

**PENGARUH DOSIS KOMPOS LIMBAH LUMPUR SERAT INDUSTRI PULP DAN KERTAS LEGES DAN TINGKAT LENGAS TANAH TERHADAP SIFAT FISIK TANAH REGOSOL COKLAT KELABU SINDANG BARANG (*Tropofluvent*) DAN EFISIENSI PEMAKAIAN AIR TANAMAN BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus*)**



Oleh :  
**LILIES SETYAWATI**



**JURUSAN TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
1994**



## RINGKASAN

**LILIES SETAWATI.** Pengaruh Dosis Kompos Limbah Lumpur Serat Industri Pulp Dan Kertas Leces dan Tingkat Lengas Tanah Terhadap Sifat Fisik Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang (*Tropofluvent*) dan Efisiensi Pemakaian Air Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus*). (Dibawah bimbingan **SUDARMO** dan **TAGUS VADARI**)

Usaha pengembalian bahan organik kedalam tanah akhir-akhir ini sudah semakin dibutuhkan, mengingat jumlah limbah organik yang terus bertambah setiap waktu itu belum dimanfaatkan secara optimal sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Limbah organik dari industri pulp dan kertas yang berupa limbah padat lumpur serat mengandung cukup banyak polisakarida seperti selulosa dan hemiselulosa. Bahan organik seperti ini (mempunyai C/N rasio tinggi) sangat baik bagi perkembangan sifat fisik dan ketersediaan air tanah. Salah satu jenis tanah yang mempunyai masalah dalam perkembangan sifat fisik dan ketersediaan air adalah tanah Regosol. Regosol yang merupakan tanah masih muda dan potensial itu teksturnya masih kasar, sehingga tanah ini bersifat lepas, porous dan oksidatif. Tanah yang demikian ini biasanya miskin bahan organik dan kurang dapat menahan air.

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) melihat pengaruh dosis kompos lumpur serat dari Industri Pulp dan Kertas Leces Probolinggo dan tingkat lengas tanah, serta interaksinya terhadap sifat fisik dan efisiensi pemakaian air tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang (*Tropofluvent*) dengan indikator tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus*), 2) melihat kemungkinan aplikasi teknologi tersebut sebagai salah satu alternatif pemecahan masalah limbah industri pulp dan kertas, dan sekaligus masalah konservasi tanah dan air.

Percobaan dilaksanakan di rumah kaca dengan memakai Rancangan Faktorial Acak Lengkap dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor I: tingkat lengas tanah



dengan tiga level yaitu: 100% KL ( $A_1$ ), 80% KL ( $A_2$ ) dan 60% KL ( $A_3$ ). Faktor II: dosis kompos dengan empat taraf yaitu: 0 ton/ha ( $D_1$ ), 5 ton/ha ( $D_2$ ), 10 ton/ha ( $D_3$ ) dan 20 ton/ha ( $D_4$ ). Pengaruh perlakuan dilihat dengan uji statistik sidik ragam, dengan menghitung nilai F-hitung dan nilai P (probabilitas) dengan menggunakan MSUSTAT versi 4.11. Selanjutnya untuk membandingkan pengaruh masing-masing perlakuan, dilakukan uji beda nyata terkecil (Least Significant Difference) pada level 5%. Uji korelasi dihitung dengan menggunakan MICROSTAT.

Perlakuan penurunan tingkat lengas tanah lebih berpengaruh nyata terhadap sifat fisik tanah secara umum dibandingkan dengan pengaruh peningkatan dosis kompos, sehingga kenampakan morfologi tanaman yang terlihat secara visual (foto) lebih dominan dipengaruhi oleh tingkat lengas tanah dibandingkan dengan dosis kompos. Meskipun demikian secara statistik pengaruh kedua perlakuan tersebut tergolong sangat nyata untuk semua parameter secara umum. Disamping berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, stress air juga mempengaruhi perkembangan akar dan warna daun.

Pada tingkat lengas tanah tinggi (100% KL) bahan organik terdekomposisi lebih intensif sehingga memungkinkan terjadinya agregasi termasuk penataan diri antara partikel-partikel tanah dan pengisian ruang pori oleh bahan organik, sehingga bobot isi (BI) meningkat / ruang pori total (RPT) menurun (tidak nyata), diikuti oleh menurunnya pori drainase cepat (PDC), meningkatnya pori drainase lambat (PDL) dan pori air tersedia (PAT) sangat nyata, dan membawa dampak menurunnya permeabilitas (nyata) disatu fihak; dan peningkatan air tersedia (sangat nyata) dilain fihak.

Interaksi antara tingkat lengas tanah dan dosis kompos berpengaruh sangat nyata terhadap PAT, nyata terhadap kemantapan agregat, sangat nyata terhadap TLP-pF dan nyata terhadap TLP-bio. Hal yang menarik dari interaksi ini adalah adanya titik  $A_2D_3$  (80% KL; 10 ton/ha) tempat dimana terjadi peralihan fungsi bahan organik dari yang



semula meningkatkan PAT berubah menjadi menurunkan PAT seiring dengan meningkatnya kemantapan agregat. Penurunan PAT tersebut diikuti oleh meningkatnya PTB dan akhirnya menyebabkan meningkatnya TLP-pF secara drastis.

Efisiensi pemakaian air bunga matahari dipengaruhi oleh ketersediaan air. Nilai efisiensi tertinggi terjadi pada tingkat lengas tanah tertinggi (100% KL), dan dosis kompos tertinggi (20 ton/ha).

PENGARUH DOSIS KOMPOS LIMBAH LUMPUR SERAT INDUSTRI  
PULP DAN KERTAS LECES DAN TINGKAT LENGAS TANAH TERHADAP  
SIFAT FISIK TANAH REGOSOL COKLAT KELABU SINDANG BARANG  
(*Tropofluvent*) DAN EFISIENSI PEMAKAIAN AIR TANAMAN  
BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus*)

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian

Institut Pertanian Bogor

Oleh

LILIES SETYAWATI

A 25.0786

JURUSAN TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

1994





Judul

: PENGARUH DOSIS KOMPOS LIMBAH LUMPUR SERAT INDUSTRI PULP DAN KERTAS LECES DAN TINGKAT LENGAS TANAH TERHADAP SIFAT FISIK TANAH REGOSOL COKLAT KELABU SINDANG BARANG (*Tropofluvent*) DAN EFISIENSI PEMAKAIAN TANAMAN BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus*).

Nama Mahasiswa : Lilies Setyawati

Nomor Pokok : A 25.0786

Menyetujui,

Pembimbing I

Ir Sudarmo

NIP: 131 284 622

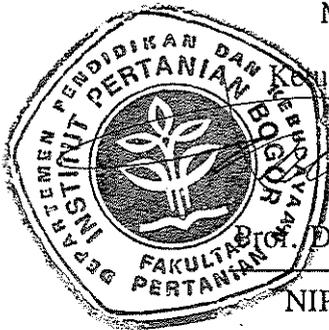
Pembimbing II

Ir Tagus Vadari

NIP: 080 098 552

Mengetahui,

Koordinator Jurusan Tanah



Dr Ir Oetit Koswara

NIP: 130 429 228

Tanggal Lulus :

07 SEP 1994



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 10 Juni 1969 di Jombang dari ayah yang bernama M. Djoni dan ibu yang bernama Wiwiek.

Pada tahun 1976 penulis masuk Sekolah Dasar Negeri Jombatan V/8 Jombang dan lulus tahun 1983. Pada tahun tersebut penulis masuk Sekolah Menengah Pertama Negeri II Jombang dan lulus tahun 1985. Selanjutnya pada tahun yang sama penulis melanjutkan sekolah di Sekolah Menengah Atas Negeri II Jombang dan lulus tahun 1988.

Pada tahun 1988 penulis memasuki Institut Pertanian Bogor melalui Ujian seleksi Sipenmaru, dan pada tahun 1989 penulis masuk Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian.

## KATA PENGANTAR

Perjalanan yang cukup panjang telah ditempuh penulis untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Segala puji syukur dan terimakasih penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan waktu yang diharapkan.

Penulis juga ingin mengucapkan banyak-banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Ir Sudarmo selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing I skripsi.
2. Bapak Ir Tagus Vadari selaku pembimbing II dalam pembuatan skripsi ini.
3. Bapak Dr Ir Suwarjo Msc. selaku ketua kelti proyek penelitian di bagian Konservasi Tanah dan Air yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan percobaan di dalam lingkungan Puslittanak Bogor.
4. Bapak Ir. Muchamad A. R. sebagai ketua bidang Litbang Lola Lingkungan PT. Kertas Leces Probolinggo yang telah memberikan kesempatan dan bimbingan selama penulis berada di lingkungan pabrik.
4. Ibu Sofia Abujamin, Ibu Neneng, Bapak Thamrin beserta seluruh staf peneliti pada bagian Konservasi Tanah dan Air Puslittanak Bogor.
5. Bapak Marjuki, Bapak Kuswanda, Ibu Titin, Bapak Abdul Muti beserta segenap karyawan di rumah kaca dan di laboratorium Fisika Tanah yang banyak membantu penulis selama bekerja di rumah kaca dan di laboratorium.
6. Ibu Ratna dan teh Titin yang telah membantu penulis selama di perpustakaan.
7. Teman-teman yang turut membantu penulis selama penelitian maupun dalam penulisan skripsi ini.

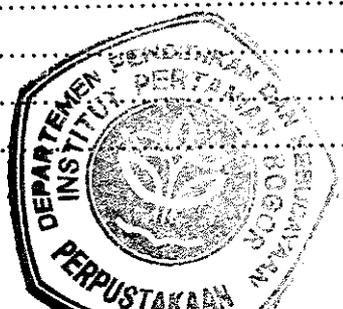
Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, tetapi diharapkan tulisan ini dapat memberikan sumbangan dan pandangan bagi alternatif pemecahan masalah limbah industri Pulp dan Kertas dan masalah konservasi tanah dan air serta lingkungan pada umumnya.

Bogor, September 1994

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
<b>PENDAHULUAN</b>	
Latar Belakang .....	1
Tujuan .....	2
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	
Lingkungan dan Pembangunan .....	3
Industri Pulp dan Kertas .....	4
Bahan Organik .....	7
Struktur dan Agregasi Tanah.....	11
Bobot Isi dan Ruang Pori Tanah.....	13
Permeabilitas Tanah .....	14
Air dan Kelembaban Tanah.....	15
Efisiensi Air Pemakaian .....	17
Regosol.....	18
Bunga Matahari .....	20
<b>BAHAN DAN METODE</b>	
Waktu dan Tempat .....	22
Bahan dan Alat.....	22
Metode .....	22
Rancangan Percobaan .....	24
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
Bobot Isi dan Ruang Pori Total .....	25
Distribusi Ruang Pori .....	26
Kemantapan Agregat.....	32
Permeabilitas .....	33
Kadar Air Titik Layu Permanen.....	34
Parameter Tanaman.....	36





Efisiensi Pemakaian Air .....	38
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
Kesimpulan .....	41
Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>45</b>

Nama Cetak: *Journal of Undergraduate*  
 E-ISSN: 2502-3530 dan ISSN: 2502-3530  
 a. Periode: 1 (satu) kali setahun  
 b. Penerbit: Institut Pertanian Bogor  
 c. Alamat: Gedung 100, Jl. Raya Pajadene, Bogor, Jawa Barat 16155  
 d. Kontak: (0251) 8622111  
 e. Email: [journal@ipb.ac.id](mailto:journal@ipb.ac.id)  
 f. Website: <http://journal.ipb.ac.id>

## DAFTAR TABEL

No	Teks	Hal
1.	BI Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	25
2.	RPT Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	26
3.	PDC Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	27
4.	PDL Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	27
5.	PAT Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	29
6.	PTB Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	31
7.	Kemantapan Agregat Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	32
8.	Permeabilitas Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Dengan Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	34
9.	Brangkasan Total Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	37
10.	Brangkasan Akar Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	37
11.	Efisiensi Pemakaian Air Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	39

### Lampiran

1.	Hasil Analisis Pendahuluan Sifat Kimia Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang. ....	45
2.	Hasil Analisis Pendahuluan Sifat Fisik Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang. ....	45
3.	Hasil Analisis Pendahuluan Kompos dan Limbah Lumpur Serat Industri Pulp dan Kertas Leces Probolinggo. ....	46
4.	Kriteria Sifat Fisik Tanah. ....	46

5. Sidik Ragam BI Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.....	47
6. Sidik Ragam RPT Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.....	47
7. Sidik Ragam PDC Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.....	47
8. Sidik Ragam PDL Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.....	47
9. Sidik Ragam PAT Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.....	48
10. Sidik Ragam PTB Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.....	48
11. Sidik Ragam TLP-pF Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	48
12. Sidik Ragam Permeabilitas Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Dengan Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ...	48
13. Sidik Ragam Kemantapan Agregat Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	49
14. Sidik Ragam Jumlah Daun Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	49
15. Sidik Ragam Tinggi Tanaman Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	49
16. Sidik Ragam Diameter Batang Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	49
17. Sidik Ragam Brangkasian Daun Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	50
18. Sidik Ragam Brangkasian Tajuk Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	50
19. Sidik Ragam Brangkasian Akar Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	50

20.	Sidik Ragam Brangkasan Total Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	50
21.	Sidik Ragam Evapotranspirasi Pelakuan Air Tanaman Bunga Matahari Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.....	51
22.	Sidik Ragam Evapotranspirasi Total Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.....	51
23.	Sidik Ragam Efisiensi Pemakaian Air Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.....	51
24.	Sidik Ragam TLP-bio Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	51
25.	TLP-pF Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.....	52
26.	TLP-bio Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.....	52
27.	Tinggi Tanaman Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	52
28.	Diameter Batang Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	53
29.	Jumlah Daun Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.....	53
30.	Brangkasan Daun Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	53
31.	Brangkasan Tajuk Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	54
32.	Brangkasan Akar Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	54
33.	Brangkasan Total Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos. ....	54

34. Evapotranspirasi Total Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengan Tanah dan Dosis Kompos. .... 55

35. Evapotranspirasi Pelakuan Air Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengan Tanah dan Dosis Kompos. .... 55

36. Sifat Fisik Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengan Tanah dan Dosis Kompos..... 56

37. Parameter Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengan Tanah dan Dosis Kompos..... 57

38. Susunan Pengolahan Data Percobaan dengan Program MSUSTAT. 58



© Hak Cipta milik IPB University  
 2019

IPB University

1. Berfungsi sebagai sumber informasi dan pengetahuan yang akurat, objektif, dan terpercaya.  
 2. Berfungsi sebagai sumber informasi dan pengetahuan yang akurat, objektif, dan terpercaya.  
 3. Berfungsi sebagai sumber informasi dan pengetahuan yang akurat, objektif, dan terpercaya.  
 4. Berfungsi sebagai sumber informasi dan pengetahuan yang akurat, objektif, dan terpercaya.  
 5. Berfungsi sebagai sumber informasi dan pengetahuan yang akurat, objektif, dan terpercaya.  
 6. Berfungsi sebagai sumber informasi dan pengetahuan yang akurat, objektif, dan terpercaya.  
 7. Berfungsi sebagai sumber informasi dan pengetahuan yang akurat, objektif, dan terpercaya.  
 8. Berfungsi sebagai sumber informasi dan pengetahuan yang akurat, objektif, dan terpercaya.  
 9. Berfungsi sebagai sumber informasi dan pengetahuan yang akurat, objektif, dan terpercaya.  
 10. Berfungsi sebagai sumber informasi dan pengetahuan yang akurat, objektif, dan terpercaya.



## DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Hal
1.	Skema Proses Pembuatan Kertas dan Pengolahan Limbahnya (pada Industri Pulp dan Kertas Leces Probolinggo.....	9
2a.	PAT Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Dosis Kompos Pada Beberapa Tingkat Lengas Tanah. ....	30
2b.	PAT Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah Pada Beberapa Dosis Kompos. ....	30
3.	PTB Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah Pada Beberapa Dosis Kompos. ....	31
4.	Kemantapan Agregat Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah Pada Beberapa Dosis Kompos. ....	33
5.	TLP-pF dan TLP-bio Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Dosis Kompos Pada Beberapa Tingkat Lengas Tanah. ....	35
6.	Hubungan Antara Evapotranspirasi dengan Berat Kering Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Dosis Kompos Pada Beberapa Tingkat Lengas Tanah.....	38
6a.	Efisiensi Pemakaian Air Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas pada Beberapa Dosis Kompos. ....	38
6b.	Efisiensi Pemakaian Air Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Dosis Kompos pada Beberapa Tingkat Lengas Tanah.....	38

### Lampiran

1.	Pengaruh Tingkat Lengas Tanah Menurut Beberapa Dosis Kompos Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang. ....	59
2.	Pengaruh Dosis Kompos Menurut Beberapa Tingkat Lengas Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang. ....	60
3a.	Tinggi Tanaman Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Dosis Kompos pada Beberapa Tingkat Lengas Tanah. ....	61
3b.	Tinggi Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah pada Beberapa Dosis Kompos. ....	61

4a. Evapotranspirasi Total Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Dosis Kompos pada Beberapa Tingkat Lengas Tanah..... 62

4b. Evapotranspirasi Total Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah pada Beberapa Dosis Kompos. .... 62

5a. Brangkasan Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos..... 63

5b. Brangkasan Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos..... 63

1. Nama Guru/Pembimbing/Universitas  
 2. Judul Penelitian  
 3. Lokasi Penelitian  
 4. Tanggal Pengumpulan Data  
 5. Tujuan Penelitian  
 6. Manfaat Penelitian



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Industrialisasi agaknya merupakan satu-satunya jalan yang harus ditempuh oleh suatu bangsa yang ingin mempercepat laju pembangunannya, meskipun mereka sadar bahwa dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh sektor industri lebih besar bila dibandingkan dengan dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh sektor pertanian. Masalah yang biasanya muncul dalam era industrialisasi adalah limbah industri yang berskala besar itu sering menjadi sorotan langsung yang dituding sebagai pencemar lingkungan yang utama. Industri Kertas Leces menghadapi masalah dalam penanganan limbah khususnya limbah padat karena jumlahnya yang cukup besar dan jenisnya bermacam-macam (Anonim, 1991). Agar tidak mencemari lingkungan, limbah yang sebagian besar berupa limbah organik ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik tanah, tempat bahan organik tersebut berasal.

Usaha pengembalian bahan organik ke dalam tanah mineral akhir-akhir ini dirasa sudah semakin dibutuhkan. Disamping karena masih banyaknya tanah mineral yang miskin bahan organik, jumlah tanah kritis yang membutuhkan bahan organik juga semakin meningkat.

Limbah organik lumpur serat industri pulp dan kertas mengandung cukup banyak polisakarida seperti selulosa dan hemiselulosa. Bahan organik seperti ini sangat baik bagi perkembangan sifat fisik dan ketersediaan air tanah. Ketersediaan air tanah mempunyai banyak masalah, disamping karena semakin kecilnya peluang air yang terinfiltrasikan kedalam tanah, kemampuan tanah dalam menyediakan air juga berbeda-beda tergantung pada jenis dan tingkat perkembangannya. Intensitas dan tingkat pemberian air dapat mempengaruhi produktifitas dan efisiensi pemakaian air.

Tanah yang mempunyai masalah dalam ketersediaan air diantaranya adalah tanah Regosol. Regosol adalah tanah muda yang berbahan induk batuan lepas (abu vulkan) sehingga teksturnya masih kasar (berpasir). Secara kimia tanah yang demikian ini mempunyai KTK kecil karena *specific surface*-nya kecil. Secara fisik tanah ini mempunyai struktur yang masih lemah dan porous, sehingga miskin bahan organik dan kurang dapat menahan air. Bahan organik dengan segala potensinya dapat membantu tanah ini untuk memperbaiki dan mengembangkan sifat fisik tanah khususnya yang menyangkut ketersediaan air.

Tanaman yang dapat hidup pada kisaran kadar air tanah yang luas salah satu diantaranya adalah bunga matahari. Menurut Doorenbos dan Kassam (1986) tanaman ini masih mampu bertahan sampai jangka waktu tertentu pada tanah yang kekurangan air sampai retensi 15 atmosfer. Meskipun demikian menurut Arnon (1972), untuk produksi yang baik kebutuhan air bunga matahari ini relatif lebih tinggi dibandingkan kebanyakan tanaman. Secara agronomis disamping berfungsi sebagai tanaman hias (hortikultur), tanaman bunga matahari ini juga menghasilkan biji yang kaya akan lemak dan protein, sehingga tanaman ini juga tergolong sebagai tanaman biji (seed crop).

### Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah: 1) untuk melihat pengaruh dosis kompos dan tingkat kadar air serta interaksinya terhadap sifat fisik tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang (*Tropofluvent*) dan efisiensi pemakaian air tanaman bunga matahari (*Helianthus annuus.*). 2) untuk melihat kemungkinan aplikasi teknologi tersebut sebagai salah satu alternatif dalam pemecahan masalah limbah industri pulp dan kertas, sekaligus masalah konservasi tanah dan air.



## TINJAUAN PUSTAKA

### Lingkungan dan Pembangunan

Kehidupan di planet Bumi ini diisi oleh berbagai makhluk hidup yang saling berinteraksi satu sama lain. Makhluk hidup secara keseluruhan merupakan penyebab terjadinya perubahan dalam sistem kehidupan yang dinamis ini, tetapi semenjak dahulu kala sebelum munculnya manusia modern, perubahan itu berjalan secara alami dengan bercirikan keseimbangan, kekontinyuan dan kelestarian. Secara sengaja ataupun tidak manusia modern dengan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mengubahnya secara berbeda. Sesungguhnya hanya dengan manusia yang baik, lingkungan dapat berkembang secara optimal dan hanya dengan lingkungan yang baik pula manusia dapat berkembang secara maksimal (Sastrawijaya, 1991).

Untuk mencapai taraf hidup yang lebih baik manusia melakukan pembangunan; pembangunan yang bertujuan untuk memerangi kemiskinan dan keterbelakangan itu ternyata dapat menimbulkan beberapa masalah lingkungan. Pembangunan dibidang industri yang sarat akan masalah lingkungan itu justru merupakan satu-satunya alternatif yang harus ditempuh oleh suatu bangsa yang ingin mempercepat laju pembangunannya, setelah ia mengalami surplus dibidang pertanian.

Selama masa PJPT I yang lalu bangsa Indonesia hanya masih berorientasi pada pertumbuhan ekonomi, sehingga hanya memperhatikan aspek ekonomi yang menguntungkan dan aspek teknik yang memungkinkan saja tanpa berpikir lebih lanjut tentang masalah lingkungannya. Pada masa PJPT II sekarang ini kesejahteraan bangsa ini sudah relatif membaik, sehingga bangsa Indonesia mulai berfikir tentang kualitas manusia beserta masalah sosial budayanya, hal ini secara langsung menyangkut masalah lingkungan hidup manusia itu sendiri.



## Industri Pulp dan Kertas

Perkembangan peradaban manusia yang semakin modern diikuti dengan peningkatan kebutuhan akan kertas, dengan demikian industri kertas-pun semakin berkembang, baik kualitas maupun kuantitasnya.

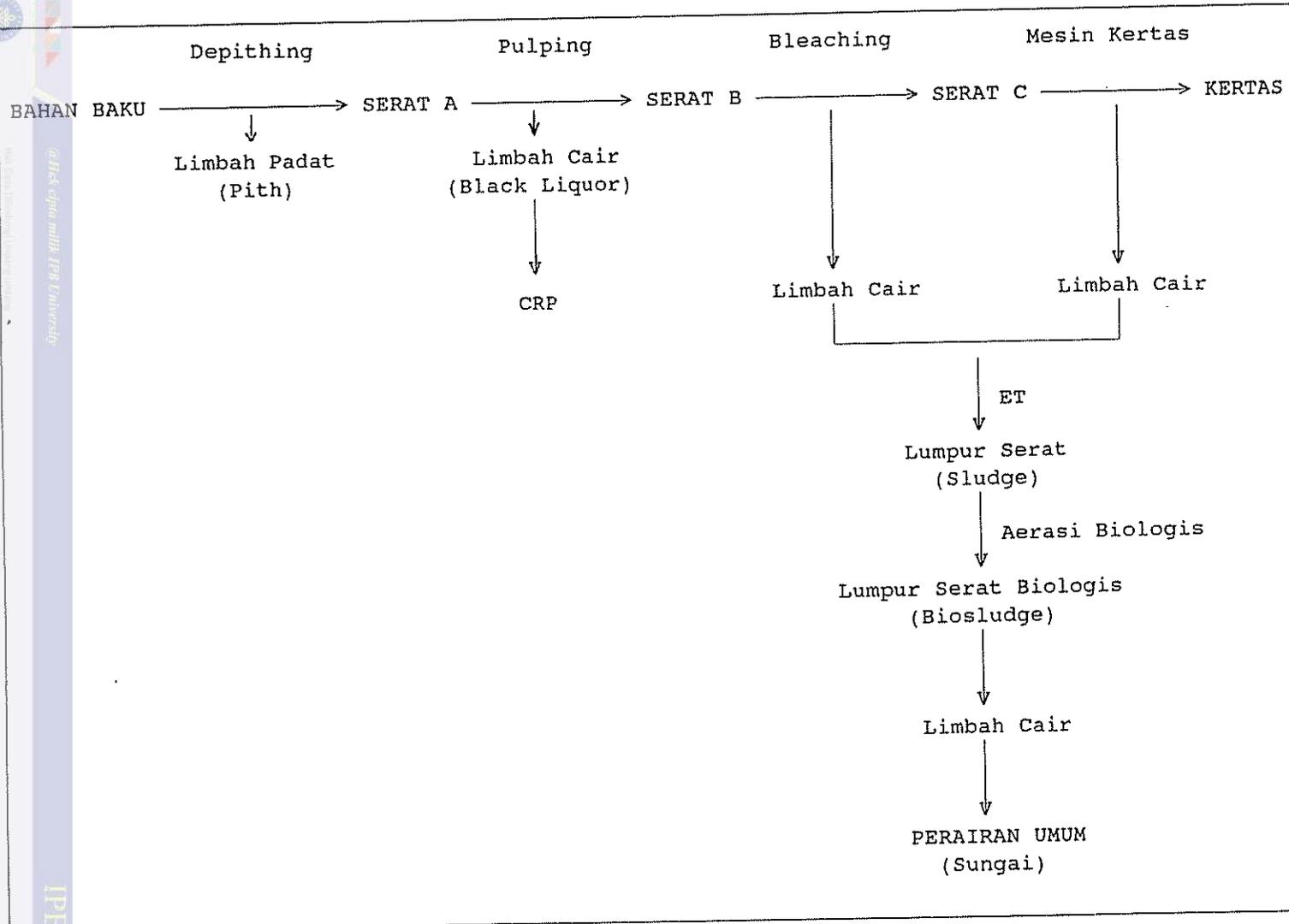
Bahan baku untuk pembuatan kertas adalah serat yang diperoleh dari bahan tanaman berkayu dari tanaman dikotil atau serat non kayu dari tanaman monokotil (*graminae*). Serat non kayu berasal dari tanaman semusim. Donald (1969) menyebutkan adanya tiga jenis tanaman ini yaitu: (1) residu pertanian, (2) tanaman yang diusahakan secara khusus sebagai tanaman serat, dan (3) tanaman dengan sedikit atau tanpa pengolahan untuk tujuan komersial. Jenis pertama meliputi jerami padi dan ampas tebu, jenis kedua meliputi bambu, rumput esparto, dan serat nanas manila, sedangkan tanaman yang termasuk dalam jenis ketiga meliputi 250.000 species yang masih tumbuh secara liar.

Bahan utama yang terkandung didalam serat adalah selulosa yaitu polisakarida yang tersusun oleh glukosa dengan ikatan  $\beta$  yang relatif kuat hingga terbentuk polimer berantai panjang. Rantai inilah yang akan memberikan bentuk dan kekuatan dari serat. Pada proses pembuatan kertas yaitu selama pemasakan dan pemutihan rantai ini akan mengalami depolimerisasi (Anonim, tidak dipublikasikan). Selulosa merupakan karbohidrat yang menempati porsi terbesar dalam dinding sel dari kebanyakan tanaman. Selulosa terdapat pada serat kulit, trakeid atau serat kayu pada tanaman tertentu. Disamping selulosa serat juga mengandung lignin, hemiselulosa, dan substansi lainnya. Pemisahan selulosa dari campuran ini adalah penting dalam pembuatan kualitas terbaik pada pulp komersial, dimana semakin tinggi prosentasi campuran, maka semakin rendah kualitas pulp (Casey, 1952).

Secara umum proses pembuatan kertas (pada Industri Pulp dan Kertas Leces Probolinggo) meliputi tahap tahap sebagai berikut: (1) persiapan bahan baku berupa

penghilangan pith (*depithing*) dan pencuciannya (*cleaning*); (2) proses pembuatan pulp meliputi pemasakan bahan baku (*pulping*), pencucian (*washing*), dan penyaringan (*screening*); (3) pemutihan (*bleaching*); dan (4) proses pencetakan dalam mesin kertas. Setiap proses ini umumnya memerlukan air dalam jumlah yang cukup besar sebagai media penghantar, pencuci bahan baku ataupun sebagai pemisah hasil pulp dari bahan kimia hasil pemasakan, oleh sebab itu limbah yang dihasilkan sebagian besar berupa limbah cair. Limbah cair tersebut diolah lagi untuk memisahkan bahan padatan (lumpur serat) dan bahan kimia residu yang masih dapat dimanfaatkan lagi.

Limbah cair dari proses *pulping* berupa lindi hitam (*black liquor*) mengandung cukup banyak lignin serta beberapa bahan kimia residu. Limbah cair ini diolah lagi dalam proses *Chemical Recovery Plant* (CRP), yaitu proses pengekstrakan kembali bahan kimia residu yang masih bisa dipakai, seperti NaOH dan CaO. Disamping itu juga dihasilkan lumpur kapur (*lime mud*). Sedangkan limbah cair dari proses *bleaching* dan mesin kertas diolah dalam proses *Effluent Treatment* (ET), yaitu serangkaian proses pengendapan yang akan menghasilkan lumpur serat (*sludge*) pada unit pengendapan I, dan lumpur serat biologis (*biosludge*) pada unit pengendapan II. Sebelum masuk unit pengendapan I dilakukan penyaringan untuk memisahkan kotoran padat yang berukuran besar, sedangkan sebelum masuk unit pengendapan II dilakukan aerasi biologis dengan memakai bakteri aerob dilengkapi dengan suatu aerator untuk suplai oksigennya. Endapan lumpur serat dan lumpur serat biologis kemudian dipres untuk memudahkan pembuangan. Sisa air dari proses ini kemudian dibuang secara langsung ke perairan bebas dan selanjutnya dipakai penduduk sekitar untuk mengairi sawah. Selain berasal dari proses perlakuan limbah cair, limbah padat juga ada yang dihasilkan secara langsung dari proses *depithing* yang berupa pith (empulur)



Gambar 1. Skema Proses Pembuatan Kertas dan Pengolahan Limbahnya (pada Industri Pulp dan Kertas Leces Probolinggo)

## Bahan Organik

Semua bahan atau material yang berasal dari makhluk hidup baik itu residunya ataupun bangkainya, pada hakekatnya adalah merupakan bahan organik. Dari manapun asalnya, baik dari tumbuh-tumbuhan, organisma dan mikroorganisma, sesungguhnya semua itu berasal dari tanah. Tumbuhan hijau-lah yang semula mengubah bahan inorganik menjadi bahan organik, sehingga tumbuh-tumbuhan dikatakan sebagai sumber asli bahan organik. Dari sinilah melalui rantai makanan, materi dan energi yang terkandung dalam bahan organik tersebut mengalir melalui hewan, manusia dan pengurai. Di dalam tanah mikroorganisme pengurai mengubah dan menguraikan lagi bahan organik tersebut menjadi komponen yang lebih sederhana berupa senyawa inorganik seperti yang semula diserap oleh tanaman. Sayangnya pengembalian bahan organik kedalam tanah ini biasanya tak secepat pengurasannya, sehingga kelancaran proses siklus materi dan energi dalam biosfer tersebut menjadi terganggu. Sebagai akibatnya nilai keseimbangan tanah menjadi turun (tanah menjadi kritis). Oleh sebab itu keberadaan bahan organik didalam tanah-tanah mineral harus dipertahankan, karena tingkat produktifitas tanah berkaitan erat dengan kandungan bahan organiknya.

Berkurangnya bahan organik didalam tanah mineral akhir-akhir ini ada hubungannya dengan perkembangan jumlah penduduk dan kebudayaan manusia. Tanah harus bersaing dengan manusia itu sendiri yang ingin memanfaatkan bahan organik tersebut untuk keperluan hidupnya semaksimal mungkin, sehingga pengembalian bahan organik ke dalam tanah menjadi tertunda atau tidak secepat seperti pengurasannya. Disamping itu adanya penemuan pupuk mineral menyebabkan para petani umumnya menjadi enggan untuk memakai pupuk alami (pupuk organik). Karena dari pupuk kimia tersebut dapat diperoleh kesuburan kimia yang lebih banyak dan lebih cepat. Untuh kepentingan pertanian yang *sustainable* tidak hanya

cukup dengan pupuk kimia saja, tetapi juga dibutuhkan bahan organik yang dapat menopang produktivitas tanah dalam jangka panjang. Bahan organik dengan segala potensinya dapat menciptakan kesuburan tanah secara alami yang ditopang oleh keadaan fisik tanah yang sehat. Dahulu kala sebelum diketemukannya pupuk mineral, kesuburan tanah tanah dipertahankan melalui penggunaan bahan organik (Anonim, 1981).

Pada dasarnya pengaruh bahan organik terhadap tanah bersifat menyeluruh, baik terhadap sifat fisik, sifat biologi, maupun sifat kimia tanah, karena ketiga sifat tanah tersebut saling berkaitan dan saling menunjang satu sama lain. Melalui sifat biologi tanah bahan organik dapat mempengaruhi sifat fisik tanah dan pada akhirnya akan menciptakan sifat kimia tanah yang sehat (kesuburan alami). Meskipun demikian Millar, Foth dan Turk (1968) mengatakan bahwa pengaruh yang baik dari bahan organik terhadap tanah dan pertumbuhan tanaman itu sebagian besar secara fisik.

Pengaruh bahan organik terhadap sifat fisik tanah diawali oleh perubahan terhadap bobot isi (BI) tanah. Kehadiran bahan organik yang mempunyai sifat ringan dan *bulky* itu secara otomatis akan berpengaruh terhadap kondisi kesarangan tanah baik pada tanah berpasir yang masih porous, maupun pada tanah liat yang cenderung padat. Keadaan fisik yang lebih baik akan memacu aktivitas hidup didalam tanah. Melalui aktivitas biologik inilah sifat-fisik tanah yang sehat terbentuk. Herudjito (1980) mengatakan bahwa, agar bahan organik itu berpengaruh secara efektif dalam meningkatkan granulasi tanah, maka bahan organik itu harus aktif. Keaktifan bahan organik ini berasal dari organisme hidup, terutama mikroorganisme yang banyak terdapat dalam tanah. Suatu kenyataan memperlihatkan bahwa agregat agregat tanah terbentuk pada saat mikroorganisme sedang aktif dalam menghancurkan dan mengubah asal bahan organik.

Agar supaya aktivitas mikroorganisma tanah tinggi, maka dibutuhkan bahan organik yang cukup banyak dan kontinyu. Penerapan bahan organik kedalam tanah selama ini hanya masih memperhatikan aspek biokimianya saja. Bahan organik (khususnya tanaman) yang dianggap sebagai sumber bahan organik yang layak bagi tanah adalah bahan organik yang mempunyai C/N rasio rendah, karena dekomposisinya lebih aman (tidak mempunyai resiko terjadinya imobilisasi nitrogen). Untuk kepentingan perkembangan sifat fisik tanah yang sehat juga dibutuhkan bahan organik yang mempunyai C/N-rasio tinggi. Dalam hal ini ada dua alasan pokok yaitu: 1) dalam keadaan "segar" bahan organik ini dapat berfungsi sebagai bahan pematang agregat tanah secara langsung (*soil conditioner*), dan 2) Bila harus terdekomposisi bahan organik ini sifatnya lebih awet (tidak cepat habis) sehingga peranannya didalam agregasi tanah lebih banyak. Menurut Herudjito (1982) kelebihan dari bahan organik sebagai *soil conditioner alami* adalah: bahan organik ini tidak sekedar memantapkan agregat tanah yang sudah terbentuk (seperti yang dilakukan oleh *soil conditioner sintetik*), tetapi juga membentuk agregat secara alami (biologis).

Salah satu contoh bahan organik yang mempunyai C/N rasio tinggi adalah lumpur serat, yang mengandung cukup banyak polisakarida seperti selulosa dan hemiselulosa. Polisakarida ini menurut Tan (1982, 1993) berpengaruh terhadap: kondisi fisik tanah, reaksi pertukaran kation (KTK) dan retensi anion (KTA), aktivitas biologis tanah, pengkkelatan logam, dan pembentukan humus. Selanjutnya Greenland *et al.* (1961, 1962); Baver (1963) dalam Tan (1982) mengatakan bahwa interaksi antara polisakarida dengan partikel tanah akan meningkatkan agregasi tanah, yaitu pembentukan struktur yang remah dari struktur granular. Alexander (1977) menyatakan bahwa peran polisakarida didalam agregasi tanah adalah dominan (faktor utama). Hal ini ada hubungannya dengan sifat hidrofob dari polisakarida tersebut yang menurut Tan (1982, 1993) dapat menunjang terjadinya flokulasi tanah. Hal yang serupa juga pernah dikemukakan Hillel (1980) yang mengatakan bahwa

sifat hidrofob dari bahan organik akan mengurangi afinitas air diantara partikel partikel tanah, dan akan mengurangi *wettability* dan *swelling*, sehingga dapat meningkatkan stabilitas agregat tanah. Polisakarida tersebut sukar dirusak (didekomposisi) karena membentuk ikatan dengan liat ataupun dengan kation-kation bebas. Bila terjadi kerusakan akibat sifat-sifat oksidatif, maka stabilitas agregat turun menjadi 30% - 90%.

Bahan organik juga dapat membantu tanah untuk meningkatkan ketersediaan air, baik itu pada tanah berpasir yang porous maupun pada tanah liat yang cenderung padat. Menurut Millar (1955) pengaruh bahan organik terhadap lengas tanah tersebut terjadi secara fisik dan secara kimia. Secara fisik pengaruh ini ada yang bersifat langsung dan ada yang bersifat tak langsung. Secara langsung adalah melalui daya jerap dari bahan organik yang bersifat seperti *sponge* itu terhadap air. Millar (1955) mengatakan bahwa pada tanah berpasir bahan organik akan mengisi ruang pori yang terlalu besar untuk dapat menahan air tersebut sehingga menjadi lebih efektif dalam menjerap air; sedangkan pengaruh tak langsung adalah melalui perbaikan struktur dan porositas tanah. Menurut Buckman dan Brady (1960) pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan air sebagian besar tidak terjadi secara langsung, melainkan melalui peranannya terhadap porositas tanah. Millar *et al.* (1968) mengatakan bahwa pada tanah berpasir bahan organik juga dapat menyatukan partikel yang cenderung lepas sehingga dapat meningkatkan retensi air; sedangkan pada tanah liat, bahan organik akan mendesak atau berada diantara partikel liat sehingga dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menyediakan air.

Secara kimia, menurut Millar (1955) pengaruh bahan organik terhadap ketersediaan air adalah menyangkut selulosa dan hemiselulosa sebagai senyawa kimia penyusun bahan organik tersebut. Selanjutnya Tan (1982) menjelaskan bahwa diantara gugus fungsional yang terkandung dalam bahan organik yang efektif dalam meningkatkan ketersediaan air tanah adalah gugus karboksil.



mikroagregat. Mikroagregat-mikroagregat ini kemudian bergabung dengan bantuan bahan penyemen tanah membentuk makroagregat yang stabil. Richard Barfield dalam Hillel (1980) mengatakan bahwa agregasi adalah flokulasi plus, maksud "plus" disini adalah sementasi.

Bahan penyemen tanah ada yang alami yang sudah ada didalam tanah dan ada yang buatan berupa senyawa kimia sintetik yang sengaja diberikan ke dalam tanah untuk memantapkan agregat tanah, sehingga biasanya lebih dikenal sebagai *soil conditioner*. Bahan penyemen tanah alami ini berupa koloid tanah yang dibedakan menjadi dua golongan yaitu koloid organik dan koloid anorganik. Koloid anorganik ini bisa berupa liat, seskuioksida dan Ca (kapur). Cara kerja bahan penyemen tersebut ada yang bekerja sendiri, dan ada pula yang bekerjasama dengan bahan penyemen lainnya. Harris et al. (1965) dalam Hillel (1980) menggambarkan cara interaksi antara berbagai bahan penyemen tanah, yang secara umum disebabkan oleh adanya ikatan hidrogen, gaya Van der Waals, gaya elektrostatis dan jembatan kation; Tan (1982) menambahkan adanya ikatan koordinasi.

Partikel liat sebelum dapat berfungsi sebagai bahan penyemen tanah, ia haruslah terflokul lebih dulu. Flokulasi ini dapat terjadi bila jarak antara partikel liat cukup dekat, sehingga memungkinkan terjadinya tarik-menarik (menurut Hillel (1980) kira-kira  $15\text{\AA}$ ). Tarik-menarik ini dapat ditimbulkan oleh dua gaya fisika kimia yaitu gaya elektrostatis dan gaya Van der Waals. Gaya elektrostatis terjadi diantara permukaan lempeng liat negatif dengan pinggir terbuka lempeng liat positif. Gaya Van der Waals yang merupakan gaya intermolekuler ini dipengaruhi oleh perilaku dari molekul air yang bersifat polar itu. Gaya ini hanya terjadi bila gaya tolak dalam lapisan ganda cukup kecil (zeta potensial kecil). Flokul-flokul yang terbentuk mula-mula masih belum stabil (masih mudah terdispersi lagi) karena susunan lempengan liat tersebut masih belum beraturan (*brush head*). Adanya pengeringan

tanah maka lempengan liat akan ditarik (diorientasikan) dan dimampatkan oleh molekul air yang bersifat polar tersebut sehingga akan terbentuk susunan yang lebih stabil (*plate condensasi*). Hadirnya  $\text{Ca}^{2+}$  atau kation polivalen lainnya juga dapat membentuk agregat (flokul) yang mantap, karena kation tersebut dapat menekan lapisan ganda sehingga terbentuk ikatan yang lebih stabil. Kekuatan ikatan dan kualitas agregat yang terbentuk tergantung pada muatan yang berperan serta jenis liat yang terlibat (Koorevar, Menelik dan Dirksen, 1982).

Pengeringan tanah dapat memberikan efek positif terhadap agregasi tanah, karena dapat terbentuk gaya kapiler yang dapat mengikat partikel-partikel tanah. Bentuk ikatan ini menurut Herudjito (1980) disebut sebagai ikatan intergranular. Ikatan ini efektif pada kadar air kritik dimana kohesi antar partikel tersebut maksimum. Sideri (1936) dalam Utomo (1985) yang mengatakan bahwa liat dapat berfungsi sebagai pengikat karena ia diadsorpsi pada permukaan butiran pasir dan setelah mengalami dehidrasi, tingkat reversibelnya sangat lambat.

### Bobot Isi dan Ruang Pori Tanah

Bobot isi (BI) adalah bobot padatan tanah tiap satuan volume tanah utuh (struktur tanah utuh yang mengandung ruang pori). BI tanah yang mencerminkan tingkat kepadatan suatu tanah ini dipengaruhi oleh tekstur dan struktur tanahnya. Tanah muda yang masih banyak dipengaruhi oleh bahan induknya, bobot isinya lebih banyak dipengaruhi oleh teksturnya (berat jenis partikelnya). Tanah berpasir biasanya didominasi oleh mineral terang yang mempunyai berat jenis partikel (BJP) yang relatif besar oleh sebab itu BI tanah berpasir biasanya lebih tinggi dari pada BI tanah berliat. Millar *et al.* (1968) mengatakan bahwa nilai BJP tanah tanah mineral biasanya berkisar antara 2.6 sampai 2.7  $\text{gr/cm}^3$  dengan nilai rata rata 2.65  $\text{gr/cm}^3$ , kecuali jika kandungan bahan organik terlalu besar.

Tanah berpasir biasanya mempunyai nilai permeabilitas lebih besar dari pada tanah berliat, karena tanah berpasir distribusi ruang porinya didominasi oleh pori makro, sedangkan pada tanah liat meskipun total porinya lebih besar tetapi didominasi oleh pori mikro.

### Air dan Kelembaban Tanah

Prilaku air dalam sistim tanah-tanaman-atmosfer yang merupakan bagian dari siklus air di alam ini dapat digolongkan menjadi tiga yaitu: (1) retensi dan gerakan air didalam tanah, (2) serapan dan translokasi air dari tanah ke tanaman, dan (3) hilangnya air ke atmosfer. Semua peristiwa ini melibatkan energi. Energi air dapat dinyatakan sebagai energi bebas, yang merupakan gabungan dari berbagai bentuk energi potensial. Dalam ilmu Fisika Dasar (Ilmu Kinetika), setiap benda mempunyai dua energi dasar yaitu Energi Kinetik dan Energi Potensial. Energi kinetik air tanah menurut Soepardi (1983) dapat diabaikan, karena gerakan air tanah dalam pori kapiler relatif lamban sehingga hanya tinggal energi potensial saja yang perlu diperhitungkan. Prawiranata, Said dan Pin (1989) menyatakan energi potensial ini sebagai energi bebas per unit volume air. Energi potensial mempunyai beberapa bentuk namun yang berperan dominan didalam sistim tanah-tanaman ada empat yaitu: potensial gravitasi, potensial matriks, potensial osmotik, dan potensial tekanan (tekanan hidrolik). Masing-masing bentuk energi potensial ini berperan dominan pada keadaan tertentu, dan perbedaan dari total energi potensial inilah yang menyebabkan terjadinya aliran air. Air bergerak dari potensial yang lebih tinggi ke potensial yang lebih rendah, namun hal ini tidak berarti selalu dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah.

Gerakan air di dalam tanah secara umum dapat dibedakan menjadi dua yaitu gerakan air jenuh dan gerakan air tak jenuh. Gerakan air tanah jenuh terjadi secara

massal melalui pori makro (pori drainase). Karena adanya gaya gravitasi, maka arah gerakan air jenuh ini cenderung kebawah. Gerakan air semacam ini terjadi pada keadaan setelah hujan lebat atau setelah ada irigasi. Air pada permukaan tanah yang mempunyai potensial lebih tinggi akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi) mengisi ruang pori tanah yang mempunyai potensial lebih rendah. Setelah seluruh ruang pori terisi air (potensial air menjadi lebih tinggi), maka air selanjutnya akan turun ke bawah menuju reservoir air bawah tanah yang dianggap berpotensi nol. Gerakan air jenuh dari atas ke bawah ini disebut perkolasi.

Setelah perkolasi berhenti maka kondisi tanah berada pada keadaan kapasitas lapang. Dalam keadaan ini terjadi retensi dan gerakan air tanah tak jenuh yaitu gerakan air tanah (*soil moisture*) secara lambat melalui lorong-lorong pori kapiler yang kontinyu. Kedua proses tersebut terjadi karena dua kekuatan yaitu adanya jerapan matriks tanah (potensial matrik) dan adanya kapilaritas. Jerapan matrik dan kapilaritas ini didukung oleh dua gaya fisik yang terjadi didalam sistim tanah ini, yaitu gaya adhesi dan gaya kohesi. Gaya adhesi yang terjadi diantara permukaan matrik tanah dengan permukaan air tanah akan menimbulkan tegangan. Tegangan ini kemudian diteruskan oleh gaya kohesi antar partikel air yang juga menimbulkan tegangan permukaan, sehingga kekontinyuan aliran air dalam pori kapiler tersebut dapat dipertahankan. Selanjutnya jumlah air yang cukup juga akan mempengaruhi kekontinyuan aliran air kapiler ini.

Berdasarkan tegangan permukaan air dalam pori kapiler tersebut, status air tanah dinyatakan dalam pF yang merupakan logaritma ( $\log_{10}$ ) dari tinggi kolom air. Dalam ilmu tanah selama ini dikenal empat tingkatan pF, masing-masing pF 1, pF 2, pF 2.54, dan pF 4.2. Air tersedia yang terletak diantara kapasitas lapang (pF 2.54) dan titik layu permanen (pF 4.2).

Titik layu permanen (TLP) menurut Baver (1959) adalah keadaan lengas tanah (*soil moisture*) dimana tanaman tidak dapat menyerap air yang cukup untuk

menunjang turgornya tanaman, dan biasanya terjadi pada tegangan 15 atm. Konsep tentang titik layu permanen ini sebenarnya masih belum jelas. Ada dua sudut pandang yang dipakai sebagai acuan untuk mengukur TLP ini yaitu dari segi tanah dan dari segi tanaman. Briggs dan Shantz (1912) dalam Baver (1959) dan Chang (1962) dalam Pranoto (1983) memandang TLP ini sebagai suatu sifat dari tanah, dan bukan dari tanaman yang dipakai untuk mengukurnya, karena semua tanaman pada tanah tertentu mereduksi kandungan air tanah kira-kira besarnya sama jika kelayuan dicapai. Sementara itu Veihmeyer dan Hendriecksen (1948) dalam Baver (1959) mengatakan bahwa nilai TLP konstan dan merupakan sifat tanah yang respon terhadap keadaan lingkungan dimana tanaman itu tumbuh; sedangkan Kutilek (1971) dalam Pranoto (1983) mengatakan bahwa TLP tergantung pada tipe tanaman disamping faktor lainnya. Pengukuran TLP di Laboratorium Fisika Tanah selama ini masih memakai tegangan pada pF 4.2. Fitter dan Hay (1991) mengatakan bahwa meskipun metoda standar dari pengukuran cara laboratorium itu berguna dalam memperbaiki hubungan air dan tanah-tanah yang berbeda, itu hanyalah suatu kemudahan atau penyederhanaan laboratorium. Dalam kenyataannya tanah akan melepaskan jumlah air yang berbeda untuk species yang berbeda pula menurut penghisapan maksimum akar-akar terhadap air didalam pori tanah.

### Efisiensi Pemakaian Air

Air tanah (*soil moisture*) masuk kedalam tanaman melalui akar, gerakan air ini disebabkan oleh adanya perbedaan potensial yang ditimbulkan oleh hisapan akar serabut. Hisapan akar tersebut ditimbulkan oleh adanya tarikan transpirasi dari daun. Melalui sistim kapiler dalam pembuluh xilem air dari akar ini naik ke atas masuk ke daun mengisi mesofil sehingga daun menjadi turgid dan proses fotosintesis dapat berlangsung. Sesungguhnya hanya sedikit sekali dari air yang diserap tanaman

itu tersangkut didalam jaringan tanaman (menurut Prawiranata et al., 1989 kurang dari 1%). Sebagian besar air ini lolos lagi ke atmosfer dalam proses transpirasi, oleh sebab itu secara biologis, tanaman disebut sebagai sistem yang tidak efisien dalam pemakaian air. Tetapi meskipun demikian adanya ini adalah merupakan hukum alam karena justru dengan adanya tarikan transpirasi inilah air beserta unsur hara diserap oleh akar sehingga bila transpirasi ini diperkecil yang terjadi selanjutnya adalah pengurangan pertumbuhan tanaman. Doorenbos et al. (1986) mengatakan bahwa produksi bahan kering maksimum tanaman terjadi pada tanaman yang mempunyai nilai evapotranspirasi maksimum juga. Fitter dan Hay (1991) mengatakan bahwa pertumbuhan tanaman dan efisiensi maksimum terjadi pada turgor maksimum.

Efisiensi pemakaian air (*water use efficiency*) menurut Brady (1990) dapat dinyatakan sebagai *T Efficiency* yang merupakan perbandingan antara bobot kering tanaman dengan transpirasi atau sebagai *ET Efficiency* yang merupakan perbandingan antara berat kering tanaman dengan evapotranspirasi. *ET Efficiency* respon terhadap semua faktor yang mempengaruhi produksi tanaman. Nilai *ET Efficiency* yang tertinggi tercapai bila air dan unsur hara cukup (tidak kurang dan tidak lebih) untuk menghasilkan bahan kering terbesar.

### Regosol

Regosol adalah tanah muda yang berkembang dari bahan vulkanik segar dan kaya akan mineral terutama dari bahan Andesitik. Tanah ini terjadi pada kemiringan tertentu, mereka berbatu atau berkerikil pada kemiringan besar dan berpasir pada kemiringan kecil atau berombak (Buring, 1970). Regosol tersebar di Sumatra Timur, Sumatra Barat, Bengkulu, Jawa, dengan bentuk wilayah berombak, bergelombang, dan bergunung agak landai (Soepraptohardjo, 1961). Sifat-sifat tanah ini lebih dominan dipengaruhi oleh bahan induknya dari pada oleh faktor faktor pembentuk tanah

lain, sehingga Throp dan Smith (1941) dalam Soepardi (1983) menggolongkan tanah ini sebagai tanah Azonal. Buringh (1970) juga mengatakan bahwa kebanyakan Regosol belum mempunyai perkembangan tanah. Tanah ini berhorison A okrik, sedangkan horison lainnya tidak ada; banyak mengandung bahan lepas, serta sedikit menahan air. Beberapa diantaranya mempunyai perkembangan lemah dengan terbentuknya horison abu abu atau gelap. Ketika hancuran iklim sedikit berlanjut, mereka menjadi lebih kekuning kuningan atau tanah abu coklat terang (Dames, 1949 dalam Buring, 1970).

Atmosentono (1968) membedakan Regosol disekitar Bogor menjadi dua macam yaitu; (1) Regosol Coklat Kekelabuan, dengan kriteria sebagai berikut; lapisan atas coklat kekelabuan, pasir berlempung, remah sampai berbutir tunggal, dan gembur. Lapisan bawah coklat kekelabuan sampai coklat tua, berpasir, berbutir tunggal sampai pejal, dan lepas. Karatan besi terdapat mulai pada kedalaman 20 cm, muka air tanah dalam. Reaksi tanah agak masam di lapisan atas, dan netral di lapisan bawah. Kadar zat organik dan N sangat rendah, P tinggi, K sangat rendah. Bahan induk pasir volkan bersusunan Piroksin-Andesit. Susunan mineral fraksi pasir terdiri dari mineral lapuk, Plagioklas intermedier, Gelas Volkan, dan Piribol. Cadangan mineral tinggi. Bentuk wilayah berombak.

Jenis yang kedua adalah Regosol Coklat. Lapisan atas coklat, lempung berdebu, remah dan gembur. Lapisan bawah berwarna coklat, lempung berpasir, pejal, teguh sampai sangat teguh. Kerikil dan batu kecil terdapat mulai kedalaman 7 cm. Reaksi tanah dipermukaan masam, kebawah agak masam. Kadar zat organik dan N tinggi sampai agak tinggi, P tinggi dan K rendah. Bahan induk pasir volkan bersusunan Piroksin-Andesit, susunan mineral fraksi pasir terdiri dari lapukan mineral, fragmen fragmen plagioklas, gelas volkan dan piribol. Cadangan mineral agak tinggi sampai sedang. Bentuk wilayah dari berombak sampai bergelombang.

## Bunga Matahari (*Helianthus annuus*)

Bunga matahari termasuk tanaman herba setahun yang tumbuh tegak dengan tinggi antara 1 sampai 2 meter. Batangnya tunggal berbulu dan sukulen pada waktu muda dan semakin mengeras dan bercabang pada waktu tua. Daunnya juga berbulu dan mempunyai dua macam bentuk. Bentuk pertama oval dan tersusun saling berhadapan-hadapan, sedangkan jenis kedua berbentuk *kordate* dan tersusun spiral dengan ukuran yang lebih besar. Disetiap ketiak daun muncul tunas adventiv yang akan membentuk anak cabang pada batang tunggal tersebut. Bunga matahari termasuk bunga bongkol (*head*) yang muncul disetiap ujung batang (tipikal), mahkota bunga berwarna kuning tersusun disekeliling bongkol. Pada setiap ujung bakal biji yang menyusun bongkol terdapat bunga kecil-kecil, oleh sebab itu bunga matahari ini termasuk dalam keluarga bunga majemuk (*kompositae*).

Tanaman ini mempunyai sistim perakaran yang baik, terdiri dari akar tunjang yang kuat dan menurut Doorenbos et al. (1986) dapat menembus sampai kedalaman 3 meter, serta mempunyai akar samping yang tersebar memenuhi ruang perakaran. Pertumbuhan akar tersebut akan berhenti secara keseluruhan pada saat berbunga (Arnon, 1972). Sistim perakaran yang baik serta permukaan daun yang relatif luas, menyebabkan tanaman ini cukup efisien dalam pemakaian air (tergolong dalam tanaman C<sub>4</sub>). Kebutuhan air dari bunga matahari bervariasi dari 600 mm sampai 1000 mm, tergantung pada iklim dan panjang hari dari total masa pertumbuhan. Evapotranspirasi bertambah sejak saat tumbuh tegak sampai saat pembungaan dan dapat mencapai 12 hingga 15 mm/hari. Laju evapotranspirasi yang tinggi dipertahankan selama perkecambahan dan pada periode pematangan (Doorenbos et al., 1986). Untuk produksi yang baik kebutuhan air dari bunga matahari ini relatif tinggi dibandingkan dengan kebanyakan tanaman (Arnon, 1972). Meskipun demikian tanaman ini juga mampu bertahan selama jangka waktu tertentu pada tanah yang kekurangan air sampai tegangan diatas 15 atm. Presentasi air yang dikonsumsi

berbeda beda tiap periode pertumbuhan yaitu kira kira 20% selama periode vegetatif, 55% selama periode pembungaan, dan dipertahankan 25% selama pembentukan biji dan periode pematangan (Doorenbos *et al.*, 1986).

Biji bunga matahari merupakan sumber minyak yang rendah kadar kolesterol yang terpenting nomor dua setelah kedelai. Varietas yang berukuran lebih besar tetapi lebih rendah kadar minyaknya digunakan sebagai pakan ternak dan makanan ringan manusia yang berprotein tinggi. Kandungan minyak dari biji bunga matahari ini sekitar 25% sampai 35% dengan komposisi 44% - 77% asam linoleat (asam tak jenuh), dan 12% - 20% protein (Purgeslove, 1981). Pengolahan minyak biji bunga Matahari ini relatif lebih mudah dibandingkan dengan lainnya. Minyak tersebut dapat digunakan sebagai minyak goreng, margarin, minyak cat dan kosmetika (Arnon, 1972). Namun pemakaian tersebut di Indonesia belum populer. Selama ini tanaman bunga matahari masih dikenal sebagai tanaman liar yang kemudian berkembang sebagai tanaman hias namun belum mencapai ke tingkat tanaman minyak.





## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Percobaan ini dilaksanakan di Rumah Kaca Puslittanak Sindang Barang, mulai bulan Mei 1993 sampai dengan bulan Agustus 1993. Analisa laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah dan Air Puslittanak Bogor.

### Bahan dan Alat

Bahan bahan yang dipakai dalam percobaan ini adalah: tanah Regosol Coklat Sindang Barang, kompos limbah padat lumpur serat dari Industri Pulp dan Kertas Leces Probolinggo, benih bunga matahari, urea, TSP, KCL, pestisida yaitu: Delsene, Benlate, dan Supracide.

Peralatan yang dipakai dalam percobaan adalah: timba plastik hitam yang berlubang didasarnya, busa, kassa plastik, meteran, botol semprot, dan timbangan; Sedangkan peralatan yang dipakai untuk pengolahan data adalah: kalkulator dan seperangkat komputer dengan menggunakan software WS versi 6, LOTUS 123 versi 2.4, MIKROSTAT dan MSUSTAT versi 4.11.

### Metode

Percobaan ini terdiri dari dua set yaitu satu set pot besar yang ditanami dan satu set pot kecil yang tidak ditanami. Perlakuan merupakan kombinasi antara dua faktor yaitu: (1) tingkat lengas tanah yang terdiri dari tiga taraf yaitu:  $A_1 = 100\%$  kapasitas lapang (100% KL),  $A_2 = 80\%$  KL, dan  $A_3 = 60\%$  KL; (2) dosis kompos yang terdiri dari empat taraf yaitu:  $D_1 = 0$  ton/ha,  $D_2 = 5$  ton/ha,  $D_3 = 10$  ton/ha,  $D_4 = 20$  ton/ha. Kombinasi tersebut adalah  $A_1D_1, A_1D_2, A_1D_3, A_1D_4, A_2D_1, A_2D_2, A_2D_3, A_2D_4, A_3D_1, A_3D_2, A_3D_3, A_3D_4$ .

Tanah yang lolos ayakan 2 mm dimasukkan kedalam pot dengan ukuran 8,0 kg BKM untuk pot besar yang akan ditanami, dan 3,5 kg BKM untuk pot kecil yang tidak ditanami. Kompos yang sudah kering dan halus dicampur sampai rata dengan tanah tersebut berdasarkan dosis yang telah ditetapkan, kemudian diinkubasi selama 1 minggu. Bibit bunga matahari yang berumur 3 hari ditanamkan 3 bibit tiap pot. Pupuk diberikan 1 minggu setelah tanam (MST) sekaligus dengan dosis 100 kg N/ha, 50 kg P/ha, dan 75 kg K/ha. Pada umur 2 MST dilakukan penjarangan (2 tanaman tiap pot)

Selama masa inkubasi sampai dengan 2 MST kondisi tanah dalam pot besar maupun kecil dipertahankan dalam keadaan kapasitas lapang, setelah itu kadar air disesuaikan dengan perlakuan. Penyiraman selanjutnya sesuai dengan dosis pada kadar air yang telah ditentukan, sampai dengan akhir masa vegetatif tanaman bunga matahari. Setelah itu pada pot besar yang ada tanamannya dilakukan penjenuhan, kemudian dibiarkan sampai kadar air turun sampai mencapai titik layu permanen (TLP secara lapang atau secara biologis ) lalu diambil sampel tanah untuk ditetapkan kadar airnya (kadar air TLP-bio).

Proteksi tanaman dilakukan sesuai dengan kondisi serangan dengan menggunakan Delsene untuk penyakit Rebah Kecambah (*dumping off*), Benlate untuk penyakit Embun Tepung (*powdery mildew*), dan Supracide untuk hama kutu kuning dan kutu merah.

Parameter sifat fisik tanah yang diamati adalah; bobot isi, ruang pori total, distribusi ruang pori, permeabilitas, kemantapan agregat dan kadar air titik layu permanen secara laboratorium (pF 4.2 ) dan secara lapang (biologis).

Parameter tanaman yang diamati adalah; tinggi tanaman dan jumlah daun setiap 10 hari sekali, bobot brangkasan pada akhir panen, serta evapotranspirasi tanaman setiap harinya.

### Rancangan Percobaan

Rancangan Percobaan yang dipakai adalah Rancangan Faktorial Acak Lengkap dengan 2 faktor dan 3 ulangan (Steel dan Torrie, 1980).

Model rancangannya adalah:  $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$ , dengan;

$i = 1, 2, 3$

$j = 1, 2, 3, 4$

$k = 1, 2, 3.$

$Y_{ijk}$  = Respon terhadap tingkat kadar air ke-i, dosis kompos ke-j dan ulangan ke-k

$\mu$  = nilai tengah umum

$\alpha_i$  = pengaruh perlakuan tingkat kadar air ke-i

$\beta_j$  = pengaruh perlakuan dosis kompos ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$  = interaksi perlakuan antara tingkat kadar air ke-i dan dosis kompos ke-j

$\epsilon_{ijk}$  = galat baku

Pengaruh perlakuan dilihat dengan uji statistik sidik ragam, dengan menghitung nilai F-hitung dan nilai P (Probabilitas) dengan menggunakan MSUSTAT versi 4.11. Selanjutnya untuk membandingkan pengaruh masing masing perlakuan dilakukan uji beda nyata terkecil (Least Significant Difference) pada level 5 % (MSU-STAT). Untuk uji korelasi, dipakai MIKROSTAT. Susunan Pengolahan data dengan menggunakan MSUSTAT tercantum pada Tabel Lampiran 38.

Tabel 2. RPT Tanah Regosol Coklat Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... % volume .....				
100	52,08	50,57	48,55	48,80	50,00
80	52,95	51,82	51,45	51,07	51,83
60	52,45	52,33	51,70	51,19	51,92
Rataan	52,16	51,57	50,57	51,36	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0.05$

### Distribusi Ruang Pori Tanah

Tingkat lengas tanah berpengaruh sangat nyata terhadap pori drainase cepat (PDC) ataupun pori drainase lambat (PDL), tetapi responnya berlawanan. Pada tingkat lengas tanah tinggi (100% KL) PDC menurun, sementara itu PDL meningkat (Tabel 3 dan 4). Hal ini ada hubungannya dengan ukuran ruang pori. Pori makro (PDC) yang keadaannya lebih lemah dibandingkan dengan pori yang ukurannya lebih kecil (PDL), akan lebih rentan sehingga lebih mudah berubah selama proses agregasi tanah, sehingga jumlahnya menjadi berkurang sementara itu PDL menjadi bertambah. Semakin besar ukuran ruang pori maka proporsi partikel berukuran kecil (liat) yang berpotensi sebagai bahan penyemen semakin kecil, sehingga secara otomatis kemandapan ruang pori juga semakin kecil (lemah).

Kedua pori drainase tersebut memberikan respon yang sama terhadap perlakuan dosis kompos (menurun dengan meningkatnya dosis kompos), tetapi respon PDL lebih nyata dibandingkan dengan PDC, hal ini juga ada hubungannya dengan ukuran ruang pori. Ukuran pori yang lebih kecil secara otomatis akan lebih mampu menahan bahan organik (secara fisik). Disamping itu juga dapat ditinjau secara kimia, yaitu dari peran liat sebagai partikel penjerap. Semakin kecil ukuran ruang pori maka semakin besar proporsi liat sebagai partikel penyusunnya, sehingga

semakin besar pula daya jerap ruang pori tersebut. Peningkatan dosis kompos sampai 10 ton/ha dapat menurunkan PDL secara nyata.

Tabel 3. PDC Tanah Regosol Coklat Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... % volume .....				
100	15,96	15,15	14,87	12,59	14,64a
80	15,79	16,43	15,95	15,35	15,88a
60	19,76	20,61	18,58	17,88	19,19b
Rataan	17,19	17,49	16,58	15,02	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0.05$

Tabel 4. PDL Tanah Regosol Coklat Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... % volume .....				
100	8,73	5,97	5,76	4,21	6,17b
80	7,29	6,70	6,01	6,72	6,68b
60	4,68	4,48	3,93	4,43	4,38a
Rataan	6,90b	5,72ab	5,23a	5,12a	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0.05$

Pori air tersedia (PAT) sangat dipengaruhi oleh tingkat lengas tanah yang diberikan (Tabel 5.). PAT tertinggi terjadi pada lengas tanah 100% KL, hal ini disebabkan karena tingkat lengas tanah yang tinggi tersebut memungkinkan terjadinya agregasi dan pengisian ruang pori oleh bahan organik pada ruang pori tanah. Penurunan tingkat lengas tanah sampai 80% KL berpengaruh sangat nyata terhadap turunnya PAT. Hal ini disebabkan karena pada tingkat lengas tanah tersebut tidak memungkinkan terjadinya agregasi dan pengisian ruang pori seperti diatas, karena struktur tanah lebih mantap karena pengaruh desikasi tanah.

Sebagai faktor tunggal, dosis kompos belum berpengaruh nyata terhadap PAT, tetapi interaksinya dengan tingkat lengas tanah berpengaruh sangat nyata terhadap PAT. Hal ini terlihat pada Gambar 2a. dan 2b. Pada Gambar 2a. terlihat bahwa pada tingkat lengas tanah 100% KL PAT meningkat, dengan meningkatnya dosis kompos; sedangkan pada tingkat lengas tanah yang lebih rendah (dimulai pada titik 80% KL; 10 ton/ha) PAT berubah arah menjadi menurun. Meningkatnya PAT pada tingkat lengas tanah 100% KL ini disebabkan karena semakin intensifnya agregasi dan pengisian ruang pori tanah. Proses ini didukung oleh bahan organik yang terdekomposisi lebih intensif pada tingkat lengas tanah yang tinggi ini. Millar *et al.* (1968) mengatakan bahwa pada tanah berpasir bahan organik dapat menyatukan partikel tanah yang cenderung lepas, sehingga dapat meningkatkan retensi air. Millar (1955) juga mengatakan bahwa pada tanah berpasir bahan organik akan mengisi ruang pori tanah yang tadinya terlalu besar untuk dapat menahan air, berubah menjadi lebih mampu menjerap air (memperkecil ruang pori yang terlalu besar.).

Pada lengas tanah rendah PAT berubah arah menjadi menurun. Hal ini disebabkan karena bahan organik tidak lagi terdekomposisi melainkan mengalami dehidrasi (kemantapan agregat tanah meningkat). Peralihan fungsi bahan organik ini terlihat jelas mulai pada titik (80% KL; 10 ton/ha). Pada Gambar 2b. juga terlihat bahwa penurunan PAT yang terjadi karena turunnya kadar air tanah hanya terjadi pada tanah yang diberi bahan organik saja. Pada tanah yang tidak diberi bahan organik (kontrol), turunnya kadar air justru mengakibatkan meningkatnya PAT. Hal ini disebabkan karena lapisan air diantara partikel liat menipis sehingga akan menarik partikel-partikel tersebut lebih mendekat satu sama lain (terjadi pengkerutan tanah). Pengkerutan tanah ini dapat memperkecil ukuran pori sehingga dapat meningkatkan PAT. PAT terendah terjadi pada kombinasi perlakuan  $A_1D_1$  (100% KL; 0 ton/ha), hal ini disebabkan karena tidak adanya bahan organik yang memungkinkan terjadinya agregasi dan pengisian ruang pori. PAT tertinggi terjadi pada kombinasi perlakuan  $A_1D_3$  (100% KL; 10 ton/ha).

Tabel 5. PAT Tanah Regosol Coklat Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... % volume .....				
100	8,45a	11,66bcd	12,33d	12,02d	11,10b
80	10,71abcd	10,65abcd	9,59ab	9,45ab	10,10abc
60	10,38abcd	8,86a	9,87abc	9,43ab	9,63ab
Rataan	9,85	10,37	10,60	10,30	

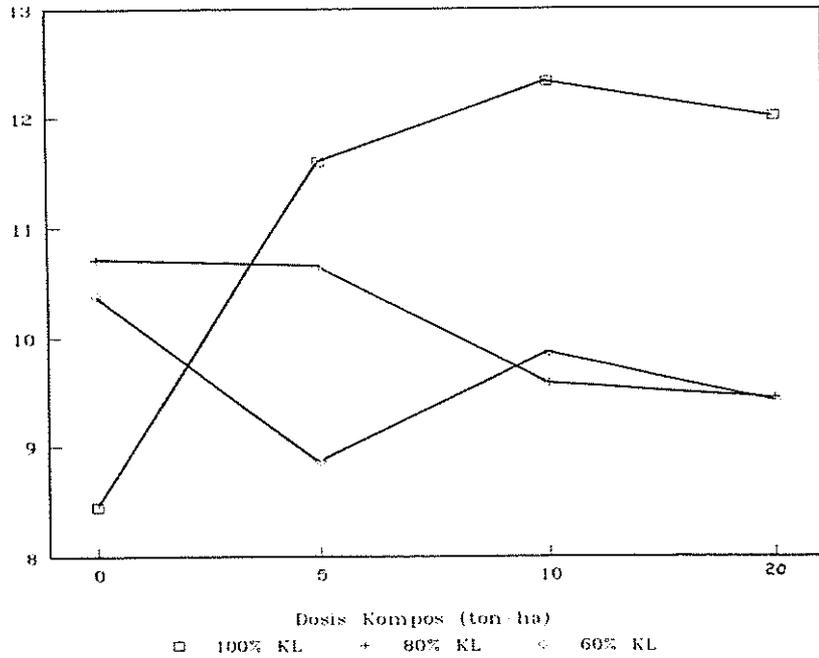
Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0.05$

Tingkat lengas tanah tidak berpengaruh nyata terhadap pori tak berguna (PTB), tetapi dosis kompos berpengaruh nyata (Tabel 6.). Hal ini ada hubungannya dengan pengisian bahan organik dalam ruang pori tanah seperti tersebut diatas, sehingga perilaku PTB tersebut juga dipengaruhi oleh pori yang berukuran diatasnya, terutama PAT.

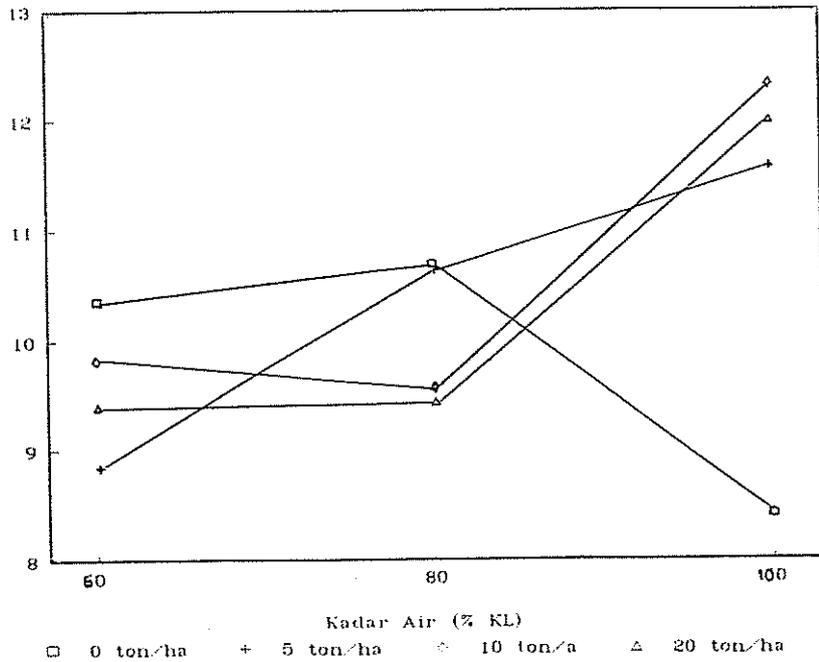
Pada Gambar 3. terlihat bahwa pada tingkat lengas tanah 100% KL, nilai PTB pada 0 ton/ha (kontrol) lebih tinggi dari 5 ton/ha, hal ini disebabkan karena keadaan struktur tanah pada kontrol tersebut masih belum terbentuk (benar-benar dalam fase nol) sehingga liatnya terkonsentrasi dibawah karena tercuci oleh air siraman, sehingga PAT kecil dan PTB besar. Kehadiran kompos 5 ton/ha cukup bagi tanah untuk memacu liat beragregasi sehingga PAT dapat meningkat dan PTB menurun. Peningkatan dosis kompos selanjutnya mengakibatkan meningkatnya PAT dan PTB (dilain fihak PDC dan PDL menurun). Millar *et al.* (1968) mengatakan bahwa pada tanah liat bahan organik akan mendesak (berada diantara) partikel liat sehingga akan meningkatkan ketersediaan air (memperbesar ruang pori yang terlalu kecil).

Pada tingkat lengas tanah 80% KL, penurunan PAT yang terjadi pada dosis kompos 10 ton/ha (Gambar 2a.) berpengaruh terhadap meningkatnya PTB pada Gambar 3. ini. Inversi yang serupa juga terjadi pada tingkat lengas tanah 60% KL (naik turunnya PAT berpengaruh pada PTB).





Gambar 2a. PAT Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Dosis Kompos Pada Beberapa Tingkat Lengah Tanah.



Gambar 2b. PAT Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengah Tanah Pada Beberapa Dosis Kompos.



### Kemantapan Agregat

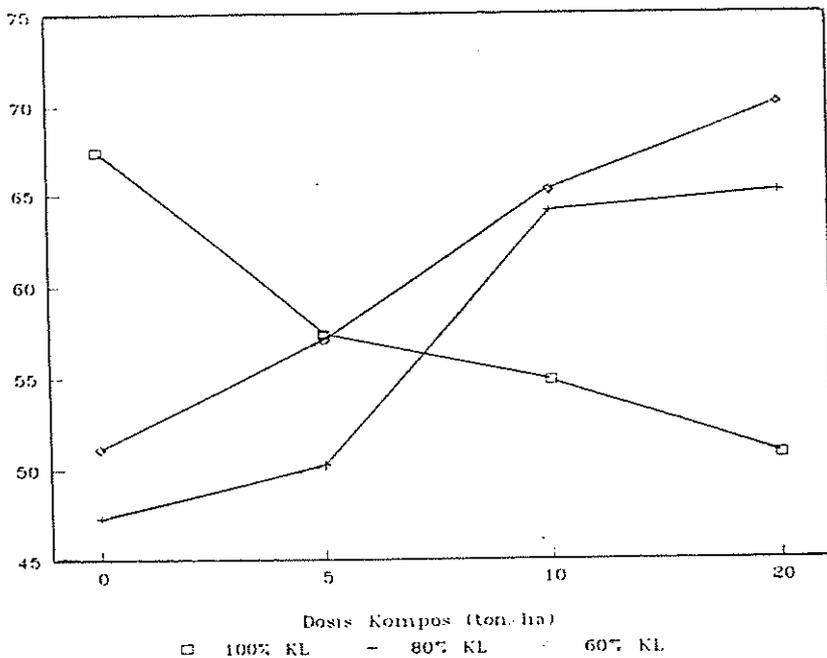
Sebagai faktor tunggal ternyata pengaruh dari masing masing perlakuan yang diberikan tidak dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap kemantapan agregat. Meskipun demikian ternyata hasil interaksi antara keduanya dapat berpengaruh nyata dalam meningkatkan kemantapan agregat, Hal ini terlihat pada Gambar 4. Pada Gambar 4. ini terlihat bahwa kemantapan agregat yang semula menurun (pada tingkat lengas tanah 100% KL) kemudian berubah arah menjadi naik pada tingkat lengas tanah 80% KL dan dimulai pada dosis kompos 10 ton/ha, Pada titik ini juga terjadi perubahan arah pada grafik PAT (Gambar 2b.). Peningkatan kemantapan agregat ini ada hubungannya dengan penurunan PAT diatas. Pada keadaan kering (80% KL dan 60% KL) bahan organik (polisakarida) tertarik lebih dekat ke permukaan matriks tanah (mengalami dehidrasi) dan berubah fungsi menjadi bahan penyemen. Hal tersebut dijelaskan oleh Hillel (1980) yang mengatakan bahwa sifat hidrofob dari bahan organik yang dapat mengurangi afinitas air diantara partikel tanah akan mengurangi *wettabilitas* dan *swelling*, sehingga dapat meningkatkan stabilitas agregat. Hal yang serupa juga dikatakan oleh Tan (1982, 1993) mengatakan bahwa dengan berinteraksi dengan liat, polisakarida akan mempengaruhi serapan air dari permukaan liat (bersaing) sehingga akan mengurangi *wettabilitas* dan *swelling*, sehingga akan meningkatkan sementasi tanah.

Tabel 7. Kemantapan Agregat Tanah Regosol Coklat Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				
	0	5	10	20	
100	67,42bc	57,40abc	54,83abc	50,79ab	57,61
80	46,29a	50,22ab	64,09abc	65,17abc	56,69
60	51,10abc	57,09abc	65,30abc	70,12c	60,90
Rataan	55,27	54,90	61,40	62,03	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0.05$

Tingkat lengas tanah yang tinggi (100% KL) menyebabkan bahan organik tersebut tidak dapat berfungsi sebagai penyemen tanah, hal ini disebabkan karena bahan organik tersebut terdekomposisi lebih intensif. Menurut Baver (1963) dalam Tan (1982) disebabkan karena terjadinya kerusakan akibat sifat-sifat oksidatif, sehingga stabilitas agregat turun menjadi 30% - 90%.



Gambar 4. Kemantapan Agregat Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah Pada Beberapa Dosis Kompos.

### Permeabilitas

Tingkat lengas tanah berpengaruh nyata terhadap permeabilitas tanah. Pada lengas tanah tinggi (100% KL) permeabilitas rendah, sedangkan pada lengas tanah rendah (60% KL) permeabilitas tanah tetap tinggi, hal ini ada hubungannya dengan perubahan yang terjadi pada pori makro (PDC) tempat sebagian besar air diloloskan.

Peningkatan dosis kompos yang menyebabkan terjadinya kasus penyumbatan pori tanah juga berpengaruh nyata terhadap turunnya permeabilitas tanah (Tabel 8).

Tabel 8. Permeabilitas Tanah Regosol Coklat Sindang Barang dengan Perlakuan Tingkat Kadar Air dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... cm/jam .....				
100	3,56	3,16	3,06	2,84	3,16a
80	5,20	4,57	3,20	4,09	4,27b
60	5,21	5,05	4,51	2,67	4,36b
Rataan	4,66c	4,26bc	3,59ab	3,20a	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0.05$

### Kadar Air Titik Layu Permanen

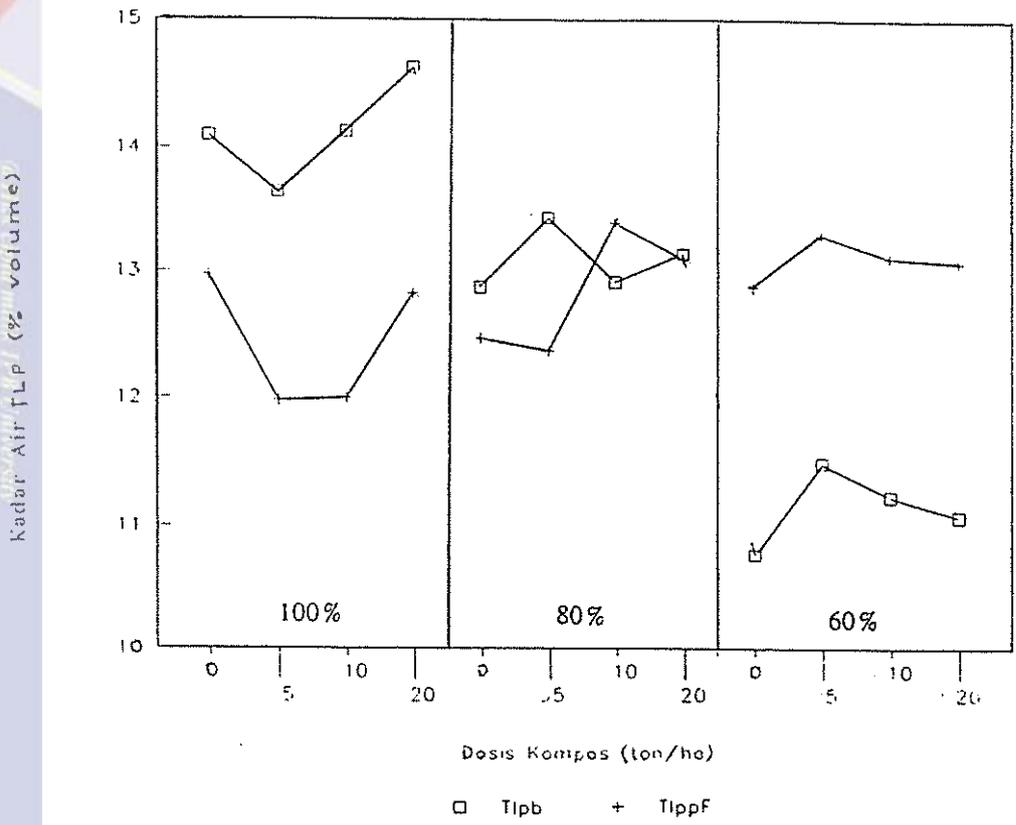
Kadar air titik layu permanen (TLP) diukur berdasarkan dua cara yaitu cara pF 4.2 (TLP-pF) dan cara biologis atau cara lapang dengan indikator tanaman bunga matahari (TLP-bio). Hasil yang diperoleh terlihat pada Gambar 5. Secara umum, dengan menurunnya tingkat lengas tanah TLP-pF naik secara nyata, sementara itu TLP-bio turun (sangat nyata). Kenaikan TLP-pF ini ada hubungannya dengan keadaan fisik tanah, terutama jumlah pori tak berguna (PTB), karena air pada pF 4.2 tersebut hanya terdapat pada ruang pori yang paling kecil tersebut. Dari perhitungan statistik ternyata didapatkan adanya korelasi positif antara TLP-pF dengan PTB sebesar 0,81294.

Besarnya TLP-bio berkaitan erat dengan kondisi tanaman khususnya yang berkaitan dengan kenampakan morfologis tanaman terutama daun, dimana sebagian besar transpirasi terjadi. Semakin besar bobot brangkasian daun, semakin cepat tanaman layu (semakin tinggi TLP-bio) dan sebaliknya. Ada korelasi positif antara TLP-bio dengan bobot brangkasian daun sebesar 0,96238, antara TLP-bio dengan evapotranspirasi total (Etp-tot) sebesar 0,80532, dan antara TLP-bio dengan Etp perlakuan air (Etp-tot - Etp inkubasi) sebesar 0,96665.

Bila dilihat secara lebih detil pada Gambar 5., terlihat bahwa dosis kompos juga berpengaruh terhadap nilai kedua TLP tersebut (meskipun pengaruh ini secara statistik belum cukup nyata). Bila ditinjau secara khusus pada setiap tingkat lengas tanah, ternyata ada pertentangan arah grafik kedua TLP yaitu pada kadar air 80% KL, sementara pada lengas tanah 100% KL dan 60% KL terdapat adanya keselarasan arah. Hal ini ada hubungannya dengan perilaku bahan organik terhadap perubahan lengas tanah (lengas tanah). Pada lengas tanah 100% KL, bahan organik ini dapat mengakibatkan meningkatnya ketersediaan air sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih pesat (meningkatkan TLP-bio). Pada lengas tanah 80% KL dan 60% KL dimana ketersediaan air menjadi rendah, TLP-bio relatif tidak terpengaruh (kecuali kontrol).

Pengaruh dosis kompos terhadap TLP-pF masih ada kaitannya dengan PTB. Pada tingkat lengas tanah 80% KL (10 ton/ha) peningkatan PTB yang cukup tajam diikuti pula oleh meningkatnya TLP-pF sampai memotong TLP-bio.

Pada lengas tanah 100% KL, nilai TLP-bio kontrol (0 ton/ha) lebih besar dari nilai TLP-bio 5 ton/ha, pertumbuhan tanaman yang lebih pesat ini semata-mata hanya disebabkan oleh suplai air yang cukup besar (nilai PAT-nya rendah). Ketika suplai air lebih kecil terutama pada tingkat lengas tanah 60% KL, terjadi hal yang berlawanan (TLP-bio kontrol justru lebih rendah) meskipun PATnya lebih tinggi. Tingginya PAT kali ini disebabkan karena adanya proses desikasi tanah dan bukan karena proses agregasi oleh bahan organik, sehingga air yang jumlahnya terbatas tersebut sebagian hilang menguap karena tidak ada bahan organik yang mempertahankannya. Dengan demikian tanaman tidak memperoleh cukup air dan akhirnya pertumbuhan tanaman lebih lambat (TLP-bio lebih kecil).



Gambar 5. TLP-pF dan TLP-bio Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Dosis Kompos Pada Beberapa Tingkat Lengas Tanah.

### Parameter Tanaman

Secara umum semua parameter tanaman yang diamati memberikan respon yang hampir sama terhadap kedua perlakuan. Secara statistik pengaruh keduanya tergolong sangat nyata. Tetapi secara visual pengaruh tingkat lengas tanah lebih terlihat nyata dibandingkan dengan pengaruh dosis kompos. Hal ini ada fphubungannya dengan peran air itu sendiri sebagai faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman terutama pertumbuhan vegetatif.

Ketersediaan air juga berpengaruh terhadap perkembangan akar. Pada tingkat lengas tanah tinggi perkembangan akar serabut terbesar sehingga bobot kering akar menjadi besar. Sedangkan pada keadaan stres air akar serabut tidak berkembang.

Yang berkembang justru akar tunjang meskipun hanya sedikit, sehingga total biomassa akar inipun lebih kecil.

Tabel 9. Brangkasan Total Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				
	0	5	10	20	
	..... gr .....				
100	52,11f	46,67e	49,89ef	51,29e	49,99c
80	32,97d	25,78c	26,44c	30,83d	29,00b
60	11,29ab	10,10a	13,81ab	14,67b	12,47a
Rataan	32,12cb	27,52a	30,05b	32,26c	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0.05$

Tabel 10. Brangkasan Akar Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

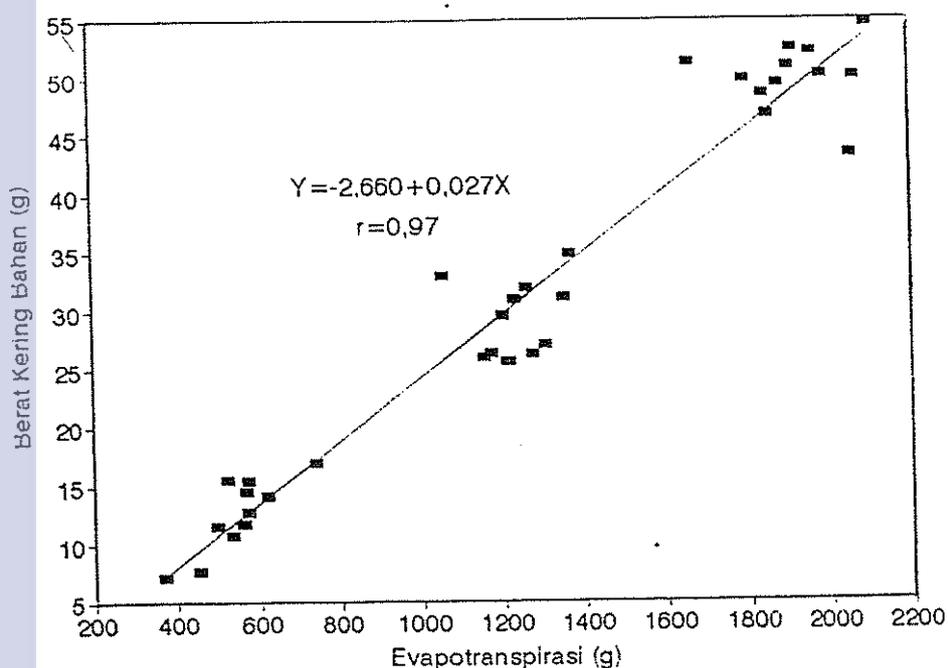
% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				
	0	5	10	20	
	..... gr .....				
100	6,93c	5,46d	7,46fc	8,37f	7,05c
80	4,73d	3,21bc	4,12dc	4,80d	4,22b
60	1,34a	1,06a	1,42a	1,94ab	1,44a
Rataan	4,33a	3,25a	4,33b	5,04c	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0.05$

Disamping berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, stres air juga mempengaruhi warna daun. Pada tingkat lengas tanah tinggi warna daun terlihat lebih muda (lebih segar) dibandingkan dengan warna daun pada tanah yang diberi stres air (hijau tua). Hal ini sesuai dengan pendapat Winter (1974) yang mengatakan bahwa sebagian besar tanaman yang tumbuh pada keadaan stres air warna daunnya lebih gelap dibandingkan dengan daun tanaman yang cukup air.

## Efisiensi Pemakaian Air

Nilai efisiensi pemakaian air pada bunga matahari ini dihitung berdasarkan evapotranspirasi (ET Efficiency); yaitu perbandingan antara berat kering tanaman (gr) dengan air evapotranspirasi (gr). Tingkat lengas tanah berpengaruh nyata terhadap nilai efisiensi pemakaian air bunga matahari ini (Tabel 10.). Nilai efisiensi tertinggi (paling efisien) terjadi pada tingkat lengas tanah tertinggi dimana ketersediaan air juga tertinggi. Ketersediaan air yang tinggi ini memungkinkan tanaman tumbuh segar (turgor maksimum). Fitter dan Hay (1991) mengatakan bahwa pertumbuhan tanaman dan efisiensi maksimum terjadi pada turgor maksimum; sementara itu Doorenbos *et al* (1986) mengatakan bahwa produksi bahan kering maksimum terjadi pada tanaman yang mempunyai nilai evapotranspirasi yang maksimum pula; hal ini terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan Antara Evapotranspirasi dengan Berat Kering Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Dosis Kompos Pada Beberapa Tingkat Lengas Tanah.

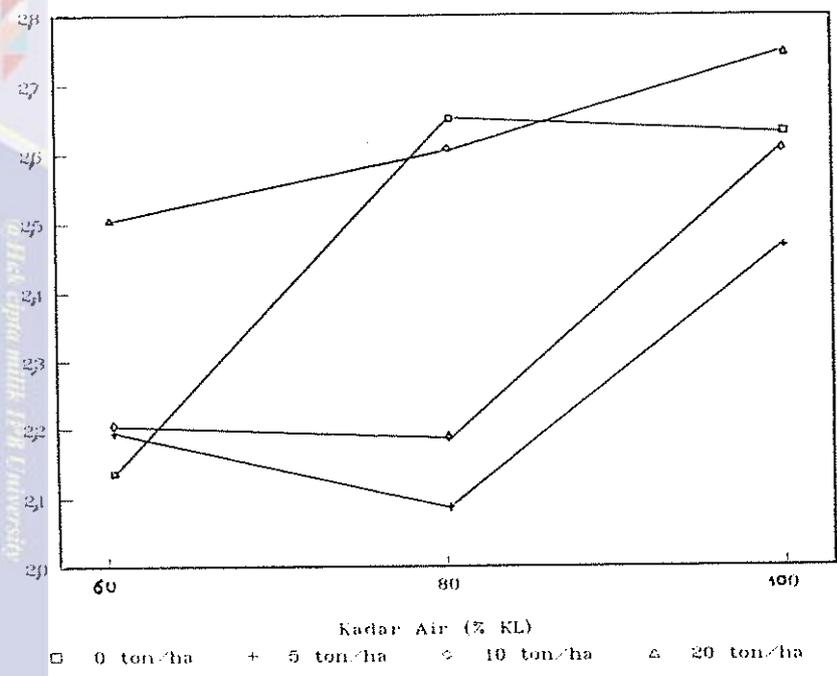
Penurunan tingkat lengas tanah sampai 80% KL yang mengakibatkan turunnya air tersedia, ternyata dapat menurunkan nilai efisiensi air secara drastis (Tabel 11.). Bila dilihat pada Gambar 7a. ternyata penurunan tersebut hanya terjadi pada tanah yang diberi kompos 5 ton/ha dan 10 ton/ha, sedangkan perlakuan kontrol dan dosis kompos 20 ton/ha masih tetap efisien. Hal ini berarti dosis kompos 20 ton/ha tersebut cukup dapat menyimpan (mengkonservasi) air tersebut sehingga tidak hilang menguap tetapi dapat dipakai oleh tanaman sehingga pertumbuhan tanaman dapat lebih bagus (berat kering lebih besar). Pada kontrol, besarnya nilai efisiensi pada lengas tanah 80% KL tersebut semata-mata hanyalah pengaruh dari ketersediaan air suplai saja, sehingga ketika suplai air sangat sedikit (pada lengas tanah 60% KL) nilai efisiensinya turun drastis karena tanaman tidak cukup memperoleh air. Disamping itu juga ada kemungkinan terjadinya penguapan yang cukup besar mengingat tidak adanya bahan organik serta kondisi tanah yang porous tersebut (RPT dan PDC paling tinggi).

Dosis kompos belum berpengaruh nyata terhadap nilai efisiensi pemakaian air bunga matahari ini, tetapi ada kecenderungan peningkatan nilai efisiensi dengan meningkatnya dosis kompos (Gambar 7b.). Hal ini disebabkan karena bahan organik ini dapat membantu tanah Regosol ini dalam menyimpan (mengkonservasi) air, tetapi pengaruh ini juga dipengaruhi oleh keadaan kelembaban tanah).

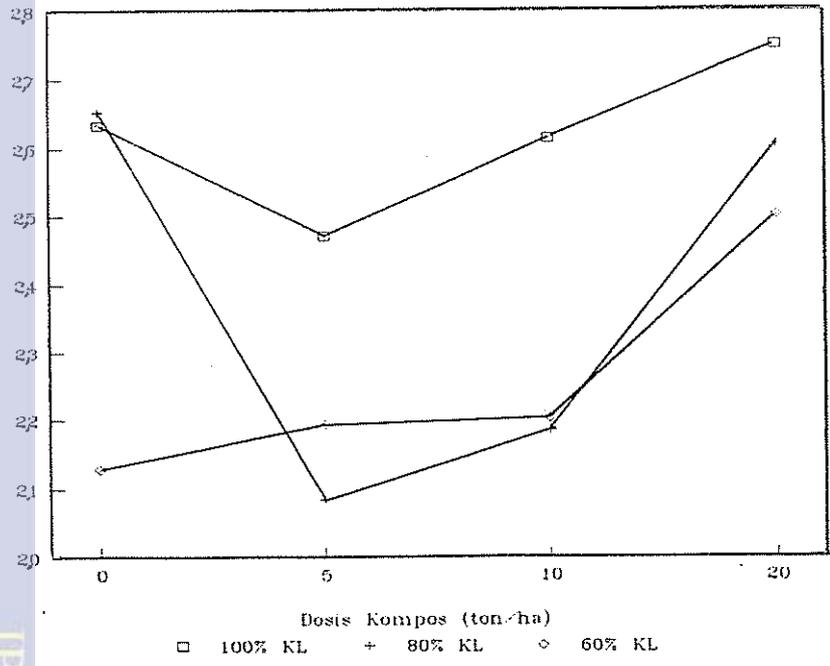
Tabel 11. Efisiensi Pemakaian Air Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

No	KA	KL	Dosis Kompos (ton/ha)				
			0	5	10	20	
			..... % .....				
	100		2,63	2,47	2,62	2,75	2,62b
	80		2,65	2,09	2,19	2,51	2,36a
	60		2,13	2,19	2,20	2,50	2,26a
	Rataan		2,47ab	2,25a	2,33ab	2,39b	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0.05$



Gambar 7a. Efisiensi Pemakaian Air Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas pada Beberapa Dosis Kompos.



Gambar 7b. Efisiensi Pemakaian Air Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Dosis Kompos pada Beberapa Tingkat Lengas Tanah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Bobot Isi dan Ruang Pori Total

Tingkat lengas tanah belum berpengaruh nyata terhadap bobot isi (BI) tanah, tetapi terdapat kecenderungan meningkatnya BI (Tabel 1.) dengan semakin meningkatnya lengas tanah. Pada keadaan lengas tanah tinggi (100% KL) BI tanah juga tinggi, hal ini disebabkan karena volume tanah menurun (tanah memadat). Pematatan ini ada hubungannya dengan pengisian ruang pori yang berukuran lebih besar oleh partikel tanah yang lebih kecil, selama proses penimbangan; sedangkan pada tingkat lengas tanah yang lebih kecil (80% KL dan 60% KL) BI tanah tetap rendah karena struktur tanah lebih mantap sehingga tidak mengalami gangguan pematatan seperti diatas.

Perlakuan dosis kompos yang diberikan belum bisa mempengaruhi BI tanah secara nyata. Hal ini disebabkan karena bahan organik yang ringan dan halus tersebut hanya mengisi ruang pori tanah yang memang sangat porous tersebut, sehingga berat tanah relatif tidak terpengaruh, sementara volume tanah tetap.

Tabel 1. BI Tanah Regosol Coklat Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... gr/cm <sup>3</sup> .....				
100	1,27	1,31	1,36	1,36	1,33
80	1,27	1,28	1,29	1,30	1,28
60	1,26	1,26	1,28	1,29	1,27
Rataan	1,27	1,28	1,31	1,32	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0.05$

Perubahan BI secara otomatis akan mempengaruhi ruang pori total (RPT) tanah. Semakin kecil BI maka RPT semakin besar, begitupun sebaliknya (Tabel 2).



## KESIMPULAN

Kedua perlakuan berpengaruh nyata/sangat nyata terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman di atasnya, tetapi secara visual dari ukuran morfologi tanaman yang terlihat, pengaruh tingkat lengas tanah terlihat lebih nyata daripada dosis kompos.

Pada tingkat lengas tanah tinggi (100% KL) bahan organik terdekomposisi lebih intensif sehingga memungkinkan terjadinya agregasi tanah termasuk pengisian ruang pori oleh bahan organik dan partikel tanah yang lebih kecil, sehingga BI meningkat / RPT menurun (tidak nyata), yang diikuti oleh menurunnya PDC, meningkatnya PDL dan PAT (sangat nyata), dan mengakibatkan menurunnya permeabilitas tanah (nyata).

Pada lengas tanah rendah (80% KL dan 60% KL) bahan organik mengalami pengembangan dan pengkerutan yang lebih intensif sehingga dapat meningkatkan kemantapan agregat.

Pada dosis kompos 10 ton/ha PDL menurun secara nyata, PAT mulai menurun (80% KL; 10 ton/ha), PTB meningkat, dan akhirnya mengakibatkan TLP-pF meningkat

Interaksi antara tingkat lengas tanah dan dosis kompos berpengaruh sangat nyata terhadap PAT, nyata terhadap kemantapan agregat, sangat nyata terhadap TLP-pF, dan nyata terhadap TLP-bio.

Efisiensi pemakaian air bunga matahari dipengaruhi oleh ketersediaan air. Nilai efisiensi tertinggi terjadi pada tingkat lengas tanah tertinggi (100% KL), sedangkan dosis kompos yang dapat mempertahankan nilai efisiensi yang tinggi adalah (20 ton/ha).



## SARAN

Untuk mencapai efisiensi pemakaian air, sebaiknya diusahakan ketersediaan air yang cukup bagi tanaman dengan cara memperbaiki sifat fisik dan kemampuan tanah dalam menyediakan air, melalui usaha konservasi tanah dan air (mengembalikan keseimbangan alam).

Untuk pemikiran jangka panjang, perlu dipertimbangkan tentang penerapan bahan organik berserat ini pada tanah muda yang oksidatif seperti Regosol ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. 2<sup>nd</sup> ed. Wiley Eastern Limited. New Delhi.
- Anny Mulyani. 1983. Klasifikasi dan Sifat-Sifat Tanah Regosol, Latosol dan Podsolik Merah Kuning di Kecamatan Ciomas Bogor. Skripsi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anonim, 1981. Management of organik recycling. in Improving Soil Fertility Through Organic Recycling. No. 16. FAO doc. New Delhi.
- Anonim, 1991. Penelitian Pemanfaatan Limbah Pabrik Kertas Leces Probolinggo. Tidak dipublikasikan.
- Arnon, I., 1972. Crop Production in Dry Region. Vol. II. Leonard Hill. London.
- Atmosentono, H., 1968. Tanah Sekitar Bogor. Lembaga Penyelidikan Tanah. Ditjen. Pertanian. Bogor.
- Baver, L. D., 1959. Soil Physics. 3<sup>rd</sup> ed. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Brady, N. C., 1990. The Nature and Properties of Soil. 9<sup>th</sup> ed. Mac Millan Publ. Co. Inc. New York.
- Buckman, H. O. and N. C. Brady. 1960. The Nature and Properties of Soil. 6<sup>th</sup> ed. Mac Millan Publ. Co. Inc. New York.
- Buringh. P., 1970. Volcanic Ash Soil of The Tropic and Sub Tropic. Agricultural University Wageningen. The Netherland.
- Casey, J. P. 1952. Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology. Vol. II. Interscience Publ. Inc. New York.
- Donald, R. G. M. 1969., Pulp and Paper Manufacture. Vol. II. Mac Graw Hill Book Co. New York.
- Doorenbos, J. and A. H. Kassam, 1986. Yield Response to Water. No. 33. FAO Doc. Rome.
- Fitter, A. H. dan R. K. M. Hay, 1991. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Terjemahan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Herudjito, D., 1980. Fisika Tanah. Dept. Ilmu Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hillel, D., 1980. Fundamental of Soil Physics. Academic Press. Inc. New York.
- Kohnke, H. dan A. R. Bertand. 1959. Soil Conservation Mac Graw Hill Book Co. New York.
- Koorevar, P., G. Menelik. and C. Dirksen, 1983. Element of Soil Physics. Dept of Soil Science and Plant Nutrition. Agricultural University Wageningen. The Netherland.
- Millar, C. 1955. Soil Fertility. 3<sup>rd</sup> ed. John Wiley and Sons. Inc. New York.

- Millar, C., E. Foth and Turk. 1968. *Fundamental of Soil Science*. 3<sup>rd</sup> ed. John Wiley and Sons. Inc. New York. 526p.
- Pranoto. 1983. *Pendugaan Ketersediaan Air dan Penelitian Potensial Tanaman untuk Pertanian Lahan Kering di Daerah Pasir Pangarayan Riau*. Skripsi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Prawiranata, W., Said H. dan Pin T. 1989. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Laboratorium Fisiologi Tumbuhan. Jilid II*. Jurusan Biologi FMIPA. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purgeslove, J. W. 1981. *Tropical Agriculture*. Longman. London.
- Rumapea, R. 1992. *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.)* Skripsi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soepraptohardjo, M. 1961. *Sistem Klasifikasi Tanah di Balai Penyelidikan Tanah Bogor*. Lembaga Penyelidikan Tanah. Ditjen. Pertanian. Bogor.
- Soedarmo, H. D. dan P. Djodjoprawiro. 1988. *Fisika Tanah Dasar*. Departemen Ilmu-Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Steel, R. G. D. and J. Torrie. 1980. *Principles dan Procedures of Statistics*. 2<sup>nd</sup> ed Mac Graw Hill Book Co. Koghakusa Ltd. Tokyo.
- Tan, K. H. 1982. *Principles of Soil Chemistry*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Tan, K. H. 1993. *Principles of Soil Chemistry*. 2<sup>nd</sup> ed. Marcel Dekker Inc. New York.
- Utomo, W. H., 1985. *Dasar-Dasar Fisika Tanah*. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Winter, E. J. 1974. *Water, Soil and The Plant*. Mac Millan Press Ltd. Hongkong.



# LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Hasil Analisis Pendahuluan Sifat Kimia Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang.

Jenis Analisis	Hasil	Metode
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	6,30	pH-meter
pH KCl (1:2,5)	5,30	pH-meter
N (%)	0,08	Kjedhal
P (ppm)	10,80	Bray-2
C-org (%)	1,13	
Basa-basa (me/100g)		NH <sub>4</sub> OAc pH 7,0
K	0,64	
Ca	9,08	
Mg	2,72	
Na	0,43	
KTK (me/100g)	18,20	NH <sub>4</sub> OAc pH 7,0
KB (me/100g)	70,70	NH <sub>4</sub> OAc pH 7,0
Aldd (me/100g)	tu	N KCl
Hdd (me/100g)	0,38	N KCl

Tabel Lampiran 2. Hasil Analisis Pendahuluan Sifat Fisik Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang.

Jenis Analisis	Hasil	Metode
Tekstur (%)		Pipet
pasir	61,67	
debu	17,41	
liat	20,92	
Bobot Isi (g/cm <sup>3</sup> )	1,12	Black et al,
Ruang Pori Total (% volume)	57,74	Volumetrik
Distribusi Ruang Pori (%)		Volumetrik
pori drainase cepat	23,43	Volumetrik
pori drainase lambat	3,90	Volumetrik
pori air tersedia	13,90	Volumetrik
Kemantapan Agregat	54,00	
Permiabilitas (cm/jam)	1,48	de Boot
Kadar Air (% berat)		
pF 1,00	25,90	PPA
pF 2,00	23,45	PPA
pF 2,54	21,35	PPA
pF 4,2	12,85	PMA

Keterangan: PPA = Pressure Plate Apparatus.

PMA = Pressure Membrane Apparatus.

Tabel Lampiran 3. Hasil Analisis Pendahuluan Kompos dan Limbah Lumpur Serat Industri Pulp dan Kertas Lececs Probolinggo.

Jenis Analisis	Hasil		Metode
	Limbah <sup>*)</sup>	Kompos	
pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	6,50	7,50	pH-meter
pH KCl (1:2,5)		6,70	pH-meter
N (%)	0,61	0,34	Kjedhal
P (ppm)	2,10	23,40	Bray-2
C-org (%)	39,58	13,85	
Basa-basa (me/100g)			NH <sub>4</sub> OAc pH 7,0
K	1,93	1,03	
Ca	7,46	14,62	
Mg	1,67	10,35	
Na	0,97	0,87	
KTK (me/100g)	18,50	27,80	NH <sub>4</sub> OAc pH 7,0
KB (me/100g)		96,60	NH <sub>4</sub> OAc pH 7,0
Aldd (me/100g)	tu	tu	N KCl
Hdd (me/100g)	0,24	0,10	N KCl

<sup>\*)</sup>Sumber: Rumapea, R. 1992. Pengaruh Pemberian Kompos Lumpur Serat (*Sludge*) Limbah Padat Industri Pulp dan Kertas yang Dikomposkan Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tanah Ultisol Kentrong Lebak, serta Pertumbuhan Jagung (*Zea Mays L.*)

Tabel Lampiran 4. Kriteria Sifat Fisik Tanah.<sup>\*)</sup>

Permiabilitas (cm/jam)		Kemantapan Agregat	
Sangat Lambat	< 0,125	Sangat tidak stabi	< 40
Lambat	0,125 - 0,500	Tidak stabil	40 - 50
Agak Lambat	0,510 - 2,000	Kurang stabiil	50 - 60
Sedang	2,010 - 6,350	Agak stabil	60 - 80
Agak Cepat	6,360 - 12,700	Stabil	80 - 200
Cepat	12,710 - 25,400	Sangat Stabil	> 200
Sangat Cepat	> 25,400		

Pori Drainase (% volume)		Pori Air Tersedia (% volume)	
< 5	Sangat Rendah	< 5	Sangat Rendah
5 - 10	Rendah	5 - 10	Rendah
11 - 15	Sedang	11 - 15	Sedang
>15	Tinggi	16 - 20	Tinggi
		> 20	Sangat Tinggi

<sup>\*)</sup>Sumber: Kohnke, H, dan A, R. Bertand. 1959. Soil Conservation. Mac Graw Hill Book Co. New York

Tabel Lampiran 5. Sidik Ragam BI Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang pada Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	,17617E-01	,88083E-02	3,01	0,0684
VAR#	2	3	,13697E-01	,45657E-02	1,56	0,2254
1*2		6	,66278E-02	,11046E-02	0,38	0,8864
GALAT		24	,70333E-01	,29306E-02		

Tabel Lampiran 6. Sidik Ragam RPT Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang pada Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	25,082	12,541	3,00	0,0685
VAR#	2	3	19,507	6,5022	1,56	0,2254
1*2		6	9,439	1,5731	0,38	0,8864
GALAT		24	100,160	4,1735		

Tabel Lampiran 7. Sidik Ragam PDC Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang pada Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	140,40	70,199	5,61 **	0,0100
VAR#	2	3	22,925	7,6418	0,61	0,6147
1*2		6	18,410	3,0684	0,25	0,9566
GALAT		24	300,37	12,515		

Tabel Lampiran 8. Sidik Ragam PDL Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang pada Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	34,999	17,500	11,40 **	0,0003
VAR#	2	3	17,922	5,9741	3,89 *	0,0213
1*2		6	17,341	2,8901	1,88	0,1254
GALAT		24	36,854	1,5356		

VAR# 1 = air

VAR# 2 = kompos

\* = nyata pada  $\alpha = 0,05$

\*\* = sangat nyata pada  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 9. Sidik Ragam PAT Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang pada Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR# 1	2	13,488	6,7439	5,25 *	0,0128
VAR# 2	3	2,6689	,88964	0,69	0,5655
1*2	6	34,037	5,6728	4,42 **	0,0038
GALAT	24	30,823	1,2843		

Tabel Lampiran 10. Sidik Ragam PTB Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR# 1	2	0,8728	0,4364	0,51	0,6094
VAR# 2	3	9,3127	3,1042	3,60 *	0,0282
1*2	6	7,2365	1,2061	1,40	0,2563
GALAT	24	20,716	0,86316		

Tabel Lampiran 11. Sidik Ragam TLP-pF Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR# 1	2	2,5780	1,2890	8,67 **	0,0015
VAR# 2	3	0,94774	0,31591	2,12	0,1236
1*2	6	3,9834	0,66390	4,46 **	0,0036
GALAT	24	3,5689	0,14870		

Tabel Lampiran 12. Sidik Ragam Permeabilitas Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Dengan Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR# 1	2	10,773	5,3866	5,33 *	0,0122
VAR# 2	3	11,626	3,8755	3,83 *	0,0225
1*2	6	7,8652	1,3109	1,30	0,2965
GALAT	24	24,270	1,0113		

VAR# 1 = air

VAR# 2 = kompos

\* = nyata pada  $\alpha = 0,05$

\*\* = sangat nyata pada  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 13. Sidik Ragam Kemantapan Agregat Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	117,59	58,797	0,63	0,5394
VAR#	2	3	397,97	132,66	1,43	0,2588
1*2	6	1469,5	244,91	2,64 *	0,0414	
GALAT	24	2227,4	92,809			

Tabel Lampiran 14. Sidik Ragam Jumlah Daun Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	956,22	478,11	307,36 **	0,0000
VAR#	2	3	34,972	11,657	7,49 **	0,0010
1*2	6	5,7778	0,9630	0,62	0,7131	
GALAT	24	37,333	1,5556			

Tabel Lampiran 15. Sidik Ragam Tinggi Tanaman Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perla kuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	4876,8	2438,4	309,09 **	0,0000
VAR#	2	3	256,69	85,563	10,85 **	0,0001
1*2	6	58,125	9,6875	1,23	0,3269	
GALAT	24	189,33	7,8889			

Tabel Lampiran 16. Sidik Ragam Diameter Batang Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perla kuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	22,842	11,421	226,55 **	0,0000
VAR#	2	3	2,7472	0,91573	18,16 **	0,0000
1*2	6	2,3426	0,39044	7,74 **	0,0001	
GALAT	24	1,2099	0,50414E-01			

VAR# 1 = air

VAR# 2 = kompos

\* = nyata pada  $\alpha = 0,05$

\*\* = sangat nyata pada  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 17. Sidik Ragam Brangkasan Daun Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	1725,3	862,66	285,57 **	0,0000
VAR#	2	3	29,012	9,6708	3,20 *	0,0413
1*2	6	8,0466	1,3411		0,44	0,8420
GALAT	24	72,499	3,0208			

Tabel Lampiran 18. Sidik Ragam Brangkasan Tajuk Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	5190,8	2595,4	76,01 **	0,0000
VAR#	2	3	183,60	61,200	1,79	0,1756
1*2	6	207,89	34,649		1,01	0,4393
GALAT	24	819,54	34,148			

Tabel Lampiran 19. Sidik Ragam Brangkasan Akar Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	189,18	94,588	199,93 **	0,0000
VAR#	2	3	14,767	4,9223	10,40 **	0,0001
1*2	6	4,6714	0,7785		1,65	0,1780
GALAT	24	11,354	0,4731			

Tabel Lampiran 20. Sidik Ragam Brangkasan Total Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	8488,4	4244,2	921,36 **	0,0000
VAR#	2	3	133,55	44,517	9,66 **	0,0002
1*2	6	67,032	11,172		2,43	0,0564
GALAT	24	110,55	4,6064			

VAR# 1 = air

VAR# 2 = kompos

\* = nyata pada  $\alpha = 0.05$

\*\* = sangat nyata pada  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 21. Sidik Ragam Evapotranspirasi Pelakuan Air Tanaman Bunga Matahari Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	0,10247E+08	0,51234E+07	1268,82 **	0,0000
VAR#	2	3	0,10946E+06	36485	9,04 **	0,0003
1*2		6	84141	14024	3,47 *	0,0130
GALAT		24	96911	4038		

Tabel Lampiran 22. Sidik Ragam Evapotranspirasi Total Tanaman Bunga Matahari Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	0.11248E+08	0,56239E+07	501,48 **	0,0000
VAR#	2	3	20107	6702,4	0,60	0,6227
1*2		6	52195	8699,1	0,78	0,5968
RESIDUAL		24	0,26915E+06	11214		

Tabel Lampiran 23. Sidik Ragam Efisiensi Pemakaian Air Tanaman Bunga Matahari Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	83,388	41,694	5,34 *	0,0120
VAR#	2	3	59,428	19,809	2,54	0,0804
1*2		6	41,307	6,8844	0,88	0,5226
GALAT		24	187,22	7,8008		

Tabel Lampiran 24. Sidik Ragam TLP-bio Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Sumber	Keragaman	db	JK	KT	F-hit	P
VAR#	1	2	55,259	27,6300	191,06 **	0,0000
VAR#	2	3	0,67790	0,22597	1,56	0,2243
1*2		6	2,2227	0,37045	2,56 *	0,0463
GALAT		24	3,4707	0,14461		

VAR# 1 = air

VAR# 2 = kompos

\* = nyata pada  $\alpha = 0.05$

\*\* = sangat nyata pada  $\alpha = 0.05$

Tabel Lampiran 25. TLP-pF Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang pada Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... % berat .....				
100	12,97bc	11,98a	12,00a	12,83bc	12,45a
80	12,48ab	12,38ab	13,4c	13,11bc	12,84b
60	12,88bc	13,30c	13,12bc	13,08bc	13,10b
Rataan	12,76	12,56	12,84	13,01	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 26. TLP-bio Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang pada Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... % berat .....				
100	14,10cd	13,65cd	14,13de	14,63e	14,13c
80	12,88	13,44	12,92	13,15	13,10b
60	10,77a	11,5a	11,23a	11,07a	11,14a
Rataan	12,58	12,86	12,76	12,95	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 27. Tinggi Tanaman Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... cm .....				
100	75,33	74,33	77,50	81,33	77,13c
80	61,33	59,17	61,50	63,67	61,44b
60	49,83	42,00	49,83	53,00	48,67a
Rataan	62,17b	58,50a	62,94bc	66,00c	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 28. Diameter Batang Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... cm.....				
100	4,50d	3,75bcd	4,09cd	4,17cd	4,13c
80	2,50ab	2,92abc	3,08abc	3,75bcd	3,06b
60	1,83a	1,97a	2,08a	2,83abc	2,18a
Rataan	2,94a	2,88a	3,09a	3,58b	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 29. Jumlah Daun Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... lembar.....				
100	29,00	29,67	31,00	31,33	30,25c
80	27,00	25,33	27,33	28,67	27,08b
60	17,00	17,33	18,33	19,67	18,08a
Rataan	24,33a	24,11a	25,56b	26,56b	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 30. Brangkasan Daun Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... gr.....				
100	21,68	22,84	22,47	24,20	22,00c
80	14,01	13,44	12,85	16,14	14,11b
60	5,09	5,02	6,22	7,05	5,84a
Rataan	13,59a	13,77a	13,84b	15,80b	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 31. Brangkasan Tajuk Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... gr .....				
100	45,17	41,25	32,43	42,92	40,44 c
80	28,23	22,57	21,98	26,03	24,7 b
60	9,95	8,94	12,39	12,94	11,06 a
Rataan	27,79	24,25	22,27	27,3	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 32. Brangkasan Akar Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... gr .....				
100	6,93c	5,46d	7,46fc	8,37f	7,05c
80	4,73d	3,21bc	4,12dc	4,80d	4,22b
60	1,34a	1,06a	1,42a	1,94ab	1,44a
Rataan	4,33a	3,25a	4,33b	5,04c	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 33. Brangkasan Total Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
	0	5	10	20	
	..... gr .....				
100	52,11f	46,67e	49,89ef	51,29e	49,99c
80	32,97d	25,78c	26,44c	30,83d	29,00b
60	11,29ab	10,10a	13,81ab	14,67b	12,47a
Rataan	32,12cb	27,52a	30,05b	32,26c	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 34. Evapotranspirasi Pelakuan Air Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA	KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
		0	5	10	20	
..... gr .....						
100		1731f	1522e	1666f	1770f	1672c
80		1161d	1059cd	977c	1058cd	1064b
60		354ab	293,7a	371ab	446,7b	366,5a
Rataan		1082b	958,3a	1005a	1092b	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 35. Evapotranspirasi Total Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

% KA	KL	Dosis Kompos (ton/ha)				Rataan
		0	5	10	20	
..... gr .....						
100		1979	1900	1909	1881	1917c
80		1260	1237	1213	1230	1235b
60		531,7	449	624,3	587,7	548,2a
Rataan		1256	1195	1249	1233	

Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada Uji BNT taraf  $\alpha = 0,05$

Tabel Lampiran 36. Sifat Fisik Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos.

Kode	BI	RPT	PDC	PDL	PAT	PTB	PMB	KMT	KL(pF)	TLP(pF)
A1D2	1,26	52,45	16,29	9,25	8,42	18,50	2,96	74,98	17,60	12,80
	1,27	52,08	17,91	6,10	9,34	18,73	2,78	67,78	18,10	12,85
	1,28	51,70	13,68	10,87	7,60	19,55	4,95	59,51	17,50	13,25
A1D2	1,28	51,70	16,12	6,81	11,72	17,04	2,06	57,60	18,35	11,75
	1,32	50,19	14,25	6,17	11,59	18,17	5,26	60,32	18,40	12,10
	1,33	49,81	15,09	4,93	11,48	18,31	2,16	54,29	18,30	12,10
A1D3	1,32	50,19	13,61	6,72	11,86	18,00	3,79	55,13	18,45	12,00
	1,31	50,57	16,37	4,66	11,68	17,86	3,79	58,52	18,40	12,00
	1,46	44,91	5,626	5,92	13,45	19,91	1,59	50,83	18,60	12,00
A1D4	1,51	43,02	3,362	2,73	14,56	22,36	4,02	53,32	19,65	12,90
	1,27	52,08	18,42	4,16	10,94	18,56	2,34	49,77	18,85	12,75
	1,29	51,32	15,99	5,76	10,55	19,02	2,16	49,29	18,65	12,85
A2D1	1,29	51,32	14,72	8,18	9,98	18,43	5,23	40,33	18,05	12,50
	1,26	52,45	16,29	7,37	11,04	17,75	5,40	51,59	18,60	12,35
	1,27	52,08	16,36	6,31	11,10	18,31	4,98	49,94	18,80	12,60
A2D2	1,32	50,19	13,58	6,94	11,15	18,51	4,47	59,07	18,35	12,30
	1,27	52,08	16,57	7,06	10,55	17,89	4,95	46,60	18,30	12,35
	1,24	53,21	19,15	6,10	10,25	17,71	4,29	45,00	18,40	12,50
A2D3	1,32	50,19	12,74	7,78	9,77	19,90	3,40	61,22	18,35	13,10
	1,29	51,32	16,41	5,34	9,44	20,13	3,19	64,23	18,65	13,50
	1,25	52,83	18,70	4,91	9,55	19,68	3,02	66,81	18,95	13,60
A2D4	1,29	51,32	15,25	7,08	9,12	19,87	3,48	75,69	18,35	13,35
	1,26	52,45	17,84	6,20	9,37	19,04	4,70	64,81	18,40	13,13
	1,34	49,43	12,95	6,87	9,86	19,76	4,09	55,02	18,10	12,85
A3D1	1,26	52,45	19,26	4,68	9,76	18,74	5,46	46,32	18,45	12,95
	1,26	52,45	18,35	3,87	10,73	19,50	6,20	42,71	19,35	13,40
	1,26	52,45	18,66	5,48	10,65	17,67	3,98	64,27	18,35	12,30
A3D2	1,28	51,67	19,90	3,89	8,78	19,13	4,73	55,40	17,90	13,00
	1,24	53,21	21,33	4,01	7,09	20,78	6,80	58,77	18,35	14,35
	1,27	52,08	17,60	5,55	10,70	18,23	3,62	57,09	18,55	12,55
A3D3	1,24	53,21	20,44	2,15	10,93	19,68	4,36	55,40	19,80	13,70
	1,34	49,43	14,24	4,77	10,48	19,93	5,04	81,73	18,50	12,95
	1,26	52,45	21,05	4,86	8,21	18,33	4,12	58,77	17,40	12,70
A3D4	1,34	49,43	14,88	4,04	10,76	19,76	2,67	94,30	18,55	12,85
	1,27	52,08	19,43	5,33	7,75	19,57	2,49	52,20	17,70	13,35
	1,27	52,08	19,33	3,92	9,77	19,06	2,84	63,87	18,50	13,05

Keterangan:

- BI = bobot isi ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )  
RPT = ruang pori total (% volume)  
PDC = pori drainase cepat (% volume)  
PDL = pori drainase lambat (% volume)  
PAT = pori air tersedia (% volume)  
PTB = pori tak berguna (% volume)  
PMB = permeabilitas (cm/jam)  
TLP(pF) = titik layu permanen berdasarkan pF 4,2 (% berat)  
KL(pF) = kada air kapasitas lapang berdasarkan pF 2,54 (% berat)

Tabel Lampiran 37. Parameter Tanaman Bunga Matahari Menurut Perlakuan Tingkat Lengas Tanah dan Dosis Kompos pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang.

Kode	Jdn	Tgtn	Dbt	Bdn	Btj	Bak	Btot	Etpw	Etpt	Tlpb	Ef
A1D1	29	72,50	4,50	22,70	45,88	8,72	54,60	1851	2096	14,20	2.60
	28	76,00	4,25	21,11	43,03	6,43	49,51	1628	1878	14,10	2.63
	30	77,50	4,75	21,23	46,60	5,63	52,23	1713	1963	14,00	2.66
A1D2	30	70,00	4,00	27,69	44,43	5,53	49,83	1548	1793	13,40	2.77
	30	79,00	3,75	20,84	42,26	4,48	46,74	1598	1852	13,90	2.52
	29	74,00	3,50	19,99	37,07	6,37	43,44	1420	2056	13,65	2.11
A1D3	31	78,50	3,75	21,70	10,52	8,03	48,55	1598	1841	14,30	2.63
	31	78,50	4,15	23,31	43,08	7,82	50,90	1663	1903	14,20	2.67
	31	75,50	4,38	22,40	43,70	6,53	50,23	1738	1983	13,90	2.53
A1D4	30	82,50	4,25	25,09	42,03	8,10	50,13	1815	2065	14,70	2.42
	32	81,50	4,00	23,69	43,90	8,55	52,45	1680	1913	14,80	2.74
	32	80,00	4,25	23,83	42,83	8,46	51,29	1816	1665	14,40	3.08
A2D1	27	61,00	2,75	12,51	26,83	4,30	31,13	1158	1353	13,03	2.30
	26	60,50	2,50	14,97	29,39	5,45	34,84	1163	1369	12,70	2.54
	28	62,50	2,25	14,55	28,48	4,45	32,93	1161	1058	12,90	3.11
A2D2	26	64,00	3,00	13,69	23,47	2,73	26,20	1063	1276	12,94	2.05
	25	56,00	3,00	12,97	22,65	2,96	25,61	1010	1215	13,58	2.10
	25	57,50	2,75	13,65	21,59	3,95	25,54	1105	1219	13,80	2.09
A2D3	28	62,00	2,75	12,48	21,37	3,60	25,97	973	1156	12,22	2.24
	27	60,50	3,25	12,92	21,79	4,52	26,31	981	1174	13,40	2.24
	27	62,00	3,25	13,14	22,78	4,25	27,03	977	1308	13,15	2.06
A2D4	28	63,50	3,75	18,58	27,17	4,80	31,97	1053	1258	13,60	2.54
	31	64,00	3,75	13,70	24,75	4,80	29,55	1020	1202	12,70	2.45
	27	63,50	3,75	16,14	26,17	4,80	30,97	1100	1230	13,15	2.51
A3D1	19	54,00	2,00	5,51	10,45	1,32	11,77	383	563	10,70	2.09
	16	51,50	1,75	4,91	10,02	1,44	11,46	321	499	10,80	2.29
	16	44,00	1,75	4,84	9,39	1,25	10,64	358	533	10,80	1.99
A3D2	19	38,00	1,90	7,81	13,67	1,73	15,49	360	525	10,70	2.95
	15	43,00	1,75	3,54	6,39	0,73	7,12	228	368	11,50	1.93
	18	45,00	2,25	3,71	6,76	0,73	7,69	293	454	12,30	1.69
A3D3	18	49,00	2,25	4,92	10,15	1,56	11,71	283	561	11,45	2.08
	20	51,50	2,00	7,85	15,68	1,29	16,97	405	740	11,23	2.29
	17	49,00	2,00	5,88	11,35	1,40	12,75	427	572	11,02	2.22
A3D4	20	53,00	2,50	6,63	12,21	2,24	14,45	419	569	11,33	2.53
	20	54,00	3,00	7,56	13,80	1,62	15,42	438	573	11,07	2.69
	19	52,00	3,00	6,95	12,80	1,96	14,13	483	621	10,80	2.27

Keterangan:

Jdn = jumlah daun (lembar)

Tgtn = tinggi tanaman (cm)

Dbt = diameter batang (cm)

Bdn = brangkasan daun (gr)

Btj = brangkasan tajuk (gr)

Bak = brangkasan akar (gr)

Btot = brangkasan total (gr)

Etpw = evapotranspirasi perlakuan lengas tanah (gr)

Etpt = evapotranspirasi total (gr)

TLPb = titik layu permanen biologis (% berat)

Ef = Efisiensi air (%)

Tabel Lampiran 38. Susunan Pengolahan Data Percobaan dengan menggunakan MSUSTAT

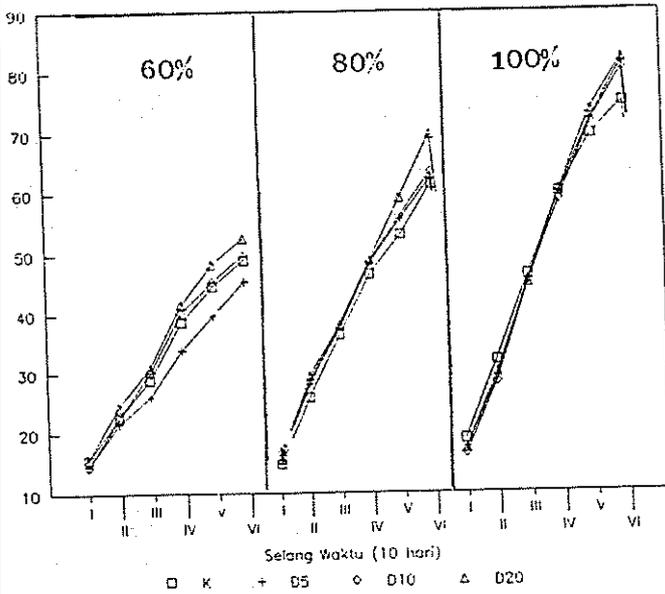
100%KL			80% KL			60%KL					
1	1	1	A1D11	2	1	1	A2D11	3	1	1	A3D11
1	1	2	A1D12	2	1	2	A2D12	3	1	2	A3D12
1	1	3	A1D13	2	1	3	A2D13	3	1	3	A3D13
1	2	1	A1D21	2	2	1	A2D21	3	2	1	A3D21
1	2	2	A1D22	2	2	2	A2D22	3	2	2	A3D22
1	2	3	A1D23	2	2	3	A2D23	3	2	3	A3D23
1	3	1	A1D31	2	3	1	A2D31	3	3	1	A3D31
1	3	2	A1D32	2	3	2	A2D32	3	3	2	A3D32
1	3	3	A1D33	2	3	3	A2D33	3	3	3	A3D33
1	4	1	A1D41	2	4	1	A2D41	3	4	1	A3D41
1	4	2	A1D42	2	4	2	A2D42	3	4	2	A3D42
1	4	3	A1D43	2	4	3	A2D43	3	4	3	A3D43
1	1	1	A1D11	2	1	1	A2D11	3	1	1	A3D11
1	1	2	A1D12	2	1	2	A2D12	3	1	2	A3D12
1	1	3	A1D13	2	1	3	A2D13	3	1	3	A3D13
1	2	1	A1D21	2	2	1	A2D21	3	2	1	A3D21
1	2	2	A1D22	2	2	2	A2D22	3	2	2	A3D22
1	2	3	A1D23	2	2	3	A2D23	3	2	3	A3D23
1	3	1	A1D31	2	3	1	A2D31	3	3	1	A3D31
1	3	2	A1D32	2	3	2	A2D32	3	3	2	A3D32
1	3	3	A1D33	2	3	3	A2D33	3	3	3	A3D33
1	4	1	A1D41	2	4	1	A2D41	3	4	1	A3D41
1	4	2	A1D42	2	4	2	A2D42	3	4	2	A3D42
1	4	3	A1D43	2	4	3	A2D43	3	4	3	A3D43

Keterangan:

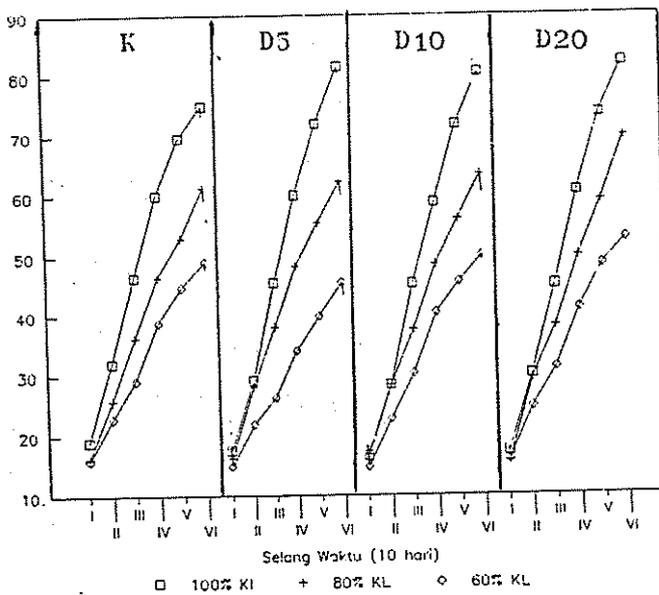
- A1 = 100% KL  
 A2 = 80% KL  
 A3 = 60% KL  
 D1 = 0 ton/ha  
 D2 = 5 ton/ha  
 D3 = 10 ton/ha  
 D4 = 20 ton/ha  
 1, 2, 3 = ulangan



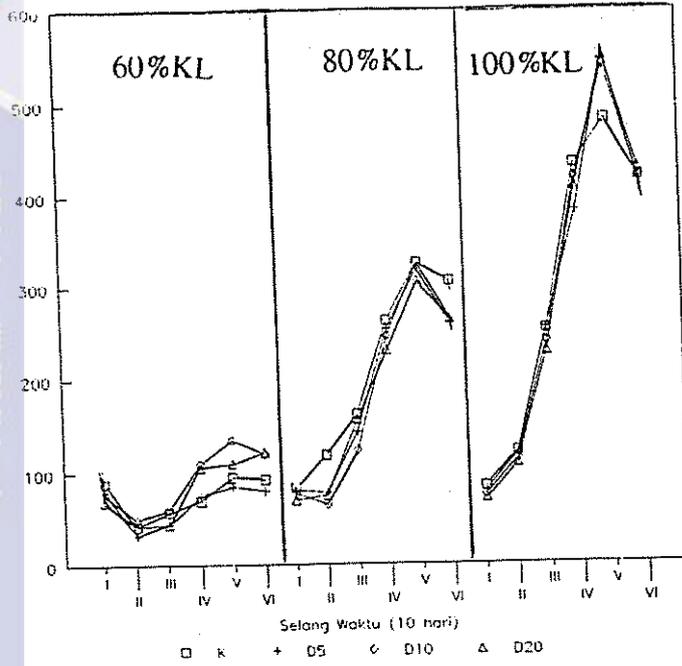
Gambar Lampiran 1. Pengaruh Dosis Kompos dengan Berapa Tingkat Leras Tanah Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang.



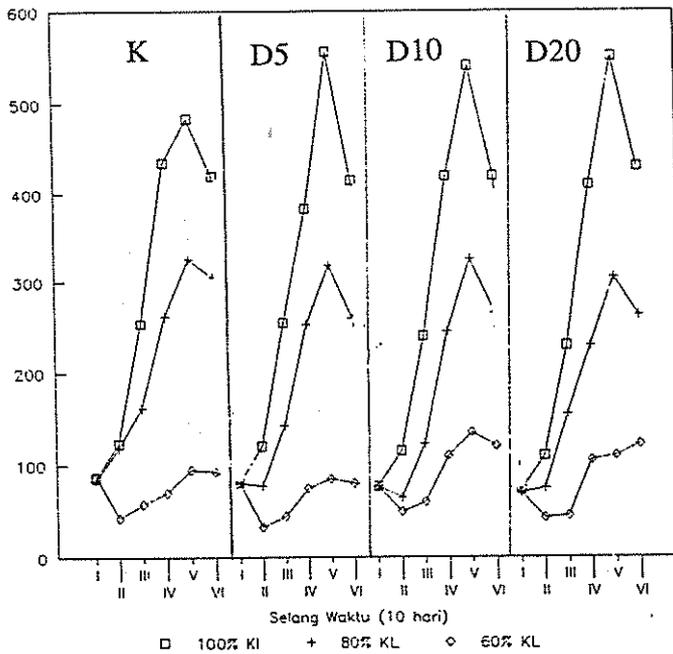
Gambar Lampiran 3a. Tinggi Tanaman Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Dosis Kompos pada Beberapa Tingkat Lengah Tanah.



Gambar Lampiran 3b. Tinggi Tanaman Tanaman Bunga Matahari Pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Tingkat Lengah Tanah pada Beberapa Dosis Kompos.



Gambar Lampiran 4a. Evapotranspirasi Total Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Dosis Kompos pada Beberapa Tingkat Lemas Tanah.



Gambar Lampiran 4b. Evapotranspirasi Total Tanaman Bunga Matahari pada Tanah Regosol Coklat Kelabu Sindang Barang Menurut Perlakuan Dosis Kompos pada Beberapa Dosis Kompos dan Tingkat Lemas Tanah.