

*Wahai masyarakat jin dan manusia, jika kamu sanggup melintasi penjuru langit dan bumi,  
maka lantasilah. Kamu tidak dapat melintasinya kecuali dengan kekuatan  
(ilmu pengetahuan dan teknologi).*

QS 55 ; 33

*Karena sesungguhnya, sesudah kesulitan itu ada kemudahan.  
Sesungguhnya, sesudah kesulitan itu ada kemudahan.*

QS 94 ; 5 - 6

" (Sesuatu itu dinilai tergantung persepsi penilainya, karena itu,)

**Saya hanya akan menjadi diri saya sendiri, karena saya adalah saya "**

Kyai Hamam Ja'far, Pimp. Pd. Pesantren Pabelan Muntilan, Jateng. 1-3-1413 H (28-9-1992 M).

*Syukur alhamdulillah. Persembahan buat Apak dan Amak dari Si Pisang Busuek.*

*Terima kasih buat Om & Aciak, etek, mamak, uni dan uda kasadonyo.*

*Und fur die 'En + l. Du bist Allest. We'll never say 'gute fahrt', because...*

*Terimakasih setulusnya kuucapkan pula untuk*

**YAYASAN TOYOTA-ASTRA**

*yang selama tiga tahun memberikan beasiswa*





G/GPM/1992/012 RJE

**PERILAKU KADAR AIR TANAH DAN RESPON TANAMAN  
PADA SISTEM TANAM MONOKULTUR DAN TUMPANGSARI  
TERHADAP PEMBERIAN AIR YANG BERBEDA**

Oleh :

**ASRIL**

**NRP. G23.1125**



**JURUSAN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**1992**

## RINGKASAN

ASRIL (G 23.1125). Perilaku Kadar Air Tanah dan Respon Tanaman pada Sistem Tanam Monokultur dan Tumpangsari terhadap Pemberian Air yang Berbeda (dengan Dosen Pembimbing Ir Rini Hidayati, MS)

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat di Cikampek, Jawa Barat. Waktu penelitian dari bulan September sampai Desember 1991.

Tujuan penelitian ini untuk 1), mendapatkan gambaran hubungan kadar air tanah dengan laju evapotranspirasi aktual tanaman dengan sistem tanam yang berbeda, dan 2), membandingkan pertumbuhan dan produksi tanaman pada penyiraman dan sistem tanam yang berbeda.

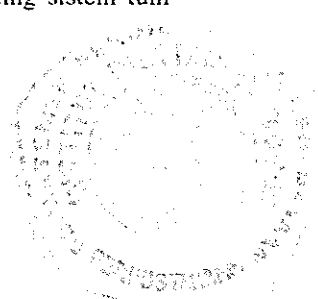
Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Petak Terpisah (split plot design) dengan ulangan dua kali. Petak utama adalah sistem tanam (tumpangsari dan monokultur) dan anak petak adalah perlakuan penyiraman (penyiraman S1 = 3 mm/hari jika tanaman terlihat layu, dan penyiraman S2 = 6.7 mm/hari). Terdapat enam petak contoh yaitu : JS1, KS1, TS1, JS2, KS2 dan TS2 dan masing-masing berukuran 10 x 15 m<sup>2</sup>.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyiraman yang diberikan tidak cukup untuk meningkatkan kadar air tanah. Hujan yang terjadi pada pertengahan periode pertanaman meningkatkan kadar air tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman pada perlakuan S1. Kehilangan air yang lebih banyak pada sistem tumpangsari S1 diduga tidak disebabkan penggunaan air oleh tanaman, sedangkan pada S2, kehilangan air berhubungan dengan penggunaannya oleh tanaman yang dilihat dari produksi biomas kering tanamannya. Kehilangan air pada perlakuan S1 lebih besar pada tumpangsari sedang pada S2 kehilangan air pada sistem tumpangsari paling rendah.

Pertumbuhan tanaman pada perlakuan S2 lebih baik dibandingkan dengan perlakuan S1, yang disebabkan suplai air yang lebih mencukupi. Pertumbuhan tanaman pada sistem monokultur S1 lebih baik bila dibandingkan sistem tumpangsari yang diduga disebabkan pengaruh radiasi dan suplai air yang kurang pada tumpangsari, sedangkan pada S2, pertumbuhan tanaman relatif tidak berbeda yang disebabkan pengaruh suplai air yang dominan.

Produksi tanaman secara keseluruhan relatif lebih tinggi pada sistem tanam monokultur. Demikian juga produksi tanaman pada S2 lebih besar dibanding produksi pada S1. Hubungan produksi biomas dengan kehilangan air tanah pada perlakuan S1 berbanding terbalik sedang pada S2 berbanding lurus.

Efisiensi penggunaan air oleh tanaman pada sistem tumpangsari ternyata tidak lebih baik dibandingkan sistem monokultur. Sedangkan efisiensi penggunaan lahan (NKL) yang dilihat dari perbandingan produksi biji tanaman lebih baik dengan sistem tumpangsari pada perlakuan S1, sedangkan pada S2, sistem monokultur lebih efisien menggunakan lahan dibanding sistem tumpangsari.



**PERILAKU KADAR AIR TANAH DAN RESPON TANAMAN  
PADA SISTEM TANAM MONOKULTUR DAN TUMPANGSARI  
TERHADAP PEMBERIAN AIR YANG BERBEDA**

Oleh :  
**ASRIL**  
**NRP. G23.1125**

Laporan Masalah Khusus Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Agrometeorologi  
Pada Jurusan Geofisika Dan Meteorologi  
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Pertanian Bogor

**JURUSAN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

1992

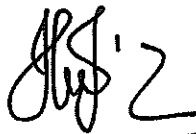
Judul penelitian : PERILAKU KADAR AIR TANAH DAN RESPON TANAMAN PADA SISTEM TANAM MONOKULTUR DAN TUMPANGSARI TERHADAP PEMBERIAN AIR YANG BERBEDA

Nama mahasiswa : ASRIL

Nomor pokok : G23.1125

Menyetujui :

Dosen Pembimbing,

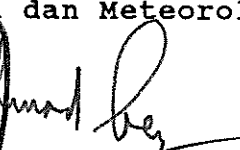


Ir Rini Hidayati, MS

NIP : 131 667 799

Ketua Jurusan  
Geofisika dan Meteorologi



  
Ir Ahmad Bey  
NIP : 130 543 586

Komisi Pendidikan  
Geofisika dan Meteorologi



Ir Heny Suharsono, MS  
NIP : 131 287 341

Tanggal Lulus : 30 Desember 1992



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Muarapanas Kabupaten Solok, Sumatera Barat, pada tanggal 8 April 1968. Putera dari Bapak Haji Umar Encek Kayo dan Ibu Nurani Tamin, dan merupakan anak yang paling bungsu.

Pendidikan dimulai di Sekolah Dasar Negeri Teladan 1 Muarapanas pada tahun 1974. Tahun 1980 melanjutkan di Madrasah Tsanawiyah Muhammadiyah Muarapanas dan tamat tahun 1983. Pada tahun 1986 menamatkan sekolah di Sekolah Menengah tingkat Atas (SMA) Negeri 2 di Kota Padang.

Pada tahun 1986 penulis diterima di Institut Pertanian Bogor melalui Ujian Sipunmaru. Setahun kemudian memilih program studi Agrometeorologi pada jurusan Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Penulis menyenangi kegiatan ekstra dan ko- kurikuler dan menjadi aktifis di kampus. Pernah menjadi ketua Unit Beladiri Kateda Indonesia IPB selama dua periode, menjadi ketua Unit-unit Kegiatan Beladiri di IPB, koordinator tim Agrometeorologi pada Kemah Riset Mahasiswa IPB di Pulau Tinjil, dan terakhir menjadi Pembimbing Lapangan dan panitia pengarah pada Kemah Riset Mahasiswa IPB di Magelang Jawa Tengah.

Selama tiga tahun (1989 - 1992) menerima beasiswa dari YAYASAN TOYOTA-ASTRA di Jakarta. Penulis banyak memperoleh pengalaman dan pelajaran yang berkesan sewaktu mengikuti acara yang diadakan untuk dan oleh Yayasan Toyota-Astra tersebut.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat ALLAH SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusunan laporan Masalah Khusus ini dapat penulis selesaikan seperti semestinya.

Laporan Masalah Khusus ini merupakan syarat untuk menyelesaikan program sarjana Agrometeorologi pada jurusan Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Laporan ini membahas perilaku kadar air tanah, respon dan produksi tanaman pada sistem tanam dan penyiraman yang berbeda.

Pada kesempatan ini secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ir Rini Hidayati, MS sebagai Dosen Pembimbing dan juga terima kasih penulis ucapkan kepada :

1. Bapak Dr Ir Ahmad Bey, Ketua Jurusan Geofisika dan Meteorologi, FMIPA IPB Bogor,
2. Ibu Ir Tania June, MSc dan Bapak Ir Sobri Effendi, Dosen Agrometeorologi,
3. Bapak Amin Suryadinata, Kepala Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat di Cikampek,
4. Staf Pengajar dan Pegawai di Jurusan Geofisika dan Meteorologi FMIPA IPB Bogor,
5. Saudara Musfiar (G22.0746), konco penulis selama penelitian, dan
6. Rekan-rekan yang tidak tersebut namanya,

Atas bimbingan, kesempatan, bantuan dan saran yang diberikan, mulai dari persiapan penelitian hingga tersusunnya laporan ini. Tulisan ini jauh dari sempurna, karena itu penulis berharap agar tulisan ini bermanfaat bagi pembaca dan penulis sendiri.

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	v
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
Latar Belakang .....	1
Tujuan Penelitian .....	1
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>1</b>
Pengaruh Iklim bagi Pertumbuhan Tanaman .....	1
Evaporasi dan Evapotranspirasi .....	1
Mekanisme Gerakan Air tanah .....	2
Hubungan Air-Tanaman .....	2
Tanaman Jagung dan Kedelai .....	3
Jagung .....	3
Kedelai .....	3
Tumpangsari Jagung-Kedelai .....	3
<b>III. BAHAN DAN METODE .....</b>	<b>3</b>
Lokasi Penelitian .....	3
Bahan dan Alat .....	3
Metode Penelitian .....	4
Pelaksanaan Penelitian .....	4
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>4</b>
Perilaku Perubahan Kadar Air Tanah .....	4
Evapotranspirasi Tanaman .....	7





**DAFTAR TABEL**

Nomor	Teks	Halaman
1.	Perubahan Kadar Air Tanah sampai Kedalaman 60 cm ..	7
2.	Evapotranspirasi Aktual Tanaman Rata-rata Harian ..	8
3.	Produksi, Pertumbuhan Tanaman dan Kehilangan air ..	11
4.	Efisiensi Penggunaan Air oleh Tanaman .....	12

**Lampiran**

1.	Analisis Sidik Ragam Tinggi Tanaman Jagung .....	13
2.	Analisis Sidik Ragam Tinggi Tanaman kedelai .....	14
3.	Analisis Sidik Ragam Berat 100 Biji Kering Tanaman .....	14
4.	Analisis Beda Tinggi Tanaman .....	15
5.	Hasil Analisis Sifat Fisik Tanah .....	15

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
4.1.1.	Pola Perubahan Kadar Air Tanah .....	5
4.1.2.	Pola Kadar Air Tanah di Luar Petak .....	6
4.1.3.	Suplai Air Selama Penelitian .....	6
4.2.1.	Hubungan Antara ETA dan KAT .....	8
4.2.2.	Evapotranspirasi Aktual Tanaman Jagung .....	8
4.2.3.	Evapotranspirasi Aktual Tanaman Kedelai .....	8
4.2.4.	Evapotranspirasi Aktual Tanaman Tumpang Sari ..	8
4.3.1.	Tinggi Tanaman Jagung .....	9
4.3.2.	Tinggi Tanaman Kedelai .....	9
4.4.1.	Produksi Biji dan Biomas Kering Tanaman .....	10
4.4.2.	Berat 100 Biji Kering Tanaman .....	10

### Lampiran

1.	Pengamatan Kadar Air Tanah Menggunakan Gypsum Block .....	15
2.	Pengambilan Contoh Tanah untuk Analisis KAT secara Gravimetrik .....	15
3.	Tanaman Kedelai S1 (depan), Kedelai S2 (tengah) dan Jagung S2 (belakang) .....	16
4.	Tanaman pada Perlakuan Tumpang Sari S2 .....	16



## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Air merupakan bagian terpenting dalam kehidupan. Tumbuhan membutuhkan air untuk proses fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat, untuk transpirasi dan juga untuk cairan sel. Kebutuhan air tanaman diperoleh dari air dalam tanah disekitar kompleks perakaran. Tingkat ketersediaan air yang bergantung pada jumlah air di tanah dan sifat-sifat fisik tanah, menjadi penting dalam menyuplai kebutuhan air bagi tanaman. Pada akhirnya, produksi tanaman akan dipengaruhi oleh suplai air. Air tanah yang dimanfaatkan oleh tanaman berasal dari cadangan air dalam tanah, air hujan dan juga air irigasi.

Air yang dapat dimanfaatkan (*available water*) sekarang ini merupakan sumber daya alam yang semakin lama semakin kritis. Meskipun curah hujan tinggi, namun tidak seluruhnya merupakan air yang dapat digunakan, karena itu pemakaian air perlu pengelolaan yang baik dan serius. Sumber daya air dibutuhkan oleh industri dan rumah tangga disamping kebutuhan untuk pertanian. Pola pertanian masa depan mengarah pada pencapaian produksi yang tinggi dan berkualitas, disamping itu juga memperhatikan tingkat keefisienan pemakaian air sebagai konsep sistem pertanian berwawasan lingkungan.

Sistem tanam tumpang sari (*inter-cropping*) telah lama dikenal dan dipraktikkan oleh masyarakat di Indonesia. Pola tanam ini telah dibuktikan dapat lebih menguntungkan dibandingkan dengan sistem tanam monokultur dalam hal efisiensi waktu, tempat maupun penggunaan radiasi matahari. Nisbah Kese-taraan Lahan (NKL) yang dihitung dari produksi total tanamannya, merupakan ukuran efisiensi pemanfaatan lahan oleh sistem tanam tumpangsari. Tingkat efisiensi penggunaan air pada sistem tumpang sari dan monokultur masih perlu diteliti.

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat melihat perbedaan tingkat efisiensi pemakaian air pada sistem pertanaman tumpangsari dan monokultur. Perhitungan efisiensi menggunakan pendekatan perbandingan produksi (biomas dan biji) dengan jumlah air yang dievapotranspirasikan (air konsumsi tanaman). Air konsumsi tanaman dihitung dengan menggunakan pendekatan Sosrodarsono dan Takeda (1980). Kemudian dapat membandingkan nilai evapotranspirasi aktual di lapangan dengan penyiraman dan sistem tanam yang berbeda.

### 1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk 1), mendapatkan gambaran hubungan antara kandungan air tanah dan evapotranspirasi pada laju evapotranspirasi aktual tanaman pada sistem pertanaman monokultur dan tumpangsari, dan 2), membandingkan pertumbuhan dan produksi tanaman yang ditanam pada lahan beririgasi minimum dan lahan beririgasi cukup pada sistem pertanaman monokultur dan tumpangsari.

Hipotesa yang digunakan adalah bahwa sistem tanam tumpangsari lebih efisien menggunakan air dibandingkan dengan sistem tanam monokultur.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor luar dan faktor dalam. Faktor luar adalah tanah, iklim dan budidaya, sedangkan faktor dalam adalah fisiologis tanaman tersebut.

### 2.1. Pengaruh Iklim bagi Pertumbuhan Tanaman

Iklim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya kebutuhan air bagi tanaman, disamping faktor lainnya seperti tanah, teknik budidaya dan irigasi (Jackson, 1977). Faktor-faktor cuaca yang mempengaruhi laju evapotranspirasi langsung maupun tidak langsung adalah intensitas radiasi surya, lama penyinaran, suhu udara, kelembaban relatif udara dan kecepatan angin (Hansen, 1979 dalam Muntako, 1986). Faktor iklim lainnya yang mempengaruhi tanaman adalah suhu tanah.

### 2.2. Evaporasi dan Evapotranspirasi

Evaporasi dari permukaan dan transpirasi dari tanaman sulit untuk dipisahkan dan prosesnya terjadi secara bersamaan. Untuk menjelaskan proses pemindahan air dari areal yang bervegetasi ke atmosfer dikenal melalui evapotranspirasi. Evapotranspirasi dan evaporasi sangat penting untuk tujuan perhitungan neraca air, pengaturan pola tanam, perkiraan produksi tanaman, pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan pengelolaan sumber daya tanah dan air.

Evapotranspirasi adalah jumlah air yang digunakan untuk transpirasi, pembentukan jaringan tanaman, dan air yang diuapkan melalui permukaan tanah. Kramer dan Kozlowski (1960) dan Slatyer (1969) menyatakan bahwa transpirasi sangat erat hubungannya dengan faktor luar dan faktor tanaman itu sendiri. Salah satu faktor tanaman adalah luas penutupan daun (*leaf area*). Hal itu dapat dimaklumi karena daun merupakan salah satu unsur yang sangat berperan dalam proses transpirasi tanaman. Luas penutupan daun ini berubah menurut umur dan pertumbuhan tanaman dan pada kebanyakan tanaman semusim nilai indeksnya (*leaf area index*) terbesar pada akhir fase vegetatif tanaman.

Efisiensi pemakaian air oleh tanaman merupakan hal yang sangat penting. Biasanya diukur dalam nisbah transpirasi, yaitu besaran yang menunjukkan hubungan antara tingkat produksi jaringan tanaman (berat kering biomass) dengan air yang digunakan untuk itu/air transpirasi (Soepardi, 1983).

Proses evapotranspirasi hanya akan terjadi jika tersedia energi, baik energi surya maupun dari atmosfer sendiri (Barry dan Chorley, 1978). Manan dkk (1980) menerangkan tentang faktor-faktor meteorologi yang mempengaruhi evapotranspirasi, yaitu angin, suhu udara, kelembaban dan radiasi. Sosrodarsono dan Takeda (1980) menambahkan lagi bahwa faktor kelembaban tanah dan keadaan vegetasi turut mempengaruhi evapotranspirasi. Menurut Doorenbos dan Pruitt (1977) dikenal dua istilah evapotranspirasi, yaitu evapotranspirasi aktual dan evapotranspirasi potensial berdasarkan status air tanah.

Evapotranspirasi aktual merupakan evapotranspirasi yang terjadi pada status air tanah aktual.

Evapotranspirasi dapat diukur dengan cara langsung di lapangan, dapat pula secara tidak langsung dengan pendugaan yang menggunakan data-data iklim (Wiramihardja, 1976). Chang (1968) mengemukakan lima kategori metode pendugaan evapotranspirasi yaitu

1. Pengukuran langsung dengan lisimeter,
2. Rumus empiris yang menggunakan satu atau lebih faktor iklim,
3. Dengan pendekatan aerodinamik,
4. Dengan pendekatan neraca energi,
5. Menggunakan evaprimeter.

### 2.3. Mekanisme Gerakan Air Tanah

Gerakan air dalam tanah dibagi atas gerakan jenuh dan gerakan tidak jenuh. Gerakan tidak jenuh disebabkan oleh perbedaan tegangan air tanah. Air bergerak dari daerah bertegangan rendah (berkadar air tinggi) ke daerah bertegangan tinggi (berkadar air rendah). Adanya gerakan air ke akar tanaman menyebabkan air di sekitar akar mempunyai tegangan lebih tinggi dan air disekitarnya akan bergerak ke kompleks perakaran. Mekanisme ini menjaga keseimbangan dan ketersediaan air tanah bagi tanaman (Soepardi, 1983).

Gerakan jenuh terjadi dalam bentuk gerakan perkolasi yang dibantu oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler. Gerakan perkolasi ditentukan oleh jumlah air, laju infiltrasi, daya hantar antar lapisan-lapisan tanah dan jumlah air yang tertahan pada kapasitas lapang. Faktor-faktor tersebut dipengaruhi oleh tekstur dan struktur tanah.

Hide (1958 dalam Hillel, 1980) menyatakan bahwa pada kondisi lahan kering lebih sering terjadi gerak tidak jenuh, bahkan dapat berlanjut menjadi pengeringan tanah. Selanjutnya dijelaskan tiga proses pengeringan, yaitu :

1. Tahap laju awal (initial constant-rate stage) dimana laju evaporasi terjadi seimbang dengan tarikan dari atmosfer. Proses ini dapat berlangsung beberapa jam sampai beberapa hari.
2. Tahap laju menurun pertengahan (intermediate falling-rate stage) dimana laju evaporasi lebih rendah dari tarikan atmosfer karena air tanah ditahan oleh profil tanah. Proses ini dapat berlangsung lebih lama dari proses pertama.
3. Tahap laju lambat sisa (residual low-rate stage) yang terjadi setelah zone perakaran menjadi sangat kering dan perpindahan air dalam bentuk konduksi telah berhenti. Perpindahan air dalam lapisan tanah lebih banyak dipengaruhi oleh difusifitas uap di zone perakaran yang kering.

### 2.4. Hubungan Air - Tanaman

Air mempunyai peranan yang sangat penting terhadap pertumbuhan tanaman. Air diperlukan tanaman untuk proses fisiologis, seperti menjaga turgiditas sel dan jaringan, pelarut dan media pengangkut hara dari tanah ke dalam tubuh tanaman (Prawiranata et al, 1981). Pemberian air cukup adalah sangat

dibutuhkan oleh pertumbuhan tanaman. Yang terpenting bagi tanaman adalah bahwa air dalam tanah berada dalam keadaan yang mudah diabsorpsi (Sosrodarsono dan Takeda, 1980).

Kebutuhan air bagi tanaman dinyatakan sebagai jumlah satuan air yang dikonsumsi per satuan berat kering tanaman yang dibentuk. Jumlah kebutuhan air juga dipengaruhi oleh spesies tanaman, karena tiap spesies berbeda tingkat pertumbuhannya, kedalaman perakaran, kerapatan (jarak tanam), ketinggian tanaman dan lain-lain (Harjadi, 1979). Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1980), kebutuhan air (*consumptive use*) tanaman sama dengan evapotranspirasi. Kekurangan air dapat mengganggu/menurunkan proses fotosintesa, kehilangan turgiditas, penutupan stomata yang akhirnya mempengaruhi penyerapan CO<sub>2</sub>, dan mengganggu perkembangan vegetatif dan generatif (Chang, 1968; Shaw and Laing, 1966).

Sebagian besar air yang diserap tanaman (sekitar 99 %) akan keluar lagi melalui batang dan daun dalam bentuk uap air melalui proses transpirasi. Hanya sekitar 1 % dari air yang diserap tanaman digunakan untuk aktivitas metabolisme (Rossenberg, 1974). Penyerapan air tanah oleh tanaman berlangsung dalam dua cara, yaitu 1), penyerapan pasif, merupakan akibat adanya gradien potensial air (selisih antara tekanan osmotik dan tekanan turgor) dan 2), penyerapan aktif, yaitu akibat kekuatan akar tanaman (Baharsyah, 1986).

Faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan air tanah adalah sebagai berikut (Baharsyah, 1986) :

1. Sistem perakaran dalam tanah
2. Ketersediaan air
3. Suhu tanah, suhu yang rendah dapat menghalangi penyerapan air tanah karena permeabilitas dinding sel akar menurun dan viskositas air meningkat
4. Aerasi tanah, kadar CO<sub>2</sub> yang tinggi menurunkan permeabilitas dinding sel akar dan kadar O<sub>2</sub> yang tinggi menyebabkan permeabilitas yang tinggi pula
5. Tekanan osmotik larutan dalam tanah, pupuk dapat meningkatkan tekanan osmotik larutan tanah.

Menurut klasifikasi biologi (Soepardi, 1983), air tanah dibedakan atas : (1) air berlebihan, yaitu air yang melebihi kapasitas lapang dan kurang berguna bagi tanaman, bila air ini banyak dijumpai maka akan terjadi keadaan yang tidak menguntungkan tanaman, (2) air tersedia, yaitu air yang terdapat antara kapasitas lapang dan titik layu permanen, dan (3) air tidak tersedia, yaitu air yang berada dibawah titik layu permanen.

Air bagi tanaman berada pada suatu aliran yang sinambung (kontinu) dan kekurangan/kehilangan air akan dapat mematikan tanaman. Hal ini dapat dimengerti karena air merupakan bagian dari semua sel (Harjadi, 1979). Soepardi (1983) menjelaskan adanya Lingkaran Tanah-Tanaman-Atmosfer (LTTA), yaitu suatu sistem terpadu dan dinamik dimana air mengalir dari tempat dengan energi potensial tinggi



ke tempat berenergi potensial rendah. Kekurangan air pada tanaman akan menyebabkan terganggunya proses fisiologis dalam tanaman seperti penutupan stomata, mengurangi fotosintesa, kehilangan turgiditas, penghentian pembesaran sel, dan kondisi-kondisi lain yang tidak menguntungkan bagi tanaman yang pada akhirnya akan mengurangi produksi tanaman (Kramer dan Kozlowski (1960), dan Slatyer (1969)).

## 2.5. Tanaman Jagung dan Kedelai

### 2.5.1. Jagung

Jagung (*Zea mays* L.) termasuk famili Graminae, berumah satu (monocious), yaitu letak bunga jantan terpisah dengan bunga betina (Suprpto, 1986). Sistem perakarannya terdiri dari akar seminal, coronal dan akar udara yang tumbuh di atas permukaan tanah. Batangnya beruas-ruas yang jumlahnya bervariasi antara 10 - 40 ruas dan tidak bercabang. Daun muncul dari buku-buku batang dengan kedudukan berlawanan antara daun yang satu dengan daun yang lain.

Jagung termasuk tanaman C4 yang mampu beradaptasi baik pada faktor-faktor pembatas pertumbuhan, aktifitas fotosintesis relatif tinggi pada keadaan normal, fotorespirasi dan transpirasi rendah, serta efisien dalam menggunakan air (Muhadjir, 1988).

Suhu yang optimum untuk pertumbuhan jagung berkisar antara 23 - 27 °C (Suprpto, 1986). Distribusi curah hujan yang merata  $\pm$  200 mm/bulan selama pertumbuhan akan memberikan hasil yang baik. Pada fase pembungaan dan pengisian biji, tanaman jagung menghendaki air yang cukup. Menurut Doorenbos dan Kassam (1979), kebutuhan air tanaman jagung per periode tumbuh adalah 500 - 800 mm.

### 2.5.2. Kedelai

Kedelai (*Glycine max*, L.) adalah tanaman palawija yang memerlukan air secukupnya tetapi tidak tahan penggenangan (Gandakusumah, 1981), termasuk famili leguminosae. Sistem perakaran umumnya sangat baik, dan pada akar-akar cabang terdapat bintil-bintil akar berisi bakteri *Rhizobium jafonicum* yang dapat mengikat zat lemas bebas (N<sub>2</sub>) dari udara yang dapat menyuburkan tanah (Lamina, 1989).

Tanaman kedelai termasuk tanaman C3 yang mempunyai laju transpirasi tinggi, tetapi fotosintesa netto yang dihasilkan umumnya lebih rendah dari tanaman C4 (Prawiranata *et al*, 1981), dan kurang efisien dalam menggunakan air.

Suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman kedelai antara 20 - 30 °C dan tumbuh baik pada ketinggian tidak lebih dari 500 m di atas permukaan laut. Curah hujan per tahun tidak lebih dari 2000 mm (Baharsjah, 1986). Adapun kebutuhan air tanaman kedelai adalah 450 - 700 mm per periode tumbuh (Doorenbos dan Kassam, 1979), sedangkan kebutuhan air maksimumnya adalah 0.76 cm/hari dan kebutuhan air rata-rata per musim adalah 0.58 cm/hari dengan kedalaman akar antara 15 - 20 cm (Whitt and Bavel, 1955).

Mederski *et al* (1973 dalam Fagi dan Tangkuman, 1985) merinci akibat kekeringan yang terjadi pada setiap periode tumbuh kedelai sebagai berikut :

1. Saat penanaman - perkecambahan terhambat.
2. Periode pertumbuhan aktif - menghambat pertumbuhan daun dan meluruhkan daun-daun pada cabang bawah.
3. Periode pembungaan - mempertinggi kerontokan bunga.
4. Periode pembentukan polong - menghambat pembentukan polong-polong dan meluruhkan polong-polong yang baru terbentuk.
5. Periode pengisian polong - meningkatkan polong hampa dan mengurangi kepadatan ukuran biji.

Apabila kekurangan air terjadi pada awal periode pembungaan tetapi kemudian diperoleh suplai air yang cukup maka bunga dan polong yang baru masih dapat terbentuk.

### 2.5.3. Tumpangsari Jagung-Kedelai

Sistem tanam tumpangsari adalah menanam lebih dari satu macam tanaman pada sebidang tanah dalam waktu bersamaan, dimana tanaman-tanaman tersebut umumnya kurang lebih sama (Suryatna dan Mc Intosh, 1979). Pada pola tanam ini, umumnya tanaman-tanaman yang ditumpangsarkan akan memanfaatkan sinar matahari, air dan unsur hara dengan lebih baik (Suryatna, 1976).

Tumpangsari jagung-kedelai cukup baik dilakukan karena jagung adalah tanaman C4 yang efisien dalam penggunaan air dan sukar mencapai kejenuhan cahaya, sedang kedelai adalah golongan C3 yang mudah mencapai kejenuhan cahaya. Dengan demikian terjadi kondisi yang menguntungkan dimana radiasi yang menecobos tanaman jagung akan dimanfaatkan dengan baik oleh tanaman kedelai (Hidayati dan Junc, 1992 ; Fitter dan Hay, 1981).

Pada sistem tanam tumpangsari jagung-kedelai, akan terjadi pemanfaatan hara N yang lebih baik karena adanya bakteri pada akar tanaman kedelai yang mampu mengikat zat lemas bebas (N<sub>2</sub>) dari udara. Hal ini dapat meningkatkan kesuburan tanah dan meningkatkan produksi (Lamina, 1989).

## III. BAHAN DAN METODE

### 3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlangsung di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat di Cikampek, Jawa Barat, yang dikategorikan sebagai lahan kering. Waktu penelitian berlangsung dari bulan September sampai bulan Desember 1991.

### 3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah benih jagung varitas Arjuna dan kedelai varitas Wilis, pupuk urea, TS dan KCL (dosis masing-masing 100 kg/ha), Furadan 3 G (20 kg/ha), Marshal (seed treatment), Bayrusil dan Atracol untuk perlindungan dari serangan hama dan penyakit.

Alat yang digunakan terdiri dari alat-alat untuk mengolah tanah, pompa air listrik dengan pipa,

selang plastik, sprayer, gelas ukur, ring sampler, bor tanah, alat-alat laboratorium untuk analisis sifat fisik tanah, timbangan skala kecil dan biasa, oven, dan gypsum blok lengkap dengan display.

### 3.3. Metode Penelitian

Rancangan yang dipakai dalam penelitian ini adalah Rancangan Petak Terpisah (*Split-plot design*) dengan ulangan dua kali di dalam petak. Petak utama adalah sistem tanam (tumpangsari dan monokultur) dengan anak petak perlakuan penyiraman. Petak utama terdiri dari dua taraf sistem tanam, yaitu : sistem tanam monokultur jagung (J) dan monokultur kedelai (K), dan sistem tanam tumpang sari jagung-kedelai (T). Anak petak terdiri dari dua taraf penyiraman, yaitu : penyiraman minimum (S1) yaitu penyiraman sebesar 3 mm/hari jika tanaman terlihat layu, dan penyiraman secukupnya (S2) yaitu penyiraman setiap hari sebesar 6.7 mm/hari. Akan diperoleh enam petak perlakuan : JS1, KS1, JS2, KS2, TS1 dan TS2 dengan ukuran petak 10 x 15 m<sup>2</sup>.

### 3.4. Pelaksanaan penelitian

#### - Persiapan lahan

Lahan dibagi kedalam petak-petak atau plot percobaan yang berukuran 10 x 15 m<sup>2</sup>. Setelah itu tanah diolah secara minimum (pengolahan dalam barisan) dengan mencangkul sedalam 10 - 20 cm.

Contoh tanah utuh diambil untuk dianalisis sifat-sifat fisiknya yang meliputi Kadar Air pada pF 1, 2, 2.54 dan 4.2, Kerapatan Isi tanah dan Porositas Total.

#### - Penanaman

Penanaman dilakukan dengan sistem tugal, yaitu benih ditanamkan sedalam  $\pm$  5 cm (kedelai 2 butir dan jagung 3 butir tiap lobang).

Arah baris tanam adalah Timur-Barat. Jarak tanam untuk monokultur jagung adalah 75 x 50 cm dan monokultur kedelai 50 x 20 cm. Jarak tanam tumpangsari adalah 150 x 50 cm untuk jagung dan diantara baris tanaman jagung ditanam dua baris tanaman kedelai. Penyulaman dilakukan sampai umur 3 minggu setelah tanam (mst) dan pada umur 3 mst tanaman jagung disisakan satu tanaman tiap lobang.

#### - Pemupukan

Pupuk kandang dengan dosis 400 kg/ha diberikan setelah pengolahan tanah. Cara pemberian dengan menaburkan pupuk kandang pada alur-alur pengolahan tanah. Pada saat tanam diberikan pemupukan dasar dalam alur baris disisi barisan tanaman. Dosis pupuk dasar adalah Urea 50 kg/ha, TSP 100 kg/ha dan KCl 100 kg/ha. Pemberian pupuk dengan sistem tugal sekitar 7 cm dari tanaman dan ditanamkan sedalam 5 cm. Pemupukan Urea kedua dilakukan pada 7 mst.

#### - Penyiraman

Penyiraman dilakukan secara merata sejak saat tanam pada semua petak perlakuan sampai memasuki umur 3 minggu dan setiap hari disiram pada pagi hari. Penyiraman menggunakan embrat.

Setelah umur 3 minggu, anak petak perlakuan S1 hanya disiram jika tanaman terlihat layu dan jumlah air pada setiap penyiraman adalah 3 mm/hari. Anak petak perlakuan S2 disiram sekali setiap hari dan besarnya siraman adalah 6.7 mm/hari.

#### - Pengamatan

1. Pengamatan Kadar Air tanah. Pengamatan dilakukan mulai minggu ke tiga. Pengamatan kadar air tanah menggunakan gypsum blok yang dipasang pada 4 kedalaman (15, 30, 45 dan 60 cm) pada anak petak perlakuan S1 sebanyak dua lokasi pada tiap petak dan satu lokasi pada anak petak perlakuan S2.
2. Pengamatan agronomis meliputi tinggi tanaman setiap minggu (5 sampel tanaman tiap petak), produksi tanaman, yaitu berat kering brangkas, berat kering biji, dan berat dari 100 biji tanaman.

Dari hasil pengamatan tersebut kemudian dilakukan perhitungan-perhitungan untuk memperoleh nilai-nilai evapotranspirasi aktual dan efisiensi produksi (biomas dan biji kering) terhadap penggunaan air. Untuk kalibrasi gypsum dilakukan dengan menghitung kandungan air tanah melalui metode gravimetrik dengan membawa contoh tanah ke laboratorium.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

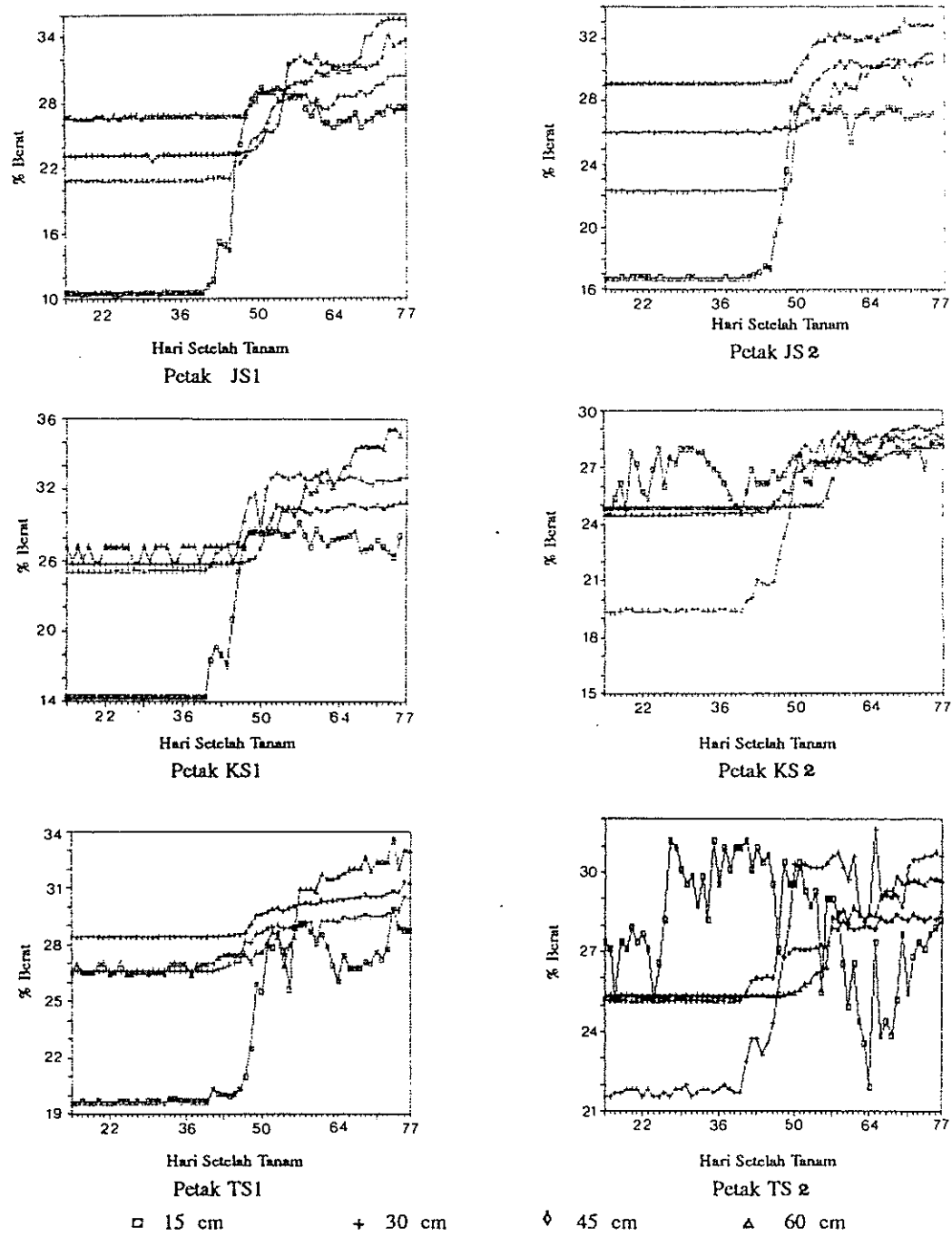
### 4.1. Perilaku Perubahan Kadar Air Tanah

Perubahan kadar air tanah diperoleh dari pengukuran di lapangan yang dilakukan dengan gypsum meter block. Data yang diperoleh disajikan dalam satuan persen (%) berat, yang menunjukkan berat air yang dikandung dalam satu satuan berat tanah. Pengukuran mulai dilakukan setelah tanaman berumur 3 minggu.

Pola fluktuasi kadar air tanah dari seluruh anak petak memperlihatkan pola yang hampir sama (lihat Gambar 4.1.1). Kecuali pada anak petak KS2 (kedelai monokultur dengan perlakuan S2), TS1 (tumpangsari jagung-kedelai dengan perlakuan S1) dan TS2 (tumpangsari jagung-kedelai dengan perlakuan S2). Pola kadar air tanah pada tanah kosong (lihat Gambar 4.1.2) didekat petak penelitian yang diamati sebagai perbandingan juga mempunyai pola yang tidak berbeda dengan petak-petak penelitian.

Kadar air tanah sebelum terjadi hujan relatif tidak berubah, kecuali pada anak petak KS2 dan TS2. Hal ini terjadi karena air tanah yang ada terikat sangat kuat pada butiran tanah dan penyiraman yang diberikan jumlahnya tidak cukup banyak sehingga belum mengubah kadar air tanah. Air yang diberikan melalui penyiraman langsung ter evaporasikan dan juga dikonsumsi oleh tanaman. Profil kandungan air juga hampir sama pada tiap petak, dimana kandungan air meningkat dengan bertambahnya kedalaman, kecuali pada petak KS2, TS1 dan TS2. Rendahnya kandungan air lapisan permukaan diakibatkan oleh terjadinya evaporasi yang intensif karena terbuka langsung ke atmosfer. Evaporasi menyebabkan





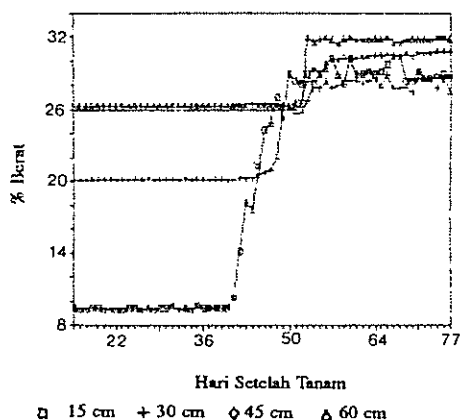
Gambar 4.1.1. Pola Perubahan Kadar Air Tanah

tegangan air lebih tinggi pada lapisan permukaan dan tegangannya makin menurun dengan bertambahnya kedalaman. Karena itu akan terjadi pergerakan air dari lapisan bawah yang kadar airnya lebih tinggi ke lapisan permukaan (Soepardi, 1983). Bila keadaan ini terus berlangsung, maka akan terjadi pengeringan tanah sampai air yang tersisa hanyalah air yang

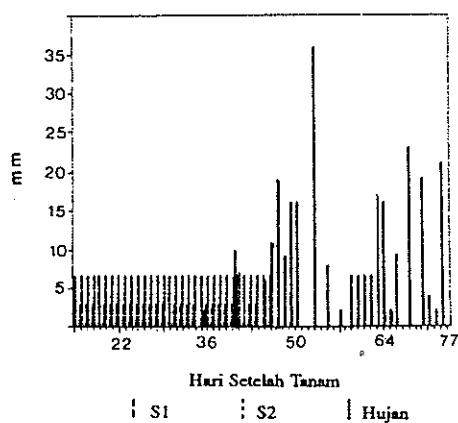
melekat sangat kuat pada pori mikro dan air higroskopis (Hide, 1958 dalam Hillel, 1980). Pola fluktuasi kandungan air lapisan 15 cm pada petak KS2 dan TS2 menunjukkan fluktuasi yang lebih besar dibanding petak-petak yang lainnya. Perubahan kadar air tanah disebabkan adanya suplai air yang diberikan melalui penyiraman. Kandungan air

Hal yang perlu dihindari adalah...  
 1. Dinding reaktor...  
 2. ...  
 3. ...

lapisan 15 cm paling tinggi bila dibandingkan dengan kandungan air lapisan dibawahnya dan fluktuasi kandungan air lapisan ini menunjukkan adanya penghilangan air ke atmosfer. Profil dan pola fluktuasi kandungan air pada lapisan 30, 45 dan 60 cm sebelum terjadi hujan tidak berbeda jauh dengan petak-petak lainnya, yaitu kadar air meningkat dengan bertambahnya kedalaman.



Gambar 4.1.2. Pola Kadar Air Tanah Luar Petak



Gambar 4.1.3. Suplai Air Selama Penelitian

Pola kadar air tanah pada petak TS1 sebelum terjadi hujan sama dengan pola kadar air tanah pada petak lainnya kecuali pola kandungan air lapisan 60 cm yang relatif sama dengan kandungan air lapisan 30 cm. Karena itu, profil kandungan airnya meningkat dari permukaan sampai kedalaman 45 cm dan setelah itu menurun lagi pada kedalaman 60 cm.

Kadar air tanah pada tanah yang tidak ditanami sebelum terjadi hujan mempunyai pola fluktuasi dan profil yang hampir sama dengan petak JS1 dan KS1. Kandungan air bertambah menurut kedalaman sampai pada lapisan 45 cm dan antara lapisan 45 - 60 cm relatif sama. Kandungan air pada lapisan 15 cm pada tanah kosong merupakan kandungan air terendah sebelum terjadi hujan, yaitu sekitar 9.5 %.

Kandungan air lapisan 15 cm pada petak-petak penelitian sebelum terjadi hujan adalah 10.5 % (JS1),

14.4 % (KS1), 16.8 % (JS2) dan 19.7 % (TS1). Sedangkan pada petak KS2 bervariasi dari 24.8 - 28 % dan pada petak TS2 bervariasi dari 26.6 - 30.1 %.

Kandungan air lapisan 30 cm relatif sama yaitu 19.4 % (KS2), 20.9 % (JS1), 21.6 % (TS2), 22.3 % (JS2), 25.0 % (KS1) dan 26.6 % (TS1). Sedangkan pada tanah kosong kandungan air lapisan 30 cm sebelum terjadi hujan adalah 20.2 %. Kandungan air lapisan 45 cm bervariasi antara 23.2 - 28.4 % dan kandungan air lapisan 60 cm bervariasi antara 24.9 - 29.2 %.

Perbedaan kadar air tanah pada lapisan kedalaman yang sama disebabkan kemampuan menahan/memegang air yang berbeda, sedangkan faktor lain yang berpengaruh langsung terhadap kadar air tanah pada kondisi ini yaitu penghilangan air tanah baik melalui penguapan (evaporasi) maupun melalui proses evapotranspirasi (penguapan dan penggunaan oleh tanaman) terjadi bersamaan. Perbedaan kemampuan menahan air pada tanah ini disebabkan oleh perbedaan sifat fisik tanah (tekstur dan struktur tanah), yang sangat menentukan kemampuan tanah menahan air (Socpardi, 1983).

Hujan mulai turun pada 6 mst (lihat Gambar 4.1.3) dan menyuplai air ke dalam tanah. Hujan yang turun pada minggu ke-6 sebesar 17 mm, 45 mm pada minggu ke-7 dan 60 mm pada minggu ke-8 dan terdapat selang hari tidak hujan. Karena itu perubahan keadaan air tanah pada periode awal hujan berbeda dengan setelah periode tersebut dimana dengan meningkatnya kadar air tanah oleh hujan maka terjadi penurunan penyerapan air hujan oleh tanah.

Kandungan air pada periode awal terjadinya hujan ini rata-rata mengalami peningkatan seluruhnya. Kandungan air lapisan 15 cm (kecuali petak TS2 dan KS2) meningkat cepat. Hujan yang terjadi mengisi pori-pori tanah yang kosong baik melalui infiltrasi maupun melalui celah/rengkahan tanah. Tanah lapisan permukaan akan diisi oleh air lebih dulu sehingga tegangan air tanahnya menurun dan menjadi lebih rendah dari lapisan di bawahnya. Karena itu, pergerakan air tanah adalah dari lapisan permukaan ke lapisan yang lebih dalam, berlawanan dengan gerakan air tanah sebelum terjadi hujan. Air dalam tanah juga dapat mengalir ke lapisan di bawahnya akibat gaya gravitasi yang terjadi jika tanah pada lapisan tersebut sudah jenuh oleh air. Pada 7 - 8 mst, kandungan air lapisan ini mencapai kisaran nilai maksimum yaitu 28.35 - 28.50 % dan kemudian cenderung menurun lagi. Sementara itu, terjadi peningkatan pemakaian air oleh tanaman yang disebabkan pertumbuhan tanaman, dan juga terjadi aliran tidak jenuh dari lapisan permukaan ke lapisan dibawahnya. Kandungan air lapisan 30 - 60 cm sebelum terjadi hujan adalah antara 24.99 - 27.23 %. Setelah terjadi hujan, kandungan air lapisan 30 dan 45 cm meningkat pada 6.5 - 7.5 mst, dan relatif tidak berubah lagi mulai minggu ke-8. Kandungan air lapisan 30 dan 45 cm setelah terjadi hujan rata-rata antara 32.5 - 33.2 % dan antara 30.1 - 30.8 %. Kandungan air lapisan 60 cm meningkat mulai

minggu ke-7 dan terus meningkat hingga mencapai nilai tertinggi sebesar 37.2 % pada 10.5 mst. Penurunan kandungan air lapisan 15 cm setelah 8 mst dapat disebabkan gerakan air ke lapisan dibawahnya ataupun karena kehilangan air melalui permukaan (akibat evapotranspirasi).

Apabila suplai air terbatas dan tanah lapisan atas tidak terjenuhi air, maka gerakan air dalam tanah akan berhenti bila tegangan air tanah sama/hampir sama. Apabila suplai air tidak terbatas, maka tanah khususnya lapisan atas dapat dijenuhi oleh air, dan apabila infiltrasi dan pergerakan air dalam tanah (perkolasi) lebih kecil dari suplai air, maka dapat terjadi aliran permukaan (run off).

Kadar air tanah lapisan 15 cm langsung meningkat segera setelah terjadi hujan. Pada periode awal terjadi hujan kandungan air lapisan ini mencapai nilai tertinggi rata-rata 25 - 29 %. Kandungan air lapisan 15 cm pada petak KS2 tidak meningkat setelah terjadi hujan, sedang pada petak TS2 hujan meningkatkan kandungan air lapisan 15 cm menjadi 31 %. Pada tanah yang tidak ditanami, kadar air tanah pada periode awal hujan meningkat sampai 29 %.

Kandungan air lapisan 30 cm meningkat beberapa waktu setelah peningkatan kandungan air lapisan diatasnya. Peningkatan tersebut mencapai sekitar 26 - 28 % kecuali pada petak KS1 yang mencapai 31 %. Sedangkan kandungan air lapisan 30 cm pada tanah kosong hanya meningkat sampai 25 %.

Tabel 1. Kadar Air Tanah Rata-rata sampai Kedalaman 60 cm

	Minggu							
	3	4	5	6	7	8	9	10
Suplai air pada S1	21	21	20	32	51	60	19	27
	Kadar Air Tanah (mm)							
JS1	149	149	149	159	196	220	214	219
KS1	170	170	170	180	203	216	217	226
TS1	188	188	189	191	208	223	218	228
Suplai air pada S2	46.9	46.9	48.9	63.9	71.8	60.7	45.8	151
	Kadar Air Tanah (mm)							
JS2	173	173	173	183	206	218	222	222
KS2	175	179	177	189	217	227	230	*
TS2	184	190	189	201	229	239	243	243
Hujan	0	0	2	17	45	60	19	27
Tanah Luar	151	152	152	169	194	223	224	226

\*) Tidak terukur oleh alat

Kandungan air lapisan 45 dan 60 cm meningkat lebih lambat dengan peningkatan yang lebih kecil bila dibandingkan dengan lapisan 15 dan 30 cm. Hal ini disebabkan suplai air mengisi lapisan tanah sebelah

atas sebelum lapisan bawah dan juga karena adanya tahanan terhadap gerakan air ke bawah.

Kadar air tanah pada periode akhir hujan khususnya lapisan 15 cm tidak lagi meningkat meskipun suplai air dari hujan masih terus terjadi. Kandungan air pada lapisan dibawahnya juga tidak lagi meningkat secepat periode awal hujan. Air tanah pada lapisan 15 cm berfluktuasi pada selang yang besar, yaitu antara 25 % - 29 %. Pada lapisan 30 cm, kadar air tanah berfluktuasi pada selang yang lebih kecil dengan kecenderungan meningkat. Kandungan air pada lapisan 45 dan 60 cm cenderung meningkat meskipun dengan laju yang rendah bila dibanding periode awal terjadinya hujan.

Suplai air yang terjadi selama hujan menyebabkan pori-pori tanah terisi air. Sifat tanah yang mengkerut bila kekeringan menyebabkan banyak celah dan rongga pada tanah tersebut jika terjadi kekeringan. Karena itu, pada awal terjadi hujan kadar air tanah meningkat dengan laju yang cepat disebabkan laju infiltrasi yang tinggi. Setelah tanah basah maka tanah akan mengembang dan celah maupun rongga yang ada akan tertutup. Akibatnya laju infiltrasi akan menurun dan peningkatan kadar air tanah berlangsung lebih lambat.

#### 4.2. Evapotranspirasi Tanaman

Evapotranspirasi ditunjukkan oleh air yang hilang dari tanah ke atmosfer. Kehilangan air dari tanah ke atmosfer melalui tanaman disebut juga sebagai penggunaan air tanah. Pada tanah bervegetasi, kehilangan air tanah dihitung sebagai penggunaan air tanah oleh vegetasi atau dinyatakan juga sebagai evapotranspirasi. Pada penelitian ini evapotranspirasi aktual (ETA) dihitung berdasarkan rumus :

$$ETA = CH + I - (KAT_n - KAT_{n-1}) \dots (4.2)$$

dimana CH = curah hujan, I = irigasi,  $KAT_n$  = kadar air tanah pada hari ke-n dan  $KAT_{n-1}$  = KAT pada hari ke (n - 1). Diasumsikan perkolasi dan aliran permukaan = 0. Persamaan ini hanya relevan pada saat KAT meningkat dan masih dibawah kapasitas lapang.

Hubungan antara ETA dengan KAT ditunjukkan oleh persamaan regresi linear berikut :

$$JS1, ETA = -0.623 + 0.02285(KAT); r = 63.24\%$$

$$KS1, ETA = -2.734 + 0.03321(KAT); r = 56.44\%$$

$$TS1, ETA = -6.034 + 0.04894(KAT); r = 64.97\%$$

$$JS2, ETA = 8.4247 - 0.00812(KAT); r = -33.87\%$$

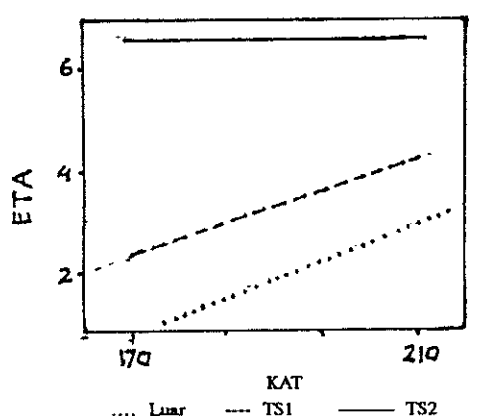
$$KS2, ETA = 7.2709 - 0.00290(KAT); r = -11.55\%$$

$$TS2, ETA = 7.3864 - 0.00350(KAT); r = -15.60\%$$

$$LUAR, ETA = -7.462 + 0.0492(KAT); r = 93.13\%$$

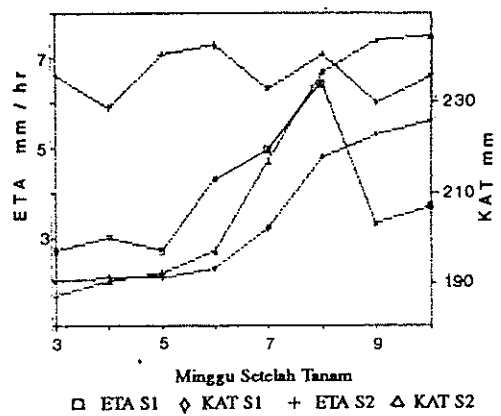
Dari persamaan tersebut dapat dilihat bahwa pada S1 ETA meningkat jika KAT meningkat (r antara 56 - 65 %). Sedangkan pada S2, ETA cenderung menurun jika KAT meningkat, namun nilai r sangat kecil (-34 - -12 %) yang menunjukkan hubungan ETA dengan KAT pada S2 tidak linear. Pada tanah yang tidak ditanami terlihat bahwa ETA meningkat dengan meningkatnya KAT dan hubungannya dapat dikatakan linear (r = 93 %). Pola hubungan ETA dan KAT seperti diatas dapat

diterapkan apabila KAT meningkat namun belum mencapai kapasitas lapang.



Gambar 4.2.1 Hubungan Antara ETA dan KAT

Pada perlakuan S1 terlihat bahwa sampai dengan minggu ke 8 ETA cenderung meningkat bersamaan dengan meningkatnya KAT. Hal tersebut juga sejalan dengan peningkatan suplai air. Nilai ETA adalah jumlah air yang hilang dari tanah, baik melalui permukaan tanah maupun tanaman. Setelah minggu ke 8 ETA cenderung menurun meskipun KAT terus meningkat. Hal ini merupakan kelemahan dalam penggunaan persamaan (4.2) diatas.



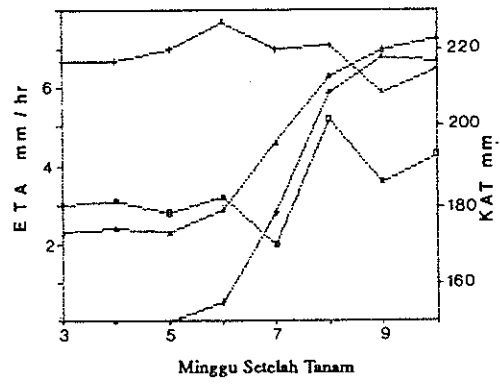
Gambar 4.2.4. ETA dan KAT Tumpangsari

ETA pada perlakuan S2 juga terlihat cenderung meningkat sampai dengan minggu ke 6 bersamaan dengan meningkatnya KAT. Setelah minggu tersebut, ETA hitung cenderung menurun, meskipun KAT masih terus meningkat. Penurunan ETA ini diduga disebabkan mulai menurunnya konsumsi air oleh tanaman dikarenakan tanaman mulai memasuki fase generatif.

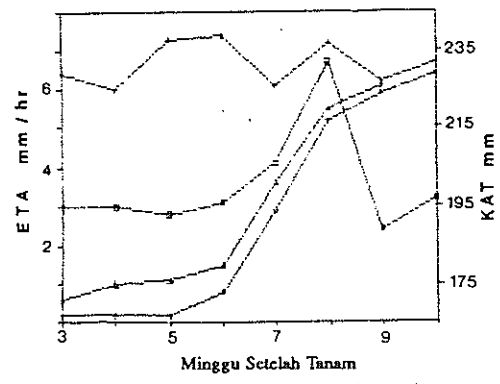
Tabel 2. ETA Tanaman Rata-rata Harian (mm/hari)

	Minggu									
	3	4	5	6	7	8	9	10		
	ETA									
JS1	3.03	3.07	2.77	3.20	1.96	5.17	3.56	5.51		
KS1	2.99	3.00	2.77	3.07	4.09	6.74	2.44	4.57		
TS1	2.73	2.97	2.70	4.31	6.34	6.44	3.33	4.33		
JS2	6.66	6.73	6.97	7.69	6.96	7.09	5.93	*		
KS2	6.41	6.04	7.34	7.44	6.14	7.24	6.24	*		
TS2	6.63	5.93	7.14	7.34	6.33	7.14	6.04	*		
Tanah Luar	0	0	0.29	0	2.87	4.40	2.63	3.50		

\*) Tidak terukur oleh alat



Gambar 4.2.2. ETA dan KAT Jagung



Gambar 4.2.3. ETA dan KAT Kedelai

Evapotranspirasi yang terjadi pada periode awal pertanaman (sebelum terjadi hujan) jumlahnya bergantung pada besarnya penyiraman. Hal ini terlihat dari kadar air tanah yang relatif tidak berubah, sementara penyiraman diberikan setiap hari (lihat Gambar 4.2.1 dan 4.2.2). Pada perlakuan penyiraman S1, rata-rata kehilangan air per hari (evapotranspirasi/hari) selama pengamatan adalah 3.4 mm pada petak JS1, 3.7 mm pada petak KS1 dan 3.9 mm pada petak TS1. Hal ini menunjukkan bahwa pada tumpangsari lebih banyak kehilangan air, sedangkan evapotranspirasi pada petak jagung merupakan yang terendah. Pada perlakuan penyiraman S2, rata-rata evapotranspirasi per hari adalah 6.9 mm pada petak JS2, 6.8 mm pada petak KS2, dan 6.7 mm pada petak TS2. Pada perlakuan S2 tanaman yang paling

Nama Karya: Penelitian, Penelitian Lanjutan  
 1. Melakukan pengamatan lapangan dan laboratorium secara rutin terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman  
 2. Melakukan pengamatan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman  
 3. Melakukan pengamatan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman  
 4. Melakukan pengamatan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman  
 5. Melakukan pengamatan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman  
 6. Melakukan pengamatan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman  
 7. Melakukan pengamatan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman  
 8. Melakukan pengamatan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman  
 9. Melakukan pengamatan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman  
 10. Melakukan pengamatan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman



banyak kehilangan air adalah tanaman jagung dan tanaman tumpangsari yang paling rendah. Pada tanah yang tidak ditanami terjadi kehilangan air tanah sebesar 2.04 mm/hari.

Pada saat terjadi hujan, evapotranspirasi aktual yang diperoleh dari perhitungan (4.2) sangat besar. Hal ini disebabkan karena terjadinya keterlambatan penambahan air tanah. Suplai air dari hujan tidak langsung terukur oleh alat, sehingga nilai faktor KAT kecil sedang nilai (CH+I) besar, yang menyebabkan nilai evapotranspirasi hasil perhitungan neraca air menjadi sangat besar. Evapotranspirasi yang diperoleh setelah terjadi hujan nilainya kembali menurun.

Evapotranspirasi pada periode hujan berikutnya terlihat tidak terlalu tinggi. Hal ini karena hujan yang turun dalam selang waktu yang panjang dan suplai air telah sampai pada kedalaman alat. Akibatnya terukur peningkatan kadar air tanah yang cukup tinggi, sehingga nilai evapotranspirasi hasil perhitungan juga menurun.

#### 4.3. Respon Pertumbuhan Tanaman Terhadap Sistem Tanam dan Penyiraman

Pertumbuhan tanaman yang dilihat dari bertambahnya tinggi tanaman, terlihat mempunyai respon yang nyata terhadap perlakuan penyiraman. Gambar 4.3.1 dan Gambar 4.3.2, menunjukkan bahwa secara keseluruhan tinggi tanaman pada perlakuan penyiraman S2 lebih tinggi bila dibandingkan tanaman pada perlakuan penyiraman S1 yang disebabkan suplai air yang lebih banyak pada S2. Uji Statistik tinggi tanaman dapat dilihat pada Tabel Lampiran 6.

##### 4.3.1. Respon Tanaman Jagung

Tinggi tanaman jagung pada perlakuan S1 meningkat dengan laju yang relatif lambat (lihat Gambar 4.3.1). Namun setelah terjadi hujan pada minggu ke 6, tinggi tanaman jagung meningkat dengan cepat. Tinggi tanaman jagung yang ditanam secara monokultur lebih tinggi dari tanaman jagung yang ditanam secara tumpangsari pada perlakuan S1, dan pertambahan tinggi tanaman jagung yang ditanam secara tumpangsari berhenti seminggu lebih lambat dibanding pada perlakuan monokultur. Hal ini diduga disebabkan oleh radiasi yang masuk ke dalam tajuk jagung pada sistem monokultur lebih sedikit akibat terhadang tajuk bagian atas. Karena itu terjadi persaingan pada tanaman sejenis untuk mendapatkan radiasi yang mendorong pertumbuhan tinggi tanaman. Pada sistem tumpangsari, radiasi bebas masuk ke dalam tajuk tanaman jagung sehingga tidak terjadi persaingan tanaman untuk memperoleh radiasi pada sistem tanam ini.

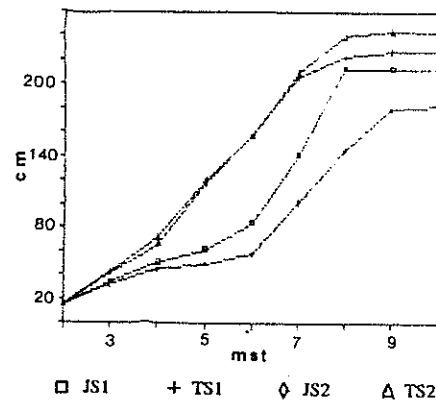
Tinggi tanaman jagung perlakuan S2 meningkat dengan laju yang relatif tetap sampai dengan minggu ke 7 dan setelah minggu ke 8 tinggi tanaman relatif tidak bertambah lagi. Suplai air tanah ternyata sangat mempengaruhi pertambahan tinggi tanaman pada perlakuan S2 dan radiasi kecil pengaruhnya. Pada kondisi demikian terlihat bahwa sistem tanam tidak mempengaruhi pertambahan tinggi tanaman

jagung. Pengaruh penyiraman terlihat sangat nyata, khususnya sampai dengan minggu ke 7.

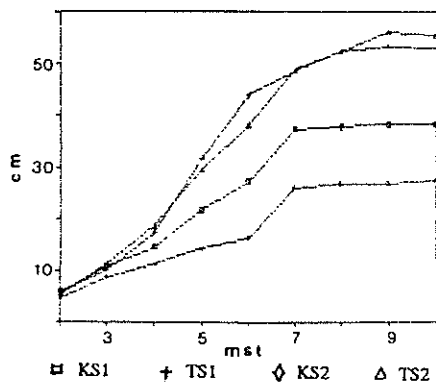
Pada perlakuan S1 terlihat bahwa suplai air tidak mencukupi sehingga pertumbuhan tanaman terhambat. Hal ini dibuktikan setelah terjadi penambahan suplai air oleh hujan, tinggi tanaman jagung pada S1 bertambah dengan cepat. Pertambahan tinggi tanaman jagung ini disebabkan terjadinya pemanjangan ruas-ruas batang jagung yang pada saat kekurangan air tumbuh pendek. Uji statistik beda tinggi jagung monokultur antara siraman S1 dengan siraman S2 terlihat tidak nyata, namun uji tinggi pada minggu ke 5 - 8 menunjukkan beda yang nyata.

##### 4.3.2. Respon Tanaman Kedelai

Tinggi tanaman kedelai juga menunjukkan perbedaan antar perlakuan penyiraman. Tinggi tanaman kedelai pada perlakuan S2 meningkat dengan laju yang lebih cepat dibanding perlakuan S1 (lihat Gambar 4.3.2). Hal ini disebabkan suplai air yang cukup pada perlakuan S2. Pada Gambar 4.3.2, juga ditunjukkan bahwa suplai air dari hujan yang terjadi setelah minggu ke 7 tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan tinggi tanaman kedelai S1.



Gambar 4.3.1. Tinggi Tanaman Jagung



Gambar 4.3.2 Tinggi Tanaman Kedelai

Uji Tinggi tanaman kedelai pada perlakuan S1 memperlihatkan beda yang jelas antar sistem tanam. Demikian juga dengan tinggi tanaman kedelai antara S1 dengan S2 menunjukkan perbedaan yang nyata, yang berarti bahwa penyiraman memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman kedelai. Sedangkan sistem tanam pada S2 tidak mempunyai pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Tanaman kedelai yang ditanam secara monokultur lebih tinggi bila dibandingkan dengan kedelai yang ditumpangsarikan dengan jagung. Hal ini diduga diakibatkan suplai air yang kurang yang menyebabkan tanaman tumbuh kerdil.

**4.4. Produksi Tanaman**

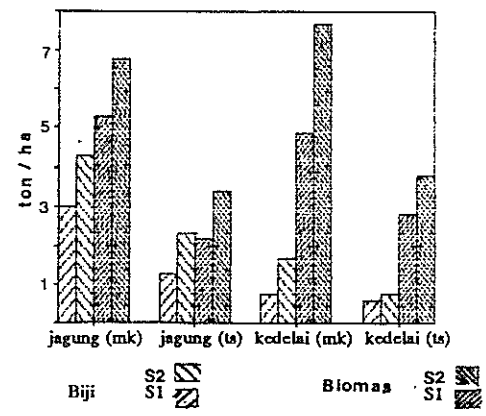
Produksi tanaman dilihat melalui parameter produksi bersih, yaitu total berat biji kering yang dihasilkan, juga total biomasa kering yang dihasilkan. Sedangkan kualitas produksi dilihat dari ukuran biji yang biasanya diukur dalam berat biji kering dari satu satuan jumlah (biasanya berat 100 biji kering). Data-data produksi dapat dilihat pada Tabel 3.

Produksi biji tanaman menunjukkan perbedaan yang besar antar perlakuan. Tanaman pada perlakuan penyiraman S2 memberikan hasil yang lebih tinggi dibanding perlakuan S1 (lihat Gambar 4.4.1). Hal ini disebabkan suplai air yang tidak mencukupi sehingga menyebabkan berkurangnya produksi. Hujan yang memberi suplai air cukup besar pada fase generatif tanaman tidak meningkatkan produksi tanaman menjadi sama karena pertumbuhan tanamannya sudah terganggu pada periode sebelumnya. Dalam penelitian ini, total produksi tanaman jagung pada S2 adalah 4.3 ton/ha (monokultur) dan 2.3 ton/ha (tumpangsari, atau setara dengan 4.39 ton/ha pada populasi yang sama dengan monokultur) dan pada penyiraman S1 adalah 3 ton/ha (monokultur) dan 1.3 ton/ha (tumpangsari, atau setara dengan 2.48 ton/ha pada populasi yang sama dengan monokultur). Produksi tanaman kedelai pada penyiraman S2 adalah 1.7 ton/ha (monokultur) dan 0.75 ton/ha (tumpangsari, atau setara dengan 1.16 ton/ha pada populasi yang sama dengan monokultur), sedangkan pada penyiraman S1 adalah 0.75 ton/ha (monokultur) dan 0.6 ton/ha (tumpangsari, atau setara dengan 0.93 ton/ha pada populasi yang sama dengan monokultur).

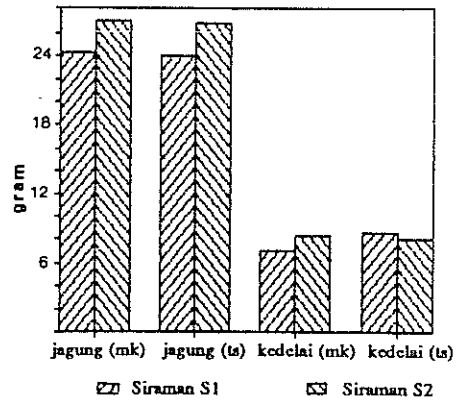
Berat total biomasa kering dapat dilihat pada Tabel 3. Secara keseluruhan, biomasa kering lebih banyak dihasilkan pada perlakuan S2 bila dibandingkan dengan perlakuan S1 (lihat Gambar 4.1.1.). Hal ini disebabkan suplai air yang lebih banyak pada perlakuan S2. Pada perlakuan S1, air yang dapat digunakan tanaman jumlahnya terbatas sehingga pembentukan jaringan tanaman, yang ditunjukkan oleh pertumbuhan tanaman, menjadi terhambat. Suplai air yang cukup banyak baru terjadi setelah tanaman mengalami fase generatif sehingga tidak banyak meningkatkan pertumbuhan maupun produksi biomasa tanaman. Bobot biomasa kering yang dihasilkan tanaman jagung pada perlakuan S1 (dalam satuan ton/ha) adalah 5.3 (monokultur), 2.2 (tumpangsari, atau setara dengan 4.2 ton/ha pada populasi yang

sama dengan monokultur), dan pada perlakuan S2 6.8 (monokultur) dan 3.4 (tumpangsari, atau setara dengan 6.49 ton/ha pada populasi yang sama dengan monokultur). Produksi biomasa tanaman kedelai pada perlakuan S1 (dalam satuan ton/ha) adalah 4.98 (monokultur) dan 2.8 (tumpangsari, atau setara dengan 4.34 ton/ha pada populasi yang sama dengan monokultur), dan pada perlakuan S2 7.7 (monokultur) dan 3.8 (tumpangsari, atau setara dengan 5.89 ton/ha pada populasi yang sama dengan monokultur). Produksi biomasa kering pada perlakuan S1 selalu lebih kecil daripada perlakuan S2 (lihat Gambar 4.4.1.).

Perbedaan produksi biji dan biomasa kering merupakan akibat terjadinya kekurangan/cekaman air pada periode awal pertanaman. Cekaman air tersebut dapat mempengaruhi aspek pertumbuhan tanaman, anatomi, morfologi, fisiologi dan biokemistri tanaman, atau disebut juga sebagai aspek ganda cekaman air. Fase kritis terhadap cekaman air ini umumnya terjadi pada saat terbentuknya organ reproduktif (periode awal fase generatif) dan pada saat penyerbukan (Baharsjah, 1986).



Gambar 4.4.1. Produksi Biji dan Biomasa Kering Tanaman



Gambar 4.4.2. Berat 100 Biji Tanaman

Kualitas produksi yang dilihat dari berat 100 biji kering memperlihatkan perbedaan yang jelas (Lihat Tabel 3). Tanaman jagung yang ditanam secara monokultur dan tumpangsari menghasilkan biji yang lebih baik pada perlakuan penyiraman S2

Tabel 3. Produksi, Pertumbuhan Tanaman dan Kehilangan Air

	Produksi				Berat 100 biji gram	Tinggi Tanaman		Kehilangan air (ETA)			
	Biji		Biomass			cm		mm			
	ton/ha					vg	gn	vg	gn	ttl	
JS1	3.0		5.3		24.25	85	207	84.5	96.9	181.4	
KS1	0.75		4.9		7.03	27	38	83.1	111.2	194.3	
TS1	1.3	2.48*	2.2	4.20*	24.00	jg	58	183	89.0	120.1	209.1
	0.6	0.93*	2.8	4.34*	24.00	kd	17	28			
JS2	4.3		6.8		26.98	153	223	196.3	139.8	336.1	
KS2	1.7		7.7		8.37	44	53	190.7	137.4	328.1	
TS2	2.3	4.39*	3.4	6.49*	26.75	jg	158	240	189.3	136.6	325.9
	0.75	1.16*	3.8	5.89*	8.10	kd	38	56			

jg = jagung, kd = kedelai, vg = fase vegetatif, gn = fase generatif \* = berat terkoreksi (proporsional ; populasi disamakan)

dibandingkan dengan penyiraman S1. Tanaman kedelai monokultur pada perlakuan S2 menghasilkan kualitas biji yang lebih baik dibanding perlakuan S1, sedangkan pada sistem tumpangsari kualitas biji kedelai lebih baik pada penyiraman S1 (lihat Gambar 4.4.2). Hal ini berarti bahwa pengaruh interkasi perlakuan penyiraman dan sistem tanam tidak sama pada kedelai.

Produksi tanaman (biomas kering dan biji kering) yang dihasilkan pada perlakuan penyiraman S2 selalu lebih tinggi dari produksi tanaman pada perlakuan penyiraman S1. Dari data produksi yang terkoