudahkan pembuangan (Anonymous, 1991).

#### Pengaruh Limbah Organik Industri Pulp dan Kertas terhadap Sifat-sifat Tanah dan Pertumbuhan Tanaman

Penelitian terhadap limbah cair dari proses pemasakan (*black liquor*) industri kertas Padalarang, dilakukan oleh Purwakusuma (1985). Pemberian *black liquor* yang mengandung bahan organik relatif tinggi ke dalam tanah dapat meningkatkan kalium dan natrium dapat dipertukarkan. Bratasida (1981) mengatakan bahwa air buangan pabrik pulp dan kertas dengan proses *kraft* yang sudah diolah dengan cara sedimentasi berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan generatif padi.



Pemberian limbah padat industri pulp dan kertas PT Kertas Leces Probolinggo berupa lumpur kapur ke dalam Tropudult Jasinga dengan dosis 12.29 ton/ha sampai 24.58 ton/ha mampu meningkatkan pH tanah, Ca-dd dan Na-dd serta menurunkan Al-dd (Hadhy, 1991).

Penelitian Prihartono (1990) menunjukkan bahwa lumpur aktif berserat dari industri yang sama dapat memperbaiki beberapa sifat kimia Podsolik Merah Kuning Gajruk serta mendorong pertumbuhan jagung. Pemberian lumpur aktif dengan dosis 60.90 ton/ha dan 120 ton/ha menunjukkan pengaruh baik terhadap peningkatan pH, basa-basa tanah, kandungan C organik, N total dan menurunkan kejenuhan aluminium.

Lumpur buangan dari industri pulp dan kertas PT Kertas Leces memberi pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan tanaman bayam, kangkung, kacang panjang dan tanaman lain (Anonymous, 1991).

#### Bahan Organik dan Peranannya terhadap Tanah dan Tanaman

Bahan organik tanah merupakan suatu sistem kompleks dinamis yang berasal dari sisa tanaman dan binatang yang mengalami perubahan secara terus menerus. Perubahan tersebut diakibatkan oleh kegiatan biologi tanah dan faktor kimia fisik tanah (Kononova, 1961).

Tindakan daur ulang bahan organik ke dalam tanah akan memberikan keuntungan karena secara keseluruhan dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Mohr dan



Van Baren, 1960). Pendapat ini ditambahkan oleh Stevenson (1982) yang mengatakan bahwa bahan organik menunjang pertumbuhan tanaman melalui pengaruhnya terhadap keadaan sifat tanah yang lebih baik.

Bahan organik memperbaiki sifat fisik tanah melalui fungsinya sebagai granulator yang merangsang granulasi partikel-partikel tanah dan pembentukan struktur tanah yang mantap. Perbaikan struktur tanah selanjutnya menimbulkan kondisi aerasi dan distribusi ukuran pori yang lebih baik sehingga kapasitas menahan air juga meningkat (Hardjowigeno, 1985., Stevenson, 1982).

Sebagai fungsi kimia, bahan organik mempengaruhi suplai dan ketersediaan hara melalui ekstraksi unsur-unsur dari mineral oleh asam-asam humus, mengikat nitrogen, fosfor dan belerang dalam bentuk organik dan memudahkan pertukaran kation (Soepardi, 1983). Selanjutnya dikatakan bahwa setengah KTK tanah berasal dari bahan organik. Tisdale, Nelson dan Beaton (1985) mengatakan bahwa asam organik dari bahan organik dapat mengkelat besi dan aluminium sehingga fiksasi fosfor oleh unsur tersebut berkurang.

Peranan bahan organik terhadap biologi tanah dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Bahan organik berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroorganisme tanah (Hardjowigeno, 1985).

## Pengomposan

Kompos adalah sisa-sisa hewan dan tumbuhan yang telah menjadi bahan organik melalui proses pelapukan. Pengomposan merupakan proses pelapukan yang merubah sumber-sumber bahan organik menjadi pupuk organik atau kompos (Murbandono, 1991).

Gaur (1980) mendefenisikan pengomposan sebagai suatu proses mikrobiologi yang merubah bahan organik menjadi bahan yang stabil dengan C/N yang lebih rendah sehingga unsur hara menjadi tersedia.

Cara paling baik mengembalikan limbah organik ke dalam tanah adalah melalui pengomposan. Menurut Datzell, Biddlestone, Gray dan Thurairajan (1987), tidak semua bahan organik dapat mencapai kesetimbangan secara langsung dengan tanah. Penanganan limbah organik masih lebih baik jika pada proses awal dilakukan pengomposan walaupun dalam waktu relatif singkat. Beberapa keuntungan yang diperoleh melalui pengomposan antara lain: volume limbah organik berkurang, mutu bahan organik lebih baik, penggunaan lebih praktis, keseimbangan dengan tanah lebih cepat dicapai, masalah kesehatan akibat pencemaran dapat ditekan dan peluang perkembangbiakan patogen yang terbawa oleh limbah dapat dikurangi.

Beberapa faktor penting yang mempengaruhi pengomposan bahan organik adalah: nisbah C/N, ukuran bahan, kelembaban dan aerasi, temperatur, pH, dan inokulum. Pada kondisi

yang sama, tingkat dekomposisi bahan organik ditentukan oleh waktu pengomposan (Gaur, 1980).

Kualitas kompos berhubungan dengan tingkat kematangan yang dicapai. Kematangan dapat ditentukan dari sifat fisik dan kimia kompos. Kompos yang sudah matang ditentukan oleh beberapa ciri: suhu kompos konstan, volume bahan menurun hampir setengah volume asal dan warna berubah menjadi coklat kehitaman. Kematangan kompos juga ditetapkan berdasarkan C/N. Umumnya C/N akan menurun menjadi 10 - 20, tergantung bahan yang dikomposkan (Soepardi, 1983).

Lamanya pengomposan bahan organik tergantung dari faktor-faktor pengomposan dan tingkat kematangan kompos yang diinginkan. Pada umumnya di daerah-daerah tropik, untuk menghasilkan kompos matang, dibutuhkan waktu 2 sampai 6 bulan (Datzell et al., 1987).

### Sifat-sifat Fisik Tanah

#### **Bobot Isi**

Bobot isi tanah adalah bobot suatu unit volume tanah dalam keadaan utuh, dinyatakan dalam  $\text{gr/cm}^3$  satuan volume, yang berisi bahan padat dengan volume ruangan diantaranya (Buckman dan Brady, 1969).

Makin padat suatu tanah, makin tinggi bobot isi, yang berarti makin sulit meneruskan air atau ditembus akar tanaman. Sebaliknya makin rendah bobot isi, makin mudah

bagi akar tanaman untuk berkembang (Hardjowigeno, 1985). Menurut Donahue (1964), bobot isi dapat dipergunakan menduga kepadatan tanah karena bobot isi berbanding terbalik dengan jumlah pori.

Bobot isi tanah ditentukan oleh jumlah pori dan padatan tanah, struktur tanah, kadar air dan bahan organik dalam tanah. Selain itu, tekstur secara tidak langsung mempengaruhi bobot isi karena tekstur menentukan tingkat agregasi tanah (Hillel, 1980).

Penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat menurunkan bobot isi karena merangsang granulasi sehingga menimbulkan kondisi lepas dan sarang. Tanah-tanah berpasir yang rendah kadar bahan organiknya, biasanya mempunyai bobot isi tinggi karena partikel-partikelnya saling berdekatan (Buckman dan Brady, 1969).

#### **Porositas dan Distribusi Ukuran Pori**

Ruang pori tanah merupakan bagian dari tanah yang ditempati udara dan air. Ruang pori dibedakan menjadi ruang pori makro dan ruang pori mikro. Ruang pori makro memperlancar gerakan udara dan air dalam tanah sehingga disebut ruang pori drainase. Ruang pori mikro menghambat pergerakan udara dan air dibatasi pada gerakan kapiler saja sehingga disebut juga ruang pori kapiler (Buckman dan Brady, 1969).

Porositas total tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, struktur dan tekstur tanah. Porositas tanah meningkat dengan meningkatnya kandungan bahan organik dalam tanah. Tanah dengan struktur granular atau remah mempunyai porositas lebih tinggi dari tanah dengan struktur masip (Hardjowigeno, 1985).

Faktor penting penentu pergerakan air dalam tanah adalah ukuran dan distribusi pori. Terbentuknya granulasi pada tanah bertekstur halus dapat memperlancar aerasi bukan karena jumlah ruang pori bertambah tetapi karena perbandingan ruang pori makro terhadap ruang pori mikro bertambah (Soepardi, 1983). Menurut Baver (1961), keseimbangan antara drainase dan aerasi dengan kapasitas menahan air akan dicapai bila terdapat perbandingan yang seimbang antara ruang pori non kapiler dengan ruang pori kapiler.

Penambahan bahan organik ke dalam tanah memberikan bahan yang diperlukan untuk pembentukan dan pemantapan agregat tanah. Secara tidak langsung bahan organik meningkatkan porositas tanah melalui agregasi tanah dan melindungi agregat dari pengrusakan oleh air (Baver, Gardner dan Gardner, 1972).

#### **Air tersedia**

Air tersedia adalah air yang terdapat antara kapasitas lapang dan koefisien layu (titik layu permanen). Kapasitas lapang merupakan batas maksimum air tersedia bagi



tanaman, setara dengan jumlah air yang dapat ditahan pada tegangan  $1/2$  atmosfer ( $pF 2.54$ ). Titik layu permanen merupakan kandungan air tanah dimana tanaman tidak mampu menyerap air yang cukup untuk mempertahankan turgor sehingga mengalami layu permanen, sering ditentukan pada tegangan 15 bar (Baver *et al.*, 1972).

Beberapa faktor yang mempengaruhi air tersedia dalam tanah adalah: tekstur, struktur dan kadar bahan organik. Semakin halus tekstur tanah maka akan meningkat kemampuan tanah untuk menyimpan air, yang mempengaruhi jumlah air yang dapat disediakan tanah bagi tanaman.

Pengaruh bahan organik terhadap air tersedia secara tidak langsung adalah melalui perbaikan struktur tanah yang selanjutnya mempengaruhi porositas dan distribusi ukuran pori (Buckman dan Brady, 1972).

### Sifat-sifat Kimia Tanah

#### Reaksi Tanah

Suatu larutan tanah merupakan pencerminan dari aktivitas ion  $H^+$  dan  $OH^-$  (Buckman dan Brady, 1972). Menurut Tisdale *et al.* (1985), sumber kemasaman tanah adalah humus atau bahan organik, liat aluminosilikat, hidroksi besi dan aluminium serta garam terlarut dari karbon dioksida.

Kealkalian tanah terjadi bila dijumpai kejenuhan basa yang tinggi. Bila ion  $H^+$  dan  $Al^{3+}$  terjerap dari tanah masam digantikan oleh Ca, Mg, K, maka kepekatan ion

hidrogen dalam tanah akan berkurang, akibatnya jumlah ion hidroksil naik. Dalam hal ini kation-kation basa seolah-olah menjadi sumber  $\text{OH}^-$  dengan menggantikan  $\text{H}^+$  yang dijerap (Soepardi, 1983).

Menurut Baver (1961), ada dua faktor yang dapat menyebabkan pH tanah dapat berubah, yaitu yang menghasilkan tambahan hidrogen yang terjerap dan yang menaikkan jumlah basa terjerap. Proses pelapukan bahan organik menghasilkan asam organik sebagai sumber hidrogen yang dapat menggantikan basa-basa. Proses yang membantu mempertahankan atau memperbanyak basa-basa dapat ditukar akan meningkatkan kealkalian. Oleh karena itu pH larutan tanah sangat tergantung dari jumlah ion  $\text{H}^+$  dan kation lain yang terjerap.

#### Nisbah C/N

Nisbah karbon terhadap nitrogen (C/N) digunakan untuk mengetahui tingkat pelapukan bahan organik. Selama pelapukan berlangsung, C/N yang tinggi akan terus menurun sampai proses humifikasi selesai (Buckman dan Brady, 1969).

Nisbah C/N mempunyai arti penting bagi tanah diantaranya, (1) saingan yang terjadi bila bahan organik mempunyai C/N yang tinggi dimasukkan ke dalam tanah, (2) untuk mempertahankan jumlah karbon dalam tanah, sedikit banyak tergantung dari banyaknya nitrogen tanah (Soepardi, 1983).



Semakin lebar nisbah C/N, masa depresi nitrat di dalam tubuh mikroorganisme akan semakin lama sehingga penyediaan nitrogen dalam tanah bagi tumbuhan semakin kecil. Semakin banyak nitrat terdapat dalam bahan organik, semakin banyak kemungkinan jumlah bahan organik dalam tanah dapat ditingkatkan.

Nisbah C/N dalam tanah dipengaruhi oleh iklim, tekstur tanah, drainase dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi penimbunan bahan organik dan nitrogen dalam tanah. Setiap kondisi yang mendorong dekomposisi bahan organik akan menurunkan nisbah C/N (Russel, 1973).

#### **Fosfor tersedia**

Secara umum masalah fosfor dalam tanah adalah : jumlahnya yang sedikit di dalam tanah, ketidakterersediaan fosfor yang sudah ada dan adanya fiksasi fosfor yang menyolok (Soepardi, 1983).

Buckman dan Brady (1969) mengatakan bahwa ketersediaan fosfor dalam tanah dipengaruhi oleh faktor: pH tanah, kelarutan Fe, Al dan Mn, Ca tersedia, kegiatan mikroorganisme dan jumlah serta dekomposisi bahan organik.

Menurut Kononova (1966), pelapukan bahan organik oleh jasad mikro akan menghasilkan asam humat dan asam fulfat serta asam organik lain yang dapat mengikat Fe dan Al yang terlarut sehingga mencegah bereaksinya kompleks P dengan unsur tersebut, dengan kata lain menurunkan fiksasi P.

## Kapasitas Tukar Kation dan Basa-basa Dapat Ditukar

Kemampuan dari koloid tanah untuk menahan dan menukar kation-kation disebut sebagai kapasitas tukar kation (Tisdale *et al.*, 1985). Hal ini disebabkan karena koloid bermuatan negatif mempunyai kemampuan untuk menukar kation-kation bermuatan positif.

Setengah KTK tanah berasal dari bahan organik. Di dalam tanah, KTK sangat beragam karena jumlah humus dan liat dalam tanah berbeda-beda. Bahan organik yang dibentuk dalam keadaan berbeda akan mempunyai daya jerap yang berbeda juga.

Sebagian besar dari kation-kation yang menempati tapak jerapan merupakan basa-basa yang dapat dipertukarkan (Ca, Mg, K, Na). Ketersediaan basa-basa tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: kejenuhan kation basa tersebut, pengaruh kation-kation lain dan tipe koloid jerapan.

Bahan organik dapat mempengaruhi pertukaran kation-kation. Penimbunan bahan organik dan dengan adanya proses-proses di dalam tanah membentuk asam-asam karbonat dan asam-asam lain. Ion  $H^+$  yang dihasilkan mempengaruhi jerapan melalui pelarutan ion aluminium atau terjerapnya secara langsung ion  $H^+$  tersebut sehingga terjadi pertukaran dengan kation-kation lain, yaitu : Ca, Mg, K dan Na (Soepardi, 1983).

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (Puslittanak) Sindang Barang, Bogor dan laboratorium Pulittanak Bogor. Penelitian berlangsung mulai September 1991 sampai Februari 1992.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah lumpur serat (*sludge*) limbah padat industri pulp dan kertas PT Kertas Leces, Probolinggo. Sebagai media tanam digunakan tanah Ultisol Kentrong, Lebak. Tanaman indikator adalah jagung (*Zea mays L.*) varietas Arjuna. Bahan lain adalah pupuk dasar (Urea, KCl dan TSP), pupuk kandang (kotoran sapi), obat-obatan (Furadan 3G, Dithane), air bebas ion dan senyawa-senyawa kimia yang digunakan untuk analisis *sludge*, kompos dan sifat fisik kimia tanah di laboratorium.

Alat-alat yang dipakai meliputi: ember plastik, pipa pralon, plastik hitam, saringan, timbangan, mistar, alat pencatat dan peralatan untuk analisis *sludge*, kompos dan sifat fisik kimia tanah di laboratorium.

### Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dibagi dalam dua tahap. Tahap pertama adalah tahap pengomposan *sludge*. Tahap selanjutnya pemberian kompos *sludge* sebagai bahan organik tanah.

## Pengomposan *Sludge*

Sebelum pengomposan dilaksanakan, *sludge* dianalisis terlebih dahulu (Tabel Lampiran 2) untuk menentukan kondisi pengomposan yang baik. Untuk setiap pengomposan, ditimbang 5 kg *sludge* yang sudah dihaluskan. Sebagai inokulan digunakan 250 g kotoran sapi umur 5 hari (5 % bobot limbah). Urea sebanyak 50 g (1 % bobot limbah) untuk menurunkan nisbah C/N *sludge*, dan TSP sebanyak 25 g (0.5 % bobot limbah) ditambahkan sebagai aktifator.

Semua bahan diaduk rata, kemudian dimasukkan ke dalam ember plastik dan ditutup dengan plastik. Untuk mendapatkan aerasi yang cukup, dipasang vertikal pipa paralon berlobang-lobang. Bahan yang dikomposkan kemudian diinkubasikan. Kelembaban dipertahankan pada kapasitas lapang dengan menyiram dan mengaduk bahan setiap minggu.

Inkubasi kompos sebagai perlakuan pertama, terdiri dari tiga taraf, yaitu: 4 minggu, 6 minggu dan 8 minggu. Untuk memperoleh tiga macam umur kompos dengan waktu panen yang sama, dilakukan pengomposan dengan waktu yang berbeda. Kondisi dibuat sama untuk setiap taraf pengomposan.

## Pemberian Kompos *Sludge* Sebagai Bahan Organik Tanah

### **Persiapan Tanah dan Kompos**

Contoh tanah diambil secara komposit dari kedalaman 0 sampai 20 cm. Tanah yang dikeringudarkan ditumbuk dan disaring dengan saringan berdiameter 2 mm.

Kemudian contoh tanah ditimbang masing-masing 7 kg BKM (Berat Kering Mutlak) untuk pot yang ditanami dan 3 kg BKM untuk pot yang tidak ditanami. Pot yang tidak ditanami dimaksudkan untuk pengukuran sifat fisik agar tidak bias dari pengaruh perkembangan akar tanaman.

Dosis kompos yang diberikan merupakan perlakuan kedua terdiri dari tiga taraf, yaitu: 5 ton/ha, 10 ton/ha, dan 20 ton/ha. Untuk mendapatkan bobot yang sama dari tiga taraf umur kompos, maka bobot dikonversikan terhadap kadar air masing-masing kompos tersebut.

Semua perlakuan kemudian diinkubasikan selama dua minggu. Kelembaban selama pengomposan dipertahankan pada kapasitas lapang.

#### **Penanaman, Pemeliharaan dan Pengamatan Tanaman**

Setelah inkubasi, pada pot besar masing-masing ditanami 5 biji jagung yang akhirnya untuk disisakan 3 tanaman terbaik tiap pot. Pupuk Urea (150 kg/ha) dan KCl (100 kg/ha) diberikan pada saat tanam sedang TSP (100 kg/ha) diberikan pada saat inkubasi. Semua pupuk diberikan dalam bentuk larutan. Penyiraman dilakukan setiap hari dengan air bebas ion sampai kapasitas lapang dengan kontrol penimbangan.

Pada umur 2 MST (Minggu Setelah Tanam), dilakukan penjarangan dengan menyisakan tiga tanaman. Pengamatan terhadap tinggi tanaman dilakukan pada umur 2 MST, 4 MST, 6MST, dan 8 MST. Panen tanaman bagian atas dilaksanakan pada umur 8 MST.

Untuk mendapatkan berat yang konstan, contoh tanaman dikeringkan dalam oven 105°C. Kemudian berat tanaman bagian atas untuk setiap pot ditimbang untuk menentukan berat kering total tanaman tiap perlakuan.

### Analisis Tanah

Untuk analisis sifat fisik tanah, contoh tanah diambil dengan ring dari pot yang tidak ditanami. Selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap bobot isi, porositas dan distribusi ukuran pori serta air tersedia. Untuk analisis sifat kimia, tanah diambil dari pot yang ditanami berupa contoh tanah terganggu yang diambil secara komposit. Analisis yang dilakukan terhadap sifat kimia adalah pH tanah, C/N, P tersedia, KTK dan basa-basa dapat ditukar.

Tabel 1. Metode Analisis Tanah Untuk Penetapan Beberapa Sifat Fisik dan Kimia Tanah

Parameter Tanah	Metode
Sifat Fisik	
Bobot Isi	Core
Kurva pF	Membran Pressure Plate Apparatus
Sifat Kimia	
pH H <sub>2</sub> O	pH Meter
C organik	Walkley dan Black
N total	Kjeldahl
P tersedia	Bray-1
KTK	N NH <sub>4</sub> OAc pH 7
Ca-dd	N NH <sub>4</sub> OAc pH 7
Mg-dd	N NH <sub>4</sub> OAc pH 7
K-dd	N NH <sub>4</sub> OAc pH 7
Na-dd	N NH <sub>4</sub> OAc pH 7



### Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang dipakai adalah rancangan faktorial acak lengkap , dengan dua perlakuan yaitu umur kompos (I) dan dosis kompos (D). Masing-masing perlakuan terdiri dari tiga taraf I1 (4 minggu), I2 (6 minggu), I3 (8 minggu) dan D1(5 ton/ha), D2 (10 ton/ha), D3 (20 ton/ha). Percobaan diulang tiga kali sehingga diperoleh masing-masing pot yang ditanami dan pot yang tidak ditanami sebanyak 27 satuan perlakuan ditambah 3 satuan kontrol.

Model penduga menurut Steel dan Torrie (1989):

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + AB_{ij} + G_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = nilai pengaruh dari kombinasi perlakuan umur kompos taraf ke-i dan perlakuan dosis taraf ke-j pada ulangan ke k

U = nilai tengah umum rata-rata

$A_i$  = pengaruh umur kompos pada taraf ke-i

$B_j$  = pengaruh dosis kompos pada taraf ke-j

$AB_{ij}$  = pengaruh interaksi dari umur kompos pada taraf ke-i dengan dosis kompos pada taraf ke-j pada ulangan ke-k

$G_{ijk}$  = galat percobaan dari kombinasi perlakuan umur kompos taraf ke-i, dosis kompos taraf ke-j pada ulangan taraf ke-k

Untuk membantu ketelitian penarikan kesimpulan dari hasil penelitian, digunakan uji statistik (uji BNT dan uji T). Uji BNT digunakan untuk melihat pengaruh masing-masing perlakuan umur (I) dan dosis (D) serta interaksinya. Uji T digunakan untuk membandingkan kontrol dengan perlakuan.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Pendahuluan

Hasil penetapan sifat-sifat kimia Ultisol Kentrong, *sludge* dan kompos *sludge* disajikan pada Tabel Lampiran 1 dan 2. Berdasarkan kriteria penilaian status kesuburan tanah dari PPT (1983), Ultisol Kentrong termasuk tanah yang tingkat kesuburannya rendah. Tanahnya bereaksi sangat masam, KTK rendah, P tersedia sangat rendah, basa-basa dapat ditukar rendah serta kandungan C organik dan N total sedang. Kandungan unsur hara yang terdapat dalam kompos *sludge* beragam menurut lamanya pengomposan.

### Sifat Fisik Tanah

#### **Bobot Isi**

Hasil penetapan bobot isi tanah yang diberi perlakuan kompos *sludge* pada berbagai umur dan dosis, disajikan pada Tabel 2. Bobot isi menurun dengan bertambahnya umur kompos dan dosis pemberian. Sidik ragam terhadap perlakuan menunjukkan bahwa penurunan bobot isi akibat pengaruh umur dan dosis kompos *sludge* sangat nyata serta interaksinya nyata (Tabel Lampiran 3).

Fungsi fisik kompos *sludge* terhadap penurunan bobot isi adalah sebagai granulator. Di dalam tanah, kompos akan merangsang granulasi dan perbaikan struktur, dimana partikel-partikel tidak berdekatan satu sama lain sehingga mendukung keadaan sarang.

Di dalam tanah, bahan organik kompos merupakan sumber energi bagi aktivitas mikroorganismenya. Dekomposisi akan menuju proses pembentukan humus atau koloid organik. Sesuai dengan bertambahnya dosis, proses ini meningkat karena aktivitas mikroorganismenya juga meningkat. Hasil dekomposisi bahan organik oleh mikroorganismenya tanah secara kompleks dan sejalan dengan waktu akan memperbaiki agregasi tanah sehingga membentuk struktur yang lebih baik. Penambahan volume tanah yang dapat ditempati oleh udara dan air menyebabkan kondisi sarang sehingga bobot isi menurun.

Tabel 2. Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* serta Interaksinya terhadap Bobot Isi Tanah

Umur (minggu)	Dosis (ton/ha)			Rataan
	5	10	20	
	.....(g/cm <sup>3</sup> ).....			
4	0.98 c	0.94 bc	0.89 abc	0.93 c
6	0.96 c	0.91 bc	0.86 ab	0.91 b
8	0.94 bc	0.90 bc	0.80 a	0.88 a
Rataan	0.96 c	0.91 b	0.85 a	

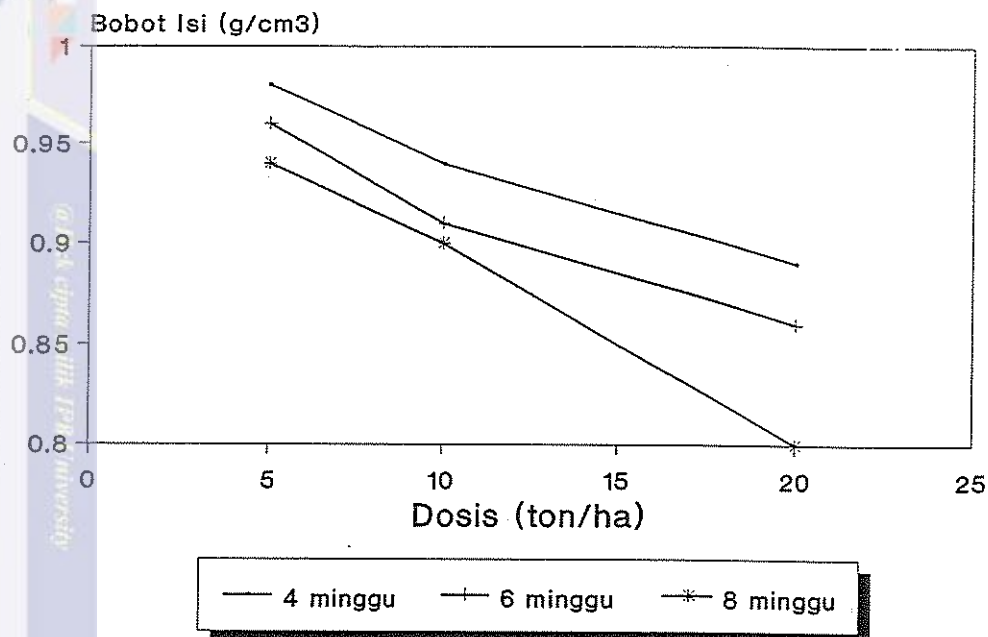
Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf uji 0.05

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa penambahan umur kompos diikuti dengan menurunnya bobot isi dan berbeda nyata untuk setiap taraf. Proses dekomposisi yang menuju

ke arah pembentukan humus akan meningkat sesuai dengan lamanya pengomposan. Dengan semakin matangnya kompos maka senyawa-senyawa hasil dekomposisi yang berfungsi sebagai bahan penyemen agregat di dalam tanah, akan semakin mantap. Melalui proses yang kompleks, kompos akan merangsang agregasi dan granulasi partikel-partikel tanah. Dalam keadaan granul, kepadatan tanah akan menurun.

Dari uji T (Tabel Lampiran 21) dapat dilihat bahwa pemberian kompos *sludge* umur 4 dan 6 minggu dengan dosis 5 ton/ha menurunkan bobot isi tetapi tidak berbeda nyata dengan kontrol. Sedang pemberian kompos *sludge* umur 8 minggu dengan dosis yang sama, berbeda nyata dengan kontrol. Pada dosis pemberian ini, tingkat kematangan kompos menentukan penurunan bobot isi tanah. Hal ini disebabkan dengan semakin matangnya kompos, kemampuan untuk menggranulasi akan semakin mantap.

Interaksi antara perlakuan umur dan dosis dalam menurunkan bobot isi, lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2. Pemberian kompos *sludge* umur 8 minggu dengan dosis 20 ton/ha mampu menurunkan bobot isi sampai menjadi  $0.8 \text{ g/cm}^3$ . Pada pemberian kompos *sludge* umur 4 minggu dengan dosis 5 ton/ha, bobot isi tanah adalah  $0.98 \text{ g/cm}^3$ .



Gambar 2. Hubungan antara Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Bobot Isi Tanah

### Ruang Pori Total

Hasil penetapan ruang pori total tanah yang diberi perlakuan kompos *sludge* pada berbagai umur dan dosis disajikan pada Tabel 3. Daftar sidik ragam (Tabel Lampiran 4) menunjukkan bahwa perlakuan umur dan dosis berpengaruh sangat nyata terhadap persen ruang pori total tanah. Interaksi kedua perlakuan tersebut berpengaruh nyata.

Menurut Soepardi (1983), ruang pori total merupakan bagian yang ditempati air dan udara. Cara tersusunnya partikel dalam tanah menentukan banyaknya ruang pori. Bila partikel tersusun secara sarang, dalam tiap satuan isi akan dijumpai banyak ruang pori.

Tabel 3. Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* serta Interaksinya terhadap Ruang Pori Total

Umur (minggu)	Dosis (ton/ha)			Rataan
	5	10	20	
	.....(% volume).....			
4	63.14 a	65.91 c	66.61 cd	65.22 a
6	63.77 ab	66.04 c	67.76 d	65.83 b
8	64.53 b	66.04 c	69.94 e	66.83 c
Rataan	63.81 a	66.00 b	68.07 c	

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf uji 0.05

Pemberian kompos *sludge* ke dalam tanah mampu merangsang granulasi dan agregasi, dimana akibat adanya jarak di antara partikel tanah, terbentuk ruang-ruang pori yang dapat ditempati air ataupun udara. Ruang-ruang pori tersebut akan menambah total pori dalam tanah. Dalam hal ini, peranan organisme tanah juga penting dalam menyumbang ruang pori. Melalui aktivitasnya yang menyangkut pergerakan, terbentuk saluran-saluran atau ruang-ruang dalam tanah. Selain itu mikroorganisme membantu distribusi bahan organik di dalam tanah sehingga terjadi proses granulasi yang lebih mantap. Menurut Stevenson (1982), bahwa untuk aktivitasnya, mikroorganisme memperoleh energi dari bahan organik tanah.

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa ruang pori total meningkat dengan bertambahnya umur kompos *sludge*. Dekom-

posisi bahan organik yang berlangsung sesuai dengan waktu akan menuju ke proses pematangan kompos. Dengan demikian, akan meningkatkan kemampuan kompos untuk membentuk granul di dalam tanah.

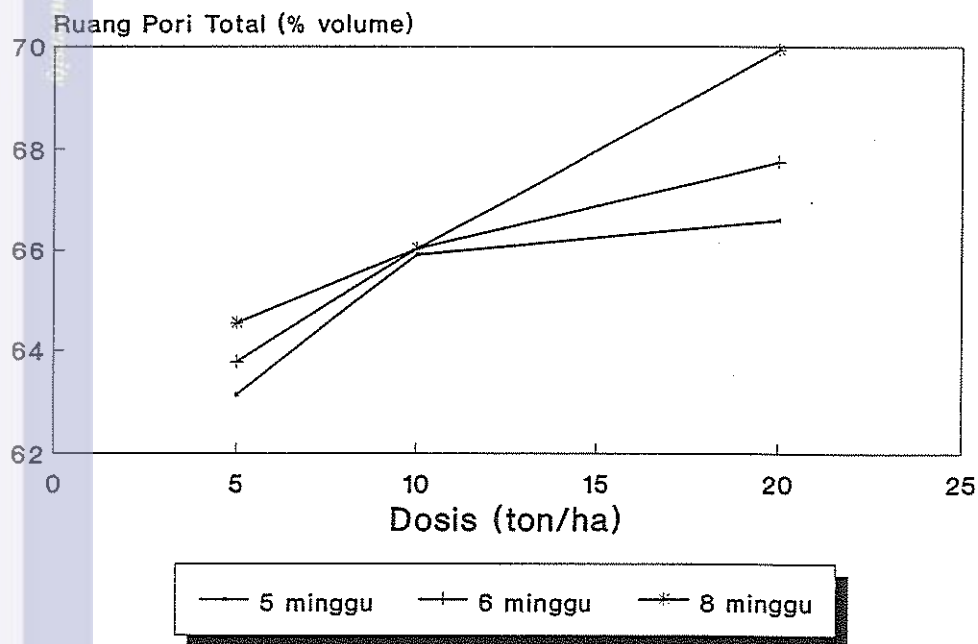
Hal lain yang dapat dilihat dari proses dekomposisi adalah terurainya bahan-bahan menjadi bahan yang berukuran relatif lebih halus. Karena partikel kompos bersinggungan langsung dengan partikel-partikel tanah, maka akan terbentuk ruang-ruang pori di antaranya. Gambar Lampiran 7 menunjukkan ukuran kompos *sludge* sebagai hasil dekomposisi pada berbagai umur. Pemberian kompos *sludge* umur 8 minggu akan menyumbang pori lebih banyak karena ukuran partikelnya lebih halus. Artinya pori yang terbentuk berukuran lebih kecil sehingga total pori lebih banyak.

Peningkatan dosis pemberian kompos *sludge* akan meningkatkan ruang pori total. Hal ini dapat dimengerti karena peluang terbentuknya ruang pori akan semakin besar.

Pemberian kompos *sludge* umur 4 dan 6 minggu dengan dosis 5 ton/ha menyebabkan peningkatan ruang pori total tetapi tidak berbeda nyata dengan kontrol. Pemberian dosis yang sama untuk kompos *sludge* umur 8 minggu, meningkatkan ruang pori total dan berbeda nyata dengan kontrol (Tabel Lampiran 22). Hal ini disebabkan dengan semakin matangnya kompos, maka proses granulasi di dalam tanah akan meningkat.



Interaksi umur dan dosis kompos *sludge* dalam meningkatkan ruang pori total, lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3. Persen ruang pori total tertinggi disebabkan oleh pemberian kompos *sludge* umur 8 minggu dengan dosis 20 ton/ha. Sedang persen ruang pori paling rendah disebabkan pemberian kompos *sludge* umur 4 minggu dengan dosis 5 ton/ha.



Gambar 3. Hubungan antara Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Ruang Pori Total Tanah

#### Ruang Pori Makro dan Mikro

Ruang pori makro dan ruang pori mikro merupakan total ruang pori dalam tanah. Dalam hubungannya dengan aerasi dan drainase, distribusi ukuran pori sangat penting (Hillel, 1980).

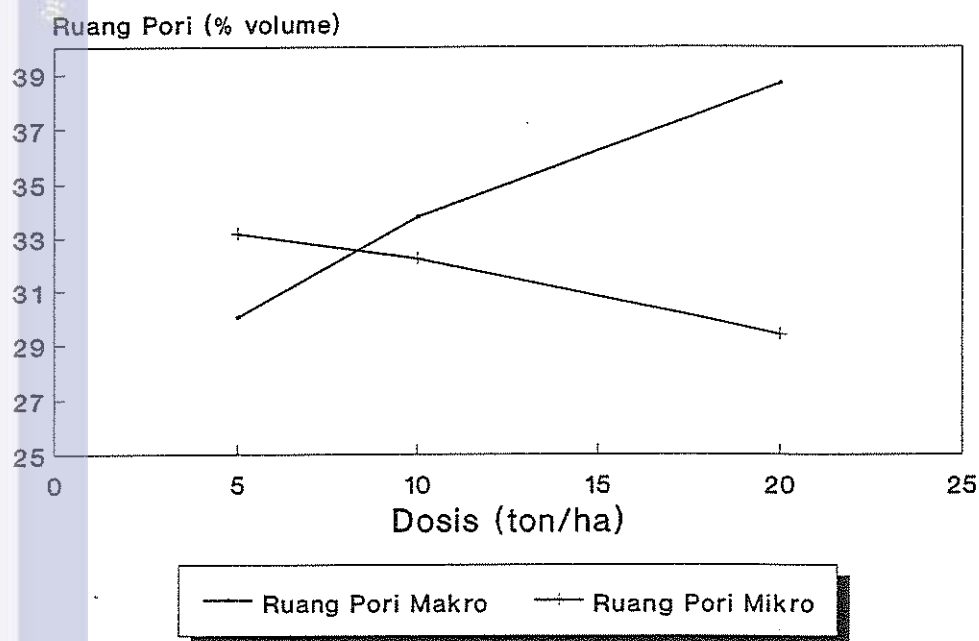
Hasil penetapan ruang pori makro dan ruang pori mikro pada tanah yang diberi perlakuan kompos *sludge* pada berbagai umur dan dosis disajikan pada Tabel 4. Pengaruh umur kompos *sludge* tidak nyata terhadap ruang pori makro dan ruang pori mikro, sedang dosis berpengaruh nyata. Interaksi perlakuan tidak berpengaruh nyata (Tabel Lampiran 5-6).

Tabel 4. Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* serta Interaksinya terhadap Ruang Pori Makro dan Ruang Pori Mikro

Umur (minggu)	Dosis (ton/ha)			Rataan
	5	10	20	
.....(% volume).....				
Ruang Pori Makro				
4	30.03	33.36	37.25	33.55 a
6	31.50	34.39	38.03	34.64 a
8	30.45	33.59	40.39	34.92 a
Rataan	30.66 a	33.78 b	38.67 c	
Ruang Pori Mikro				
4	33.11	32.55	29.36	31.67 a
6	32.27	31.65	29.64	31.19 a
8	34.08	32.45	29.21	31.91 a
Rataan	33.16 a	32.22 a	29.40 b	

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf uji 0.05

Peningkatan dosis pemberian kompos *sludge*, berbeda nyata untuk setiap taraf dalam meningkatkan ruang pori makro dan menurunkan ruang pori mikro. Pada dosis 10 ton/ha dan 20 ton/ha, ruang pori makro meningkat masing-masing 10.18 % dan 26.13 % sedang ruang pori mikro menurun masing-masing 2.8 % dan 26.81 %. Hubungan peningkatan ruang pori makro yang diikuti penurunan ruang pori mikro akibat penambahan dosis dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan antara Ruang Pori Makro dan Ruang Pori Mikro akibat Penambahan Dosis

Kompos *sludge* menyebabkan ruang pori makro meningkat dan ruang pori mikro menurun sehubungan dengan fungsinya sebagai bahan organik dalam tanah. Bahan organik mempengaruhi proses granulasi dan agregasi sehingga ruang

antara partikel tanah semakin besar. Ruang pori kapiler berubah menjadi ruang pori drainase. Soepardi (1983) mengatakan bahwa granulasi dapat memperlancar aerasi bukan karena jumlah ruang pori bertambah tetapi karena perbandingan ruang pori makro terhadap ruang pori mikro bertambah.

Terhadap perlakuan umur, ruang pori makro cenderung meningkat sedang ruang pori mikro cenderung menurun hingga dosis 10 ton/ha, kemudian meningkat pada dosis 20 ton/ha. Hal ini disebabkan karena pada dosis yang sama, peningkatan ruang pori makro tidak berbeda nyata.

Hasil uji T antara kontrol dengan perlakuan terhadap ruang pori makro (Tabel Lampiran 23) menunjukkan bahwa pemberian kompos *sludge* umur 4 minggu hingga dosis 20 ton/ha tidak berbeda nyata terhadap kontrol. Dengan tingkat kematangan kompos sampai umur 4 minggu, dihasilkan relatif lebih sedikit koloid organik yang berfungsi sebagai bahan penyemen agregat. Penurunan ruang pori mikro tidak berbeda nyata dengan kontrol untuk setiap kombinasi perlakuan (Tabel Lampiran 24).

#### **Air tersedia**

Hasil penetapan persen air tersedia dalam tanah yang diberi perlakuan kompos *sludge* pada berbagai umur dan dosis disajikan pada Tabel 5. Perlakuan umur dan dosis berpengaruh sangat nyata terhadap air tersedia sedang interaksi kedua perlakuan tidak nyata (Tabel Lampiran 7).

Tabel 5. Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* serta Interaksinya terhadap Air tersedia

Umur (minggu)	Dosis (ton/ha)			Rataan
	5	10	20	
	.....(% volume).....			
4	10.10	9.87	10.40	10.12 a
6	10.80	10.96	11.14	10.97 b
8	11.02	11.30	11.35	11.36 c
Rataan	10.64 a	10.71 a	11.09 b	

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf uji 0.05

Menurut Buckman dan Brady (1972), secara tidak langsung bahan organik meningkatkan ketersediaan air di dalam tanah melalui perbaikan struktur tanah yang selanjutnya mempengaruhi porositas dan distribusi ukuran pori.

Jika dilihat dari hasil penetapan ruang pori makro dan ruang pori akibat pemberian kompos *sludge*, ternyata ruang pori makro meningkat diikuti menurunnya ruang pori mikro atau ruang pori pemegang air. Dalam hal ini, diduga bahwa meningkatnya air tersedia disebabkan kemampuan kompos *sludge* memegang air. Stevenson (1982) mengatakan bahwa bahan organik mempunyai daya retensi air yang tinggi.

Air tersedia meningkat dan berbeda nyata untuk setiap taraf sesuai dengan peningkatan umur kompos *sludge*. Tingkat kematangan mempengaruhi kemampuan kompos *sludge* untuk meretensi air. Pengomposan yang semakin lama akan meningkatkan kemampuan kompos memegang air. Dengan demikian, pemberian kompos *sludge* ke dalam tanah akan meningkatkan ketersediaan air.

Peningkatan dosis pemberian kompos *sludge* ke dalam tanah diikuti meningkatnya air tersedia. Bersamaan dengan semakin meningkatnya kadar bahan organik tanah, maka air yang dapat ditahan juga meningkat.

Uji T (Tabel Lampiatran 25) menunjukkan bahwa pemberian kompos *sludge* umur 4 minggu hingga dosis 20 ton/ha, tidak berbeda nyata dengan kontrol sedang kompos *sludge* umur 6 dan 8 minggu meningkatkan air tersedia dan berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi tingkat kematangan kompos, kemampuan kompos meretensi air semakin tinggi.

### Sifat Kimia Tanah

#### Reaksi Tanah

Pemberian kompos *sludge* mempengaruhi reaksi yang terjadi dalam tanah. Penetapan pH tanah yang diberi perlakuan kompos *sludge* pada berbagai umur dan dosis disajikan pada Tabel 6. Dari daftar sidik ragam (Tabel Lampiran 8), dapat dilihat bahwa perlakuan umur dan dosis



serta interaksinya berpengaruh sangat nyata. Hasil penetapan pH akibat pemberian kompos *sludge* menunjukkan bahwa pengaruh umur dan dosis serta interaksi keduanya sangat nyata (Tabel Lampiran 8).

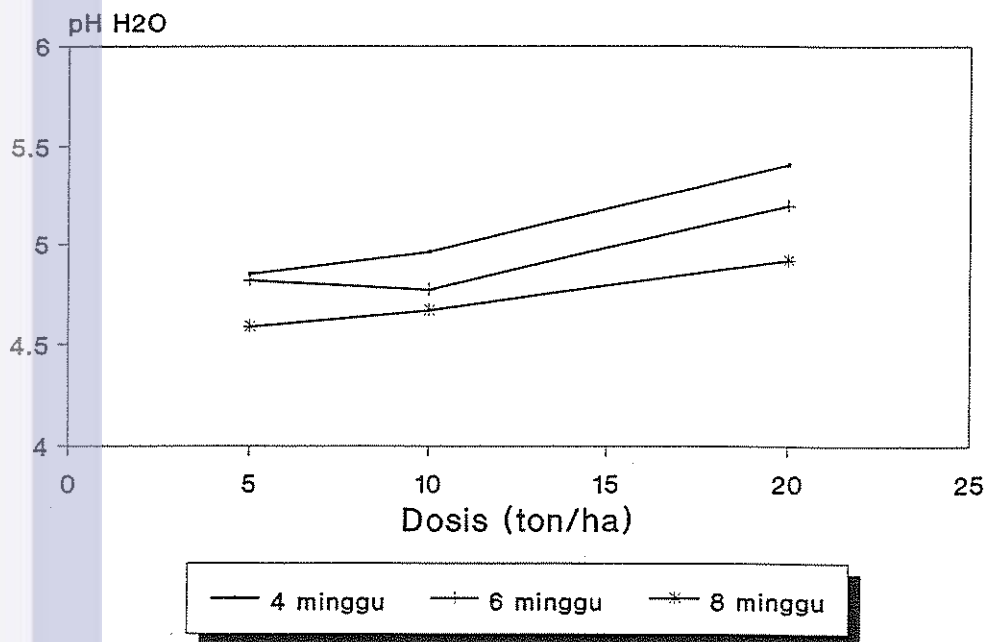
Tabel 6. Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* serta Interaksinya terhadap pH Tanah

Umur (minggu)	Dosis (ton/ha)			Rataan
	5	10	20	
4	4.85 bc	4.96 d	5.41 f	5.07 c
6	4.82 b	4.77 b	5.20 e	4.93 b
8	4.59 a	4.67 a	4.92 cd	4.73 a
Rataan	4.75 b	4.80 b	5.18 a	

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf uji 0.05

Dibandingkan dengan kontrol (Tabel Lampiran 16), maka pemberian kompos *sludge* ke dalam tanah, dapat meningkatkan pH tanah. Peningkatan ini sesuai dengan peningkatan dosis pemberian. Hal ini disebabkan karena kompos *sludge* menyumbang basa-basa ke dalam tanah sehingga mampu menurunkan kemasaman tanah. Soepardi (1983) mengatakan bahwa bila ion-ion  $H^+$  dan  $Al^{3-}$  terjerap dalam tanah masam digantikan oleh basa-basa Ca, Mg dan K, maka kepekatan ion  $H^+$  dalam larutan akan berkurang dan sebagai akibatnya ion  $OH^-$  meningkat.

Pada analisis kompos *sludge* (Tabel Lampiran 2), pH meningkat dengan semakin lamanya proses pengomposan. Hal ini dapat dijelaskan karena basa-basa yang relatif tinggi, mampu menekan kemasaman yang diakibatkan oleh asam-asam organik dan anorganik yang dihasilkan selama proses pengomposan. Tetapi pemberian kompos *sludge* tersebut ke dalam tanah sesuai dengan bertambahnya umur, akan menurunkan pH (Tabel 6). Diduga, reaksi-reaksi yang sangat kompleks di dalam tanah bersamaan dengan proses dekomposisi kompos yang terus berlanjut, dapat menimbulkan kemasaman tanah.



Gambar 5. Hubungan antara Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap pH Tanah

Interaksi antara umur dan dosis kompos *sludge* dalam mempengaruhi pH tanah, dapat dilihat pada Gambar 5. Pemberian kompos *sludge* umur 4 minggu dengan dosis 20 ton/ha, menunjukkan pH paling tinggi yaitu 5.41. Sedang pemberian kompos *sludge* umur 8 minggu dengan dosis yang sama, menunjukkan pH yang lebih rendah yaitu, 4.92.

#### Nisbah C/N

Nisbah C/N penting artinya bagi tanah. Semakin besar nisbah C/N, maka masa ketidakterersediaan N bagi tanaman akan semakin lama. Bahan organik yang mengandung nitrogen tinggi memungkinkan jumlah bahan organik dapat dinaikkan.

Hasil penetapan nisbah C/N pada tanah yang diberi perlakuan kompos *sludge* pada berbagai umur dan dosis, disajikan pada Tabel 7. Hasil sidik ragam (Tabel Lampiran 9) menunjukkan bahwa perlakuan umur berpengaruh sangat nyata terhadap nisbah C/N, sedang perlakuan dosis dan interaksi kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata.

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa nisbah C/N menurun sesuai dengan bertambahnya umur kompos *sludge*. Menurut Stevenson (1982), proses dekomposisi membebaskan CO<sub>2</sub> karena terjadi perombakan dan oksidasi terhadap bahan organik. Jadi semakin lama umur pengomposan, maka kandungan C organik dalam kompos akan berkurang yang selanjutnya menyebabkan C/N kompos semakin mendekati C/N tanah.

Tabel 7. Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* serta Interaksinya terhadap Nisbah C/N

Umur (minggu)	Dosis (ton/ha)			Rataan
	5	10	20	
4	10.21	10.15	9.77	10.04 a
6	8.78	8.09	7.76	8.21 b
8	6.50	6.45	7.06	6.67 c
Rataan	8.50 a	8.23 a	8.20 a	

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf uji 0.05

Kecenderungan menurunnya C/N akibat penambahan dosis kompos *sludge*, disebabkan aktivitas mikroorganisme dalam merombak bahan organik. Apabila sumber energi semakin banyak maka aktivitas mikroorganisme semakin meningkat. Proses dekomposisi yang menuju terbentuknya humus merupakan proses oksidasi bahan organik, yang menyebabkan C organik menurun. Pada keadaan ini C/N tanah akan menurun.

Jika dibandingkan terhadap kontrol (Tabel Lampiran 27), maka nisbah C/N meningkat dengan pemberian kompos *sludge*. Pemberian kompos *sludge* umur 4 minggu hingga dosis 20 ton/ha tidak berbeda nyata terhadap kontrol. Nisbah C/N kompos *sludge* umur 4 minggu yaitu 30.06 masih tinggi sehingga pengaruhnya terhadap C/N tanah tidak nyata dengan peningkatan dosis.

## P tersedia

Hasil penetapan P tersedia di dalam tanah yang diberi perlakuan kompos *sludge* pada berbagai umur dan dosis, disajikan pada Tabel 8. Perlakuan umur dan dosis serta interaksi kedua perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap P tersedia.

Ketersediaan fosfat di dalam tanah diduga disebabkan oleh dua hal. Pertama, pemberian kompos *sludge* dapat menyebabkan fosfat yang sebelumnya tidak tersedia, menjadi tersedia. Hal ini dikemukakan oleh Kononova (1966) bahwa pelapukan bahan organik oleh mikroorganisme menghasilkan asam-asam organik yang dapat bereaksi dengan Fe dan Al terlarut dalam reaksi kelat sehingga fosfat tidak terikat lagi dengan unsur tersebut.

Kedua, jika dilihat dari hasil analisa kompos *sludge*, kandungan P tersedia dalam kompos *sludge* tergolong sedang (masing-masing untuk umur 4 minggu, 6 minggu dan 8 minggu adalah 23.00 ppm, 26.30 ppm dan 36.40 ppm). Ketersediaan dalam fosfat di dalam tanah dapat disebabkan sumbangan dari kompos *sludge*, dimana jumlahnya dalam tanah meningkat menurut umur dan dosis pemberian. Proses dekomposisi merupakan proses peruraian yang membebaskan unsur-unsur hara tersedia dari senyawa-senyawa organik. Menurut Stevenson (1982), mineralisasi bahan organik menghasilkan  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{PO}_4^{3-}$ .

Tabel 8. Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* serta Interaksinya terhadap P tersedia

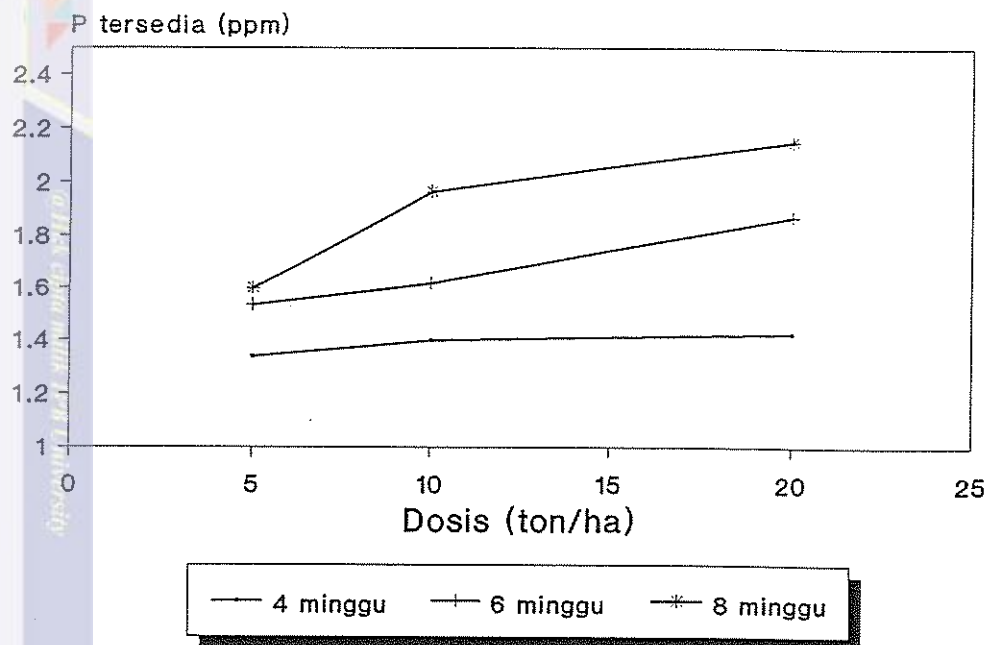
Umur (minggu)	Dosis (ton/ha)			Rataan
	5	10	20	
	..... (ppm) .....			
4	1.337 a	1.397 a	1.423 a	1.386 a
6	1.533 b	1.617 b	1.870 c	1.673 b
8	1.597 b	1.963 d	2.150 e	1.903 c
Rataan	1.489 a	1.659 b	1.814 c	

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf uji 0.05

Dari uji T (Tabel Lampiran 28) dapat dilihat bahwa pemberian kompos *sludge* umur 4 minggu sampai dosis 20 ton/ha tidak berbeda nyata dengan kontrol. P tersedia meningkat secara nyata terhadap kontrol dengan pemberian kompos *sludge* umur 6 dan 8 minggu. Tingkat kematangan menentukan kandungan P tersedia dalam kompos *sludge* tersebut.

Interaksi antara perlakuan umur dan dosis dalam mempengaruhi ketersediaan P, lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 6. Jumlah P tersedia sebanyak 2.150 ppm diberikan oleh interaksi perlakuan pemberian kompos *sludge* umur 8 minggu dengan dosis 20 ton/ha. Peningkatan P tersedia tidak nyata untuk setiap taraf dosis dengan pemberian kompos *sludge* umur 4 minggu.





Gambar 6. Hubungan antara Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap P tersedia

#### KTK (Kapasitas Tukar Kation)

Hasil penetapan KTK tanah akibat perlakuan kompos *sludge* pada berbagai umur dan dosis, disajikan pada Tabel 9. Pemberian kompos *sludge* sangat nyata akibat perlakuan umur dan dosis serta interaksi perlakuan (Tabel Lampiran 11).

KTK tanah meningkat sesuai dengan bertambahnya umur dan dosis pemberian. Peningkatan ini berbeda nyata untuk masing-masing taraf perlakuan.

Tabel 9. Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* serta Interaksinya terhadap KTK Tanah

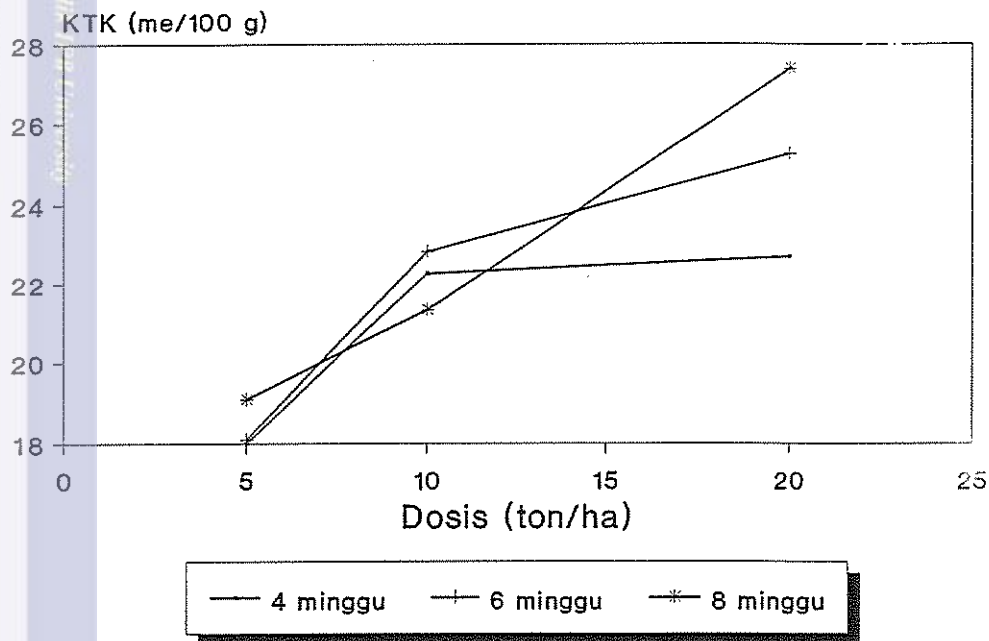
Umur (minggu)	Dosis (ton/ha)			Rataan
	5	10	20	
	.....(me/100 g).....			
4	18.00 a	22.27 c	22.70 d	20.32 a
6	18.10 ab	22.83 d	25.27 e	22.07 b
8	19.10 b	21.33 c	27.37 f	22.60 b
Rataan	18.40 a	21.40 b	25.11 c	

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf uji 0.05

Peningkatan KTK tanah akibat pemberian kompos *sludge* disebabkan karena kompos tersebut menyumbang tapak pertukaran dalam sistem koloid tanah. Mekanisme ini diterangkan oleh Buckman dan Brady (1972), bahwa bahan organik menyumbang KTK tanah melalui penambahan gugus fenol serta melalui substitusi hidrogen. Sisa koloid organik dan inorganik berionisasi sehingga terbentuk muatan negatif yang efektif menjadi tapak pertukaran.

Dari hasil analisis kompos *sludge* (Tabel Lampiran 2), dapat dilihat bahwa KTK kompos *sludge*, tinggi yaitu masing-masing kompos *sludge* umur 4 minggu, 6 minggu dan 8 minggu adalah 30.80 me/100 g, 35.90 me/100 g dan 37.30 me/100 g. KTK kompos meningkat sesuai dengan tingkat kematangannya.

Interaksi antara umur dan dosis kompos *sludge* dalam mempengaruhi nilai KTK tanah lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7. Interaksi perlakuan kompos *sludge* umur 8 minggu dengan dosis 20 ton/ha memberi KTK paling tinggi sebesar 27.37 me/100 g.



Gambar 7. Hubungan antara Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap KTK Tanah

Uji T antara perlakuan dengan kontrol memperlihatkan bahwa semua kombinasi perlakuan berbeda nyata dengan kontrol (Tabel Lampiran 29).

## Basa-basa Dapat Ditukar

Sesuai dengan meningkatnya KTK tanah akibat pemberian kompos *sludge*, maka basa-basa dapat ditukar juga meningkat. KTK akan menyediakan tapak pertukaran dan mengandung basa-basa yang dapat dipertukarkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Soepardi (1983) bahwa sebagian besar kation-kation yang menempati tapak pertukaran terdiri dari kation-kation Ca, Mg, K dan Na.

Hasil analisis terhadap kompos *sludge* (Tabel Lampiran 2) menunjukkan bahwa Ca-dd dan Mg-dd tinggi serta K-dd dan Na-dd sangat tinggi. Jumlah basa-basa tersebut di dalam kompos *sludge* meningkat sesuai dengan lamanya pengomposan. Hal ini disebabkan karena dengan KTK yang tinggi, bahan organik mampu menjerap basa-basa dapat dipertukarkan.

Tabel 10 menunjukkan hasil penetapan basa-basa dapat ditukar akibat perlakuan kompos *sludge* pada berbagai umur dan dosis. Dari daftar sidik ragam, perlakuan umur dan dosis berpengaruh sangat nyata terhadap basa-basa dapat ditukar (Ca-dd, Mg-dd, K-dd dan Na-dd). Interaksi sangat nyata untuk Ca-dd dan Mg-dd, tidak nyata untuk K-dd dan Na-dd (Tabel Lampiran 12-15).

Dari uji T antara perlakuan terhadap kontrol (Tabel Lampiran 30-33) dapat disimpulkan bahwa pemberian kompos *sludge* yang tingkat kematangannya hingga 4 minggu atau pemberian kompos *sludge* dengan dosis hingga 5 ton/ha, tidak berbeda nyata dengan kontrol.

Tabel 10. Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* serta Interaksinya terhadap Basa-basa Dapat Ditukar

Umur (minggu)	Dosis (ton/ha)			Rataan
	5	10	20	
..... (me/100 g) .....				
Ca-dd				
4	0.80 a	0.85 ab	0.95 dc	0.87 a
6	0.87 abc	0.90 bc	1.13 e	0.96 b
8	0.98 d	1.25 f	1.70 g	1.31 c
Rataan	0.88 a	1.00 b	1.26 c	
Mg-dd				
4	0.48 a	0.59 a	0.68 cb	0.58 a
6	0.56 a	0.64 b	0.71 c	0.64 b
8	0.72 c	0.70 c	0.88 b	0.77 c
Rataan	0.58 a	0.64 b	0.75 c	
K-dd				
4	0.15	0.15	0.32	0.21 a
6	0.18	0.21	0.39	0.26 b
8	0.17	0.24	0.42	0.28 b
Rataan	0.17 a	0.20 b	0.38 c	
Na-dd				
4	0.14	0.16	0.25	0.19 a
6	0.18	0.17	0.30	0.22 b
8	0.19	0.24	0.39	0.21 c
Rataan	0.17 a	0.19 a	0.31 b	

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf uji 0.05

## Pertumbuhan Tanaman

### Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman 2 MST, 4 MST, 6 MST dan 8 MST meningkat dengan pemberian kompos *sludge*. Perlakuan umur dan dosis sangat nyata terhadap tinggi tanaman sedang interaksi kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata (Tabel Lampiran 16-19).

Walaupun tinggi tanaman belum dapat menunjukkan keadaan ketersediaan hara dalam tanah, namun tinggi tanaman merupakan gambaran keadaan pertumbuhan yang mudah diamati. Secara tidak langsung pemberian kompos *sludge* mempengaruhi kondisi fisik dan kimia tanah sehingga menguntungkan bagi akar tanaman. Kondisi sarang dalam tanah, distribusi ukuran pori yang baik akan memudahkan akar menyerap unsur hara.

Tinggi tanaman pada setiap pengamatan meningkat sesuai dengan umur. Dengan semakin matangnya kompos *sludge*, maka fungsi fisik, kimia dan biologi kompos tersebut akan semakin mantap. Di samping itu, kualitas dan kuantitas hara yang dihasilkan semakin baik.

Dari uji T dapat dilihat bahwa semua kombinasi perlakuan meningkatkan tinggi tanaman 2 MST, 4 MST, 6 MST dan 8 MST dan berbeda dengan kontrol (Tabel Lampiran 34-37). Gambar Lampiran 1-6 menunjukkan pengaruh perlakuan umur dan dosis kompos *sludge* terhadap tinggi tanaman 5 MST.



Tabel 11. Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* serta Interaksinya terhadap Tinggi Tanaman

Umur (minggu)	Dosis (ton/ha)			Rataan
	5	10	20	
	..... (cm) .....			
	2 MST			
4	35.06	38.67	41.05	38.26 a
6	39.11	41.21	42.61	40.98 ab
8	38.45	42.11	46.89	42.48 b
Rataan	37.54 a	40.66 b	43.52 b	
	4 MST			
4	58.67	72.00	77.05	69.24 a
6	66.05	71.45	80.72	72.74 a
8	66.83	81.27	81.67	76.59 b
Rataan	63.85 a	74.91 b	79.81 b	
	6 MST			
4	93.50	108.10	114.10	105.50 a
6	102.70	111.30	120.60	111.50 ab
8	107.50	118.40	123.70	116.50 b
Rataan	101.20 a	112.60 b	119.70 b	
	8 MST			
4	114.70	113.50	130.30	119.50 a
6	117.20	129.40	132.20	126.30 ab
8	124.30	128.80	141.00	131.40 b
Rataan	118.80 a	123.90 a	134.50 b	

Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf uji 0.05



### Bobot Kering Tanaman Bagian Atas

Hasil penetapan bobot kering tanaman yang mendapat perlakuan kompos *sludge* pada berbagai umur dan dosis, disajikan pada Tabel 12. Bobot kering tanaman bagian atas sangat nyata dipengaruhi oleh dosis, namun tidak nyata akibat perlakuan umur dan interaksinya (Tabel Lampiran 20).

Tabel 12. Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* serta Interaksinya terhadap Bobot Kering Tanaman Bagian Atas

Umur (minggu)	Dosis (ton/ha)			Rataan
	5	10	20	
	..... (g) .....			
4	28.05	39.17	46.81	38.01 a
6	31.03	42.01	53.99	42.35 a
8	32.07	49.23	54.26	45.18 a
Rataan	30.38 a	43.47 b	51.69 c	

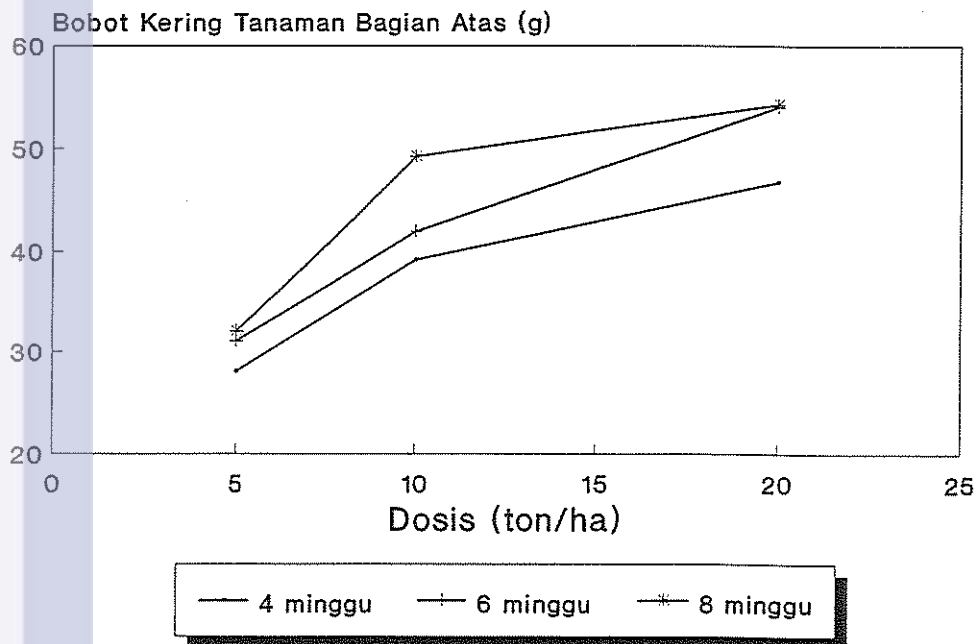
Ket : Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji BNT taraf uji 0.05

Pemberian kompos *sludge* meningkatkan bobot kering tanaman bagian atas. Ini merupakan gambaran pertumbuhan yang semakin baik. Kompos *sludge* mendukung kondisi pertumbuhan tanaman dengan memperbaiki sifat fisik tanah dan menyumbang unsur-unsur hara yang dibutuhkan tanaman.

Meningkatnya umur kompos *sludge* cenderung meningkatkan bobot kering tanaman bagian atas sedang penambahan dosis pemberian meningkatkan bobot tersebut dan berbeda nyata untuk setiap taraf.

Uji T (Tabel Lampiran 38) menunjukkan bahwa perlakuan berbeda dengan kontrol dalam meningkatkan bobot kering tanaman atas. Pemberian kompos *sludge* umur 8 minggu dengan dosis mampu meningkatkan bobot kering tanaman bagian atas dari 9.33 g (kontrol) menjadi 54.25 g.

Interaksi antara umur dan dosis dalam mempengaruhi bobot kering tanaman bagian atas dapat lebih jelas dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan antara Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Bobot Kering Tanaman Bagian Atas

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kompos lumpur serat (sludge) limbah industri pulp dan kertas PT Kertas Leces Probolinggo dapat memperbaiki beberapa sifat fisik dan kimia Ultisol Kentrong serta meningkatkan pertumbuhan jagung.

Pengaruh menguntungkan terhadap sifat fisik tanah antara lain: menurunkan kepadatan tanah, memperbaiki distribusi ukuran pori serta meningkatkan air tersedia. Sedangkan terhadap sifat kimia, pengaruhnya adalah meningkatkan pH tanah, nisbah C/N, P tersedia, KTK dan basa-basa tanah.

Perlakuan umur dengan lama pengomposan 4 sampai 8 minggu sangat nyata meningkatkan ruang pori total, ruang pori makro, air tersedia, P tersedia, KTK, basa-basa tanah, dan menurunkan bobot isi, pH dan nisbah C/N. Pengaruhnya tidak nyata terhadap bobot kering tanaman bagian atas.

Perlakuan dosis kompos *sludge* berpengaruh sangat nyata meningkatkan ruang pori total, ruang pori makro, air tersedia, pH, nisbah C/N, P tersedia, KTK, basa-basa tanah, tinggi tanaman dan bobot kering tanaman bagian atas dan menurunkan ruang pori mikro.

Secara umum pemberian kompos *sludge* umur 8 minggu dengan dosis 20 ton/ha menunjukkan perbaikan sifat fisik dan kimia tanah serta pertumbuhan jagung paling baik

dibanding perlakuan lain. Sedang pemberian kompos *sludge* umur 4 minggu dengan dosis 5 ton/ha tidak berbeda nyata dengan kontrol.

#### Saran

Lumpur serat (*sludge*) limbah industri pulp dan kertas yang sudah dikomposkan, dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik tanah.

Pemanfaatan limbah tersebut untuk pertanian merupakan salah satu alternatif penanganan limbah bagi industri-industri pulp dan kertas yang sekaligus dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

Untuk mengetahui pemberian kompos *sludge* yang optimal bagi tanah dan untuk dapat memperkirakan sejauh mana penanganan limbah dengan cara tersebut, perlu penelitian lebih lanjut untuk dosis yang lebih tinggi.

Perlu penelitian lebih lanjut untuk melihat kemungkinan keracunan oleh unsur-unsur logam akibat pemberian *sludge* ke dalam tanah, mengingat proses pembuatan pulp dan kertas menyangkut proses dengan bahan-bahan pereaksi kimia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 1991. Teknologi Pengolahan Limbah Padat Pabrik Kertas dan Pemanfaatannya Kembali. Dept. Litbang Prostek, PT Kertas Leces. Probolinggo.
- Allan, L., E. K. Kaufman, and J. Underwood. 1972. Paper Profits Pollution in The Pulp and Paper. The MIT Press. Cambridge.
- Baver, H. D., W. H. Gardner, and W. R. Gardner. 1972. Soil Physics. John Wiley Easter Ltd. New York.
- Bratasida, L. 1981. Pengolahan Air Buangan Suatu Pabrik Pulp dan Kertas dengan Proses Kraft terhadap Kehidupan Tanaman Padi. Berita Selulosa. Dep. Perindustrian. Balai Besar Selulosa. Bandung.
- Buckman, H. O. and N. C. Brady. 1969. The Nature and Properties of Soils. The MacMillan Company. New York.
- Datzell, H. W., A. J. Biddlestone, K R. Gray. and K. Thurairajan. 1987. Soil Management: Compos Production and Use in Tropical and Subtropical Enviroments. FAO. Rome.
- Donahue, T. L. 1964. Soil Introduction to Soil and Plant Growth. 5th.ed. Prentice - Itali, Inc., New York.
- Gaur, A. C. 1980. The Present Position of Composting and Agricultural Aspect, in Compost Technology. Soil Bulletin. FAO. Rome.
- \_\_\_\_\_. Fundamentals of Composting, in .lm6 Compost Technology. Soil Bulletin. FAO. Rome.
- Hadhy, P. 1991. Pengaruh Pemberian Lumpur Kapur Limbah PT Kertas Leces terhadap Beberapa Sifat kimia Tropudult dari Jasinga dan Pertumbuhan Bibit Kakao (Theobroma cacao L.). Skripsi. Jurusan Tanah, Faperta IPB. Bogor.
- Hardjowigeno, S. 1985. Ilmu Tanah. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- \_\_\_\_\_. Klasifikasi Tanah - Survai Tanah dan Evaluasi Kemampuan Lahan. Ilmu Tanah. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hillel. 1980. Fundamental of Soil Physics. Academic Press, Inc., New York.



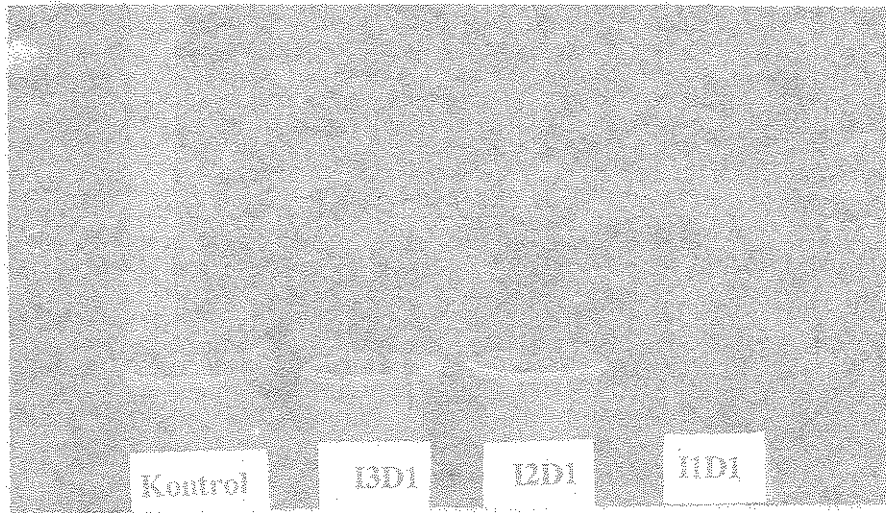
- Kononova, M. W. 1966. Soil Organic Matter. Its Nature, Its Role in Soil Formation and Soil fertility. 2nd.ed Bergamon press. Oxford. London.
- Mohr, E. C. J., and F. A. Van Baren. 1960. Tropical Soil. A Manteau. S. A. Bruxells.
- Murbando, H. S. 1991. Membuat Kompos. Penebar Swadaya, Anggota IKAPI. Jakarta. Jakarta.
- Prihartono, I. E. 1990. Pengaruh Lumpur Aktif Limbah Pabrik Kertas terhadap Sifat Kimia Podsolik merah Kuning Gajruk serta Pertumbuhan dan Kandungan Hara Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Skripsi. Jurusan Tanah, Faperta, IPB. Bogor.
- Purwakusuma, W. 1985. Pengaruh Pemberian Limbah Industri PN. Kertas Padalarang dalam Bentuk *Black Liguor* terhadap Beberapa Sifat Kimia Latosol Padalarang dan Tanaman Padi Varietas IR. 36. Skripsi. Jurusan Tanah, Faperta, IPB. Bogor.
- Pusat Penelitian Tanah. 1983. Term of Reference. Klasifikasi Kesesuaian Lahan. Pusat Penelitian Tanah. Bogor.
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Departemen Ilmu-ilmu Tanah, IPB. Bogor.
- Soetopo, R. S., S. Purwati dan L. Syafei. 1986. Pemanfaatan Lumpur Serat hasil Buangan Pabrik Pulp dan Kertas Sebagai Media Produksi Protein Tunggal (PST). Simposium Selulosa dan Kertas kerja VII. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa. Bandung.
- Steel, R. G. D. and J.. H. Torrie. 1980. Principles and Procedurs of Statistics. 2nd ed. McGraw - Hill Koghakusa Ltd. Tokyo.
- Stevenson, F. J. 1982. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactin. 10th ed. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Sudjadi, M. 1984. Masalah Kesuburan tanah Podsolik Merah Kuning dan Kemungkinan Pemecahannya, dalam Prociding Pertemuan Teknis Penelitian Pola Usahatani Menunjang Transmigrasi, Cisarua, Bogor.
- Tisdale, S., W. L. Nelson, and J. D. Beaton. 1985. Soil Fertility and fertilizers. 3rd ed. MacMillan Publishing Co, Inc. New York.



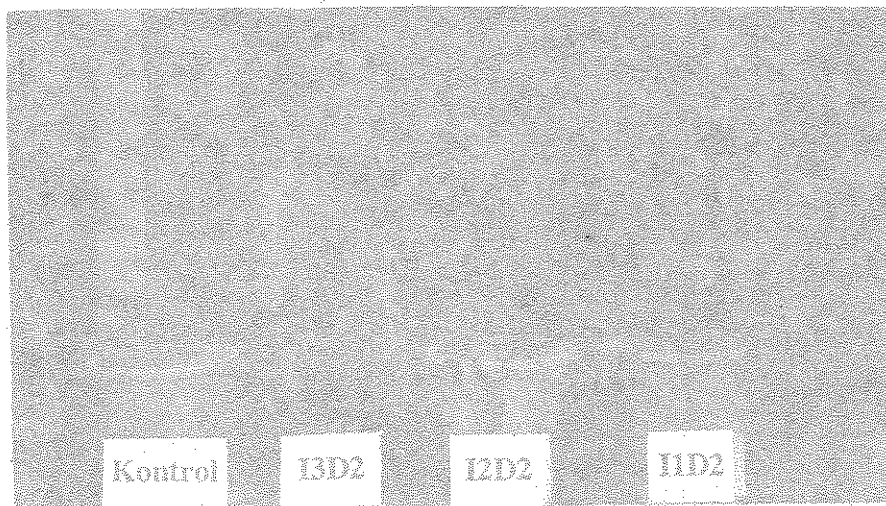
Hak Cipta Ditanggung Undang-undang

1. Diizinkan menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa memutarbalikkan dan memperbedakan sumber.
2. Persebaran karya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau penerjemahan untuk masalah kepublikan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
3. Dilarang memperjualbelikan dan menyalin ulang karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## L A M P I R A N

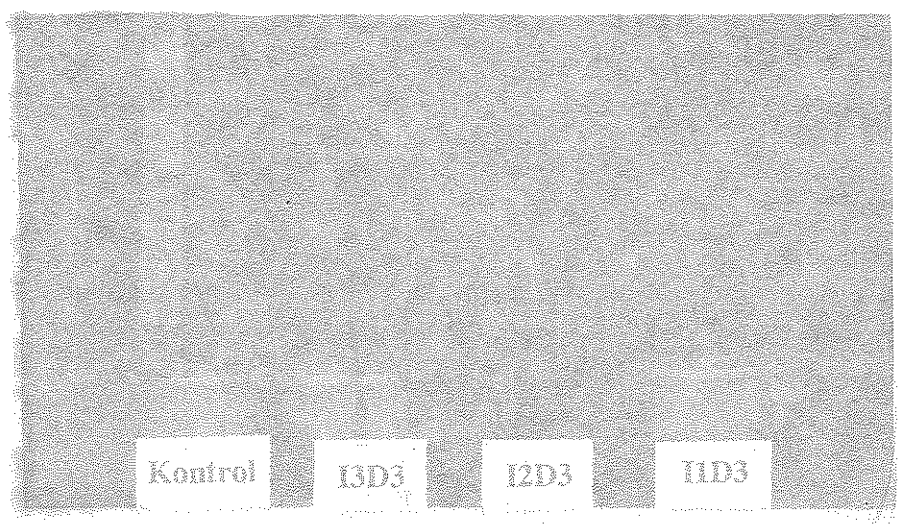


Gambar Lampiran 1. Pengaruh Umur (I) Kompos Sludge pada Dosis 5 ton/ha terhadap Tinggi Tanaman 5 MST

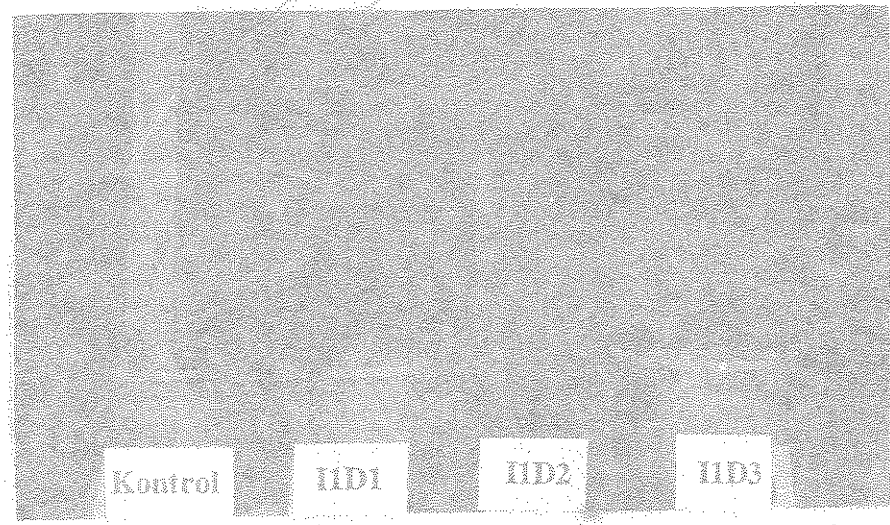


Gambar Lampiran 2. Pengaruh Umur (I) Kompos Sludge pada Dosis 10 ton/ha terhadap Tinggi Tanaman 5 MST





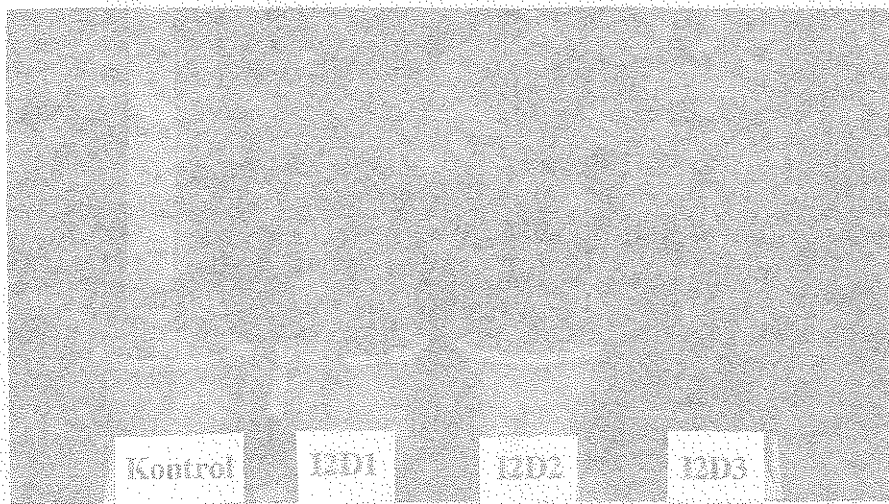
Gambar Lampiran 3. Pengaruh Umur (I) Kompos Sludge pada Dosis 20 ton/ha terhadap Tinggi Tanaman 5 MST



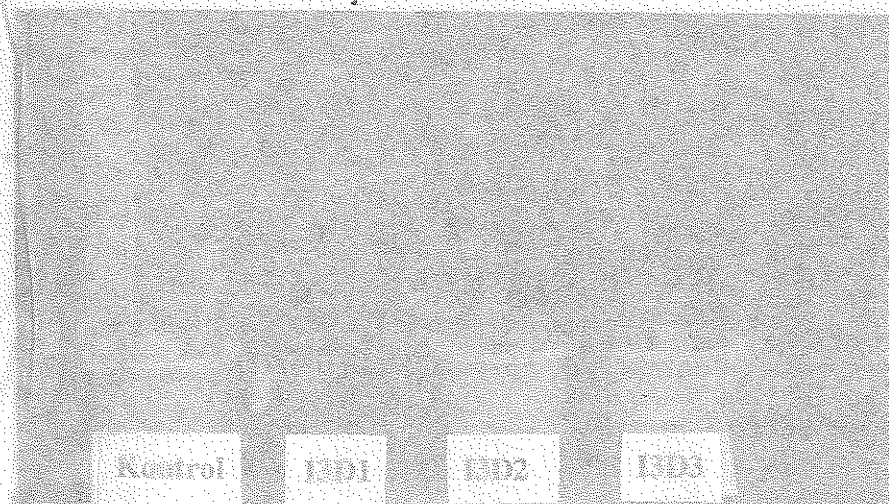
Gambar Lampiran 4. Pengaruh Dosis (D) Kompos Sludge pada Umur 4 minggu terhadap Tinggi Tanaman 5 MST

Halaman ini merupakan lampiran dari laporan penelitian yang telah selesai dikerjakan dan diserahkan kepada dosen pembimbing. Seluruh isi dan gambar yang terdapat di dalamnya adalah hak milik pribadi penulis dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk kepentingan lain tanpa izin dari penulis. IPB University tidak bertanggung jawab atas kesalahan atau kekeliruan yang mungkin terjadi dalam proses penulisan dan penyempurnaan laporan ini.

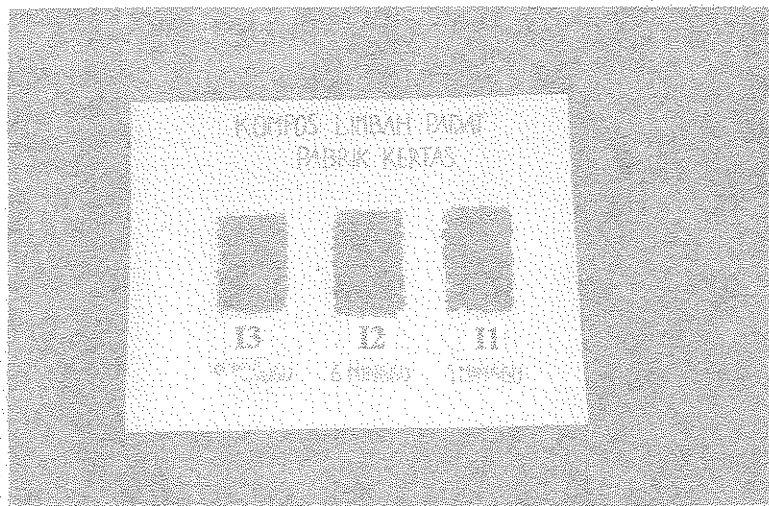




Gambar Lampiran 5. Pengaruh dosis (D) Kompos Sludge pada Umur 4 Minggu terhadap Tinggi Tanaman 5 M3T



Gambar Lampiran 6. Pengaruh Dosis (D) Kompos Sludge pada Umur 6 Minggu terhadap Tinggi Tanaman 5 M3T



Gambar Lampiran 7. Kompos Sludge pada Berbagai Umur



Tabel Lampiran 1. Analisis Pendahuluan Ultisol Kentrong (Puslittanak, Bogor)

Sifat Kimia Tanah	Metode Analisis
pH H <sub>2</sub> O : 4.4	pH Meter
pH KCl : 3.9	pH Meter
C organik : 2.8 %	Walkley dan Black
N total : 0.3 %	Kjeldahl
C/N : 10	
P tersedia : tu*	Bray-1
Ca-dd : 0.9 me/100 g	N NH <sub>4</sub> OAc pH 7
Mg-dd : 0.6 me/100 g	N NH <sub>4</sub> OAc pH 7
K-dd : 0.1 me/100 g	N NH <sub>4</sub> OAc pH 7
Na-dd : 0 me/100 g	N NH <sub>4</sub> OAc pH 7
KTK : 15.6 me/100 g	N NH <sub>4</sub> OAc pH 7
KB : 10 %	Jumlah basa-basa
Pasir : 15 %	Pipet
Debu : 41 %	Pipet
Liat : 44 %	Pipet

Ket: \*tidak terukur

Tabel Lampiran 2. Hasil Analisis *Sludge* dan Kompos *Sludge*

Sifat yang dianalisis	<i>Sludge</i>	Kompos <i>Sludge</i>		
		4 minggu	6 minggu	8 minggu
pH H <sub>2</sub> O	6.5	6.4	7.0	7.2
pH KCl	-	6.2	6.2	5.6
C organik (%)	39.58	30.75	28.30	24.60
N total (%)	0.61	1.03	1.01	1.41
C/N	64.88	30.06	28.12	17.50
P tersedia (ppm)	2.1	23.00	26.30	36.40
Ca-dd (me/100 g)	7.46	9.37	10.25	14.37
Mg-dd (me/100 g)	1.67	2.10	2.72	2.64
K-dd (me/100 g)	1.93	2.00	2.22	2.22
Na-dd (me/100 g)	0.97	1.43	1.73	1.96
KTK (me/100 g)	18.50	30.80	35.90	37.30

Tabel Lampiran 3. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Bobot Isi Tanah

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	0.0128	0.0064	22.75	0.0000 **
Dosis (D)	2	0.0560	0.0280	99.83	0.0000 **
I x D	4	0.0035	0.0009	3.13	0.0400 *
Galat	18	0.0051	0.0003		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
\* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 4. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Ruang Pori Total

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	11.938	5.966	10.89	0.0011 **
Dosis (D)	2	81.800	40.806	74.47	0.0000 **
I x D	4	8.326	2.083	3.80	0.0205 *
Galat	18	9.861	0.547		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
\* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 5. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Ruang Pori Makro

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	9.49	4.74	2.48	0.1122
Dosis (D)	2	293.31	146.66	76.56	0.0000 **
I x D	4	15.62	3.91	2.04	0.1312
Galat	18	48.91	1.92		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
\* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 6. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Ruang Pori Mikro

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	2.461	1.231	0.5551	0.5883
Dosis (D)	2	68.570	34.290	15.4700	0.0000 **
I x D	4	4.204	1.051	0.4741	0.7563
Galat	18	39.901	2.217		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
 \* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 7. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Air tersedia

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	7.156	3.578	118.80	0.0000 **
Dosis (D)	2	1.076	0.538	17.87	0.0000 **
I x D	4	0.332	0.083	2.75	0.0596
Galat	18	0.542	0.030		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
 \* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 8. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap pH H<sub>2</sub>O

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	0.5383	0.2693	79.28	0.0000 **
Dosis (D)	2	0.9686	0.4843	142.60	0.0000 **
I x D	4	0.0697	0.0174	5.13	0.0064 **
Galat	18	0.0611	0.0030		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
 \* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 9. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Nisbah C/N

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	51.379	25.689	68.41	0.0000 **
Dosis (D)	2	0.488	0.244	0.65	0.5334
I x D	4	2.192	0.548	1.46	0.2558
Galat	18	6.759	0.375		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
 \* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 10. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap P tersedia

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	1.211	0.6057	238.8	0.0000 **
Dosis (D)	2	0.477	0.2386	15.47	0.0000 **
I x D	4	0.195	0.0486	19.17	0.0000 **
Galat	18	39.901	2.217		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
 \* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 11. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap KTK

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	25.55	12.77	31.79	0.0000 **
Dosis (D)	2	203.10	101.60	252.60	0.0000 **
I x D	4	19.40	4.86	12.08	0.0000 **
Galat	18	7.23	4.02		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
 \* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 12. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Ca-dd

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	0.9871	0.4935	231.59	0.0000 **
Dosis (D)	2	0.6716	0.3358	145.30	0.0000 **
I x D	4	0.2866	0.0716	31.00	0.0000 **
Galat	18	0.0416	0.0023		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
\* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 13. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Mg-dd

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	0.1581	0.0791	76.52	0.0000 **
Dosis (D)	2	0.1414	0.0706	68.41	0.0000 **
I x D	4	0.0144	0.0036	3.48	0.0283 **
Galat	18	0.0186	0.0010		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
\* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 14. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap K-ddd

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	0.0252	0.0126	19.980	0.0000 **
Dosis (D)	2	0.2251	0.1125	178.700	0.0000 **
I x D	4	0.0049	0.0012	1.941	0.1467
Galat	18	0.0112	0.0006		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
\* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 15. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Na-dd

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	0.0332	0.0166	31.080	0.0000 **
Dosis (D)	2	0.1085	0.0542	101.700	0.0000 **
I x D	4	0.0092	0.0023	4.333	0.2374
Galat	18	0.0096	0.0005		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
\* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 16. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Tinggi Tanaman 2 MST

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	82.44	41.22	4.558	0.0245 *
Dosis (D)	2	160.90	80.46	8.897	0.0024 **
I x D	4	19.83	4.95	0.548	0.7058
Galat	18	160.80	9.04		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
\* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 17. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Tinggi Tanaman 4 MST

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	234.40	121.70	1.306	0.0254 *
Dosis (D)	2	1204.00	601.80	6.457	0.0078 **
I x D	4	96.97	24.24	0.260	0.8988
Galat	18	1678.00	93.20		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
\* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05



Tabel Lampiran 18. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Tinggi Tanaman 6 MST

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	545.8	272.9	4.358	0.0279 *
Dosis (D)	2	1564.0	782.0	12.497	0.0006 **
I x D	4	40.8	10.21	0.163	0.9521
Galat	18	1127.0	62.62		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
\* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 19. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Tinggi Tanaman 8 MST

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	637.6	318.8	5.500	0.0135 *
Dosis (D)	2	1163.0	581.5	10.030	0.0015 **
I x D	4	164.5	48.6	0.8391	0.5197
Galat	18	1043.0	57.9		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
\* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 20. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Umur dan Dosis Kompos *Sludge* terhadap Bobot Kering Tanaman Bagian Atas

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Nilai F	Nilai P
Umur (I)	2	234.90	117.50	1.962	0.1661
Dosis (D)	2	2078.00	1039.00	17.360	0.0000 **
I x D	4	59.49	14.87	0.248	0.9058.
Galat	18	1078.00	59.86		

Keterangan : \*\* sangat berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.01  
\* berpengaruh nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 21. Uji T terhadap Bobot Isi akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	0.98	3	1.89	0.1600
I1D2	0.94	3	3.77	0.0330 *
I1D3	0.93	2	8.10	0.1056 *
I2D1	0.96	4	2.31	0.0820
I2D2	0.91	3	6.02	0.0092 *
I2D3	0.86	2	9.81	0.0100 *
I3D1	0.94	3	3.66	0.0350 *
I3D2	0.90	3	6.02	0.0092 *
I3D3	0.88	2	12.86	0.0060 *
Kontrol	1.01			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 22. Uji T terhadap Ruang Pori Total akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	63.14	3	-1.89	0.1500
I1D2	65.91	3	-4.00	0.0280 *
I1D3	66.61	2	-7.79	0.0160 *
I2D1	63.77	4	-2.32	0.0820
I2D2	66.04	3	-6.02	0.0092 *
I2D3	67.67	2	-1.98	0.0100 *
I3D1	64.53	3	-3.65	0.0350 *
I3D2	66.04	3	-6.02	0.0090 *
I3D3	69.94	2	-12.63	0.0053 *
Kontrol	61.88			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 23. Uji T terhadap Ruang Pori Makro akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	30.03	3	-1.71	0.1900
I1D2	33.36	2	-3.70	0.0660
I1D3	37.27	1	-4.60	0.1400
I2D1	31.50	4	-4.86	0.0170 *
I2D2	34.39	3	-7.08	0.0050 *
I2D3	38.03	2	-9.38	0.0026 *
I3D1	30.45	3	-3.17	0.0510 *
I3D2	33.59	3	-6.55	0.0072 *
I3D3	42.39	3	-13.62	0.0009 *
Kontrol	28.44			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 24. Uji T terhadap Ruang Pori Mikro akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	33.11	3	-0.24	0.8300
I1D2	32.55	3	0.19	0.8700
I1D3	29.36	2	1.50	0.3700
I2D1	32.27	4	0.38	0.7300
I2D2	31.65	3	0.83	0.4700
I2D3	29.64	2	2.21	0.1100
I3D1	34.08	2	-1.18	0.3650
I3D2	32.45	3	0.24	0.8200
I3D3	29.21	2	2.77	0.0700
Kontrol	32.77			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 25. Uji T terhadap Air tersedia akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	10.10	3	-0.57	0.6100
I1D2	9.87	3	-9.11	0.3300
I1D3	10.40	2	-10.23	0.0900
I2D1	10.80	3	-7.18	0.0056
I2D2	10.96	3	-5.13	0.0140 *
I2D3	11.14	3	-9.45	0.0025 *
I3D1	11.02	3	-0.57	0.0049 *
I3D2	11.30	3	1.17	0.0028 *
I3D3	11.35	3	-3.05	0.0020 *
Kontrol	10.02			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 26. Uji T terhadap pH H<sub>2</sub>O akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	4.85	3	-11.56	0.0003 *
I1D2	4.96	2	-26.33	0.0007 *
I1D3	5.41	2	-16.31	0.0023 *
I2D1	4.82	2	-31.64	0.0010 *
I2D2	4.77	3	-16.17	0.0005 *
I2D3	5.20	2	-21.95	0.0021 *
I3D1	4.59	3	-20.20	0.0014 *
I3D2	4.67	2	-37.95	0.0014 *
I3D3	4.92	2	-20.99	0.0037 *
Kontrol	4.02			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

\*  
Tabel Lampiran 27. Uji T terhadap Nisbah C/N akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	10.21	3	-6.75	0.0066 *
I1D2	10.15	3	-5.85	0.0099 *
I1D3	9.77	3	-1.87	0.0160 *
I2D1	8.78	3	-4.57	0.0200 *
I2D2	8.09	3	-4.50	0.0092 *
I2D3	7.76	2	-4.19	0.5200 *
I3D1	6.50	2	-0.91	0.4600 *
I3D2	6.45	3	-0.61	0.5800 *
I3D3	7.06	3	-1.89	0.1600 *
Kontrol	6.19			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 28. Uji T terhadap P tersedia akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	1.34	3	2.91	0.1062
I1D2	1.40	2	1.49	0.2800
I1D3	1.42	3	0.00	1.0000 *
I2D1	1.53	3	-3.76	0.0330 *
I2D2	1.62	3	-8.74	0.0031 *
I2D3	1.87	3	-19.14	0.0003 *
I3D1	1.60	3	-1.17	0.0140 *
I3D2	1.93	2	-8.21	0.0150 *
I3D3	2.15	3	-21.48	0.0002 *
Kontrol	1.42			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 29. Uji T terhadap KTK akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	18.00	3	-18.06	0.0004 *
I1D2	20.27	2	-51.16	0.0000 *
I1D3	22.70	1	-41.70	0.0000 *
I2D1	18.10	2	-23.36	0.0018 *
I2D2	22.83	2	-18.58	0.0029 *
I2D3	25.27	2	-106.10	0.0000 *
I3D1	19.10	3	-37.70	0.0007 *
I3D2	21.33	3	5.05	0.0370 *
I3D3	27.37	3	-144.64	0.0000 *
Kontrol	16.20			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 30. Uji T terhadap Ca-dd akibat Perla-  
kuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	0.80	3	-0.54	0.6300
I1D2	0.85	2	-1.72	0.2300
I1D3	0.95	3	-3.05	1.0550
I2D1	0.87	2	-2.09	0.1700
I2D2	0.90	2	-2.36	0.0900
I2D3	1.13	3	-6.40	0.0077 *
I3D1	0.98	3	-3.52	0.0390 *
I3D2	1.25	2	-9.46	0.0110 *
I3D3	1.70	3	-3.05	0.0004 *
Kontrol	0.77			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05



Tabel Lampiran 31. Uji T terhadap Mg-dd akibat Perla-  
kuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	0.48	3	-1.73	0.1800
I1D2	0.59	3	-5.56	0.0094 *
I1D3	0.68	2	-11.67	0.0093 *
I2D1	0.56	3	-4.28	0.0230 *
I2D2	0.64	3	-6.22	0.0084 *
I2D3	0.71	3	-10.73	0.0017 *
I3D1	0.72	3	-9.34	0.0060 *
I3D2	0.72	3	-11.29	0.0015 *
I3D3	0.88	3	-16.37	0.0005 *
Kontrol	0.44			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 32. Uji T terhadap K-dd akibat Perla-  
kuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	0.15	3	-1.21	0.3300
I1D2	0.15	2	-1.81	0.1700
I1D3	0.32	3	-16.58	1.0005 *
I2D1	0.18	3	-3.64	0.0056 *
I2D2	0.21	3	-5.34	0.0053 *
I2D3	0.39	2	-16.26	0.0038 *
I3D1	0.17	2	-1.21	0.0170 *
I3D2	0.24	2	-1.81	0.0050 *
I3D3	0.42	2	-16.58	0.0004 *
Kontrol	0.43			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 33. Uji T terhadap Na-dd akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	0.14	3	-1.82	0.1700
I1D2	0.16	4	-3.41	0.0027 *
I1D3	0.25	3	-6.41	0.0077 *
I2D1	0.18	3	-4.91	0.0160 *
I2D2	0.17	3	-4.13	0.0261 *
I2D3	0.30	2	-13.64	0.0053 *
I3D1	0.19	3	-5.49	0.0012 *
I3D2	0.24	2	-9.62	0.0011 *
I3D3	0.34	3	-16.82	0.0000 *
Kontrol	0.09			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 34. Uji T terhadap Tinggi Tanaman 2 MST akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	55.06	3	-4.70	0.0800
I1D2	38.67	2	-3.30	0.0280 *
I1D3	41.05	2	-6.39	1.0250 *
I2D1	39.11	3	-9.53	0.0290 *
I2D2	41.21	2	-6.85	0.0271 *
I2D3	42.61	3	-13.93	0.0020 *
I3D1	38.45	2	-3.09	0.0025 *
I3D2	42.11	2	-7.68	0.0021 *
I3D3	46.89	2	-6.93	0.0008 *
Kontrol	30.78			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 35. Uji T terhadap Tinggi Tanaman 4 MST akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	58.67	2	-2.17	0.1600
I1D2	72.00	2	-9.38	0.0110 *
I1D3	77.05	2	-5.26	1.0340 *
I2D1	66.05	3	-5.41	0.0120 *
I2D2	71.45	2	-3.39	0.0400 *
I2D3	80.72	3	-9.65	0.0024 *
I3D1	66.83	3	-2.17	0.0175 *
I3D2	81.27	2	-9.38	0.0067 *
I3D3	81.67	3	-5.26	0.0004 *
Kontrol	37.89			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 36. Uji T terhadap Tinggi Tanaman 6 MST akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	93.50	3	-3.08	0.0480 *
I1D2	108.10	2	-7.07	0.0190 *
I1D3	114.90	3	-8.44	1.0049 *
I2D1	102.70	3	-6.52	0.0135 *
I2D2	111.30	3	-9.16	0.0061 *
I2D3	120.60	2	-13.68	0.0034 *
I3D1	107.50	2	-8.57	0.0160 *
I3D2	118.40	3	-12.58	0.0120 *
I3D3	123.70	3	-14.68	0.0030 *
Kontrol	62.24			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 37. Uji T terhadap Tinggi Tanaman 8 MST akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	114.70	3	-3.24	0.0080 *
I1D2	113.50	3	-4.61	0.0190 *
I1D3	130.30	3	-7.50	1.0049 *
I2D1	117.20	3	-5.52	0.0135 *
I2D2	129.40	3	-6.94	0.0061 *
I2D3	132.70	2	-8.53	0.0034 *
I3D1	124.70	2	-7.82	0.0160 *
I3D2	128.80	3	-8.92	0.0120 *
I3D3	123.70	3	-8.92	0.0030 *
Kontrol	82.78			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05

Tabel Lampiran 38. Uji T terhadap Bobot Kering Tanaman Bagian Atas akibat Perlakuan dan Kontrol

Perlakuan	Rataan	dB	Nilai T	Nilai P
I1D1	28.05	2	-3.18	0.0120 *
I1D2	39.17	2	-6.15	0.0004 *
I1D3	46.81	2	-8.44	1.0004 *
I2D1	31.01	2	-4.66	0.0430 *
I2D2	42.01	2	-4.17	0.0005 *
I2D3	53.99	2	-13.55	0.0054 *
I3D1	33.07	2	-3.05	0.0865 *
I3D2	49.23	3	-17.42	0.0250 *
I3D3	54.26	2	-8.44	0.0140 *
Kontrol	9.33			

Ket: \* berbeda nyata untuk  $\alpha$  0.05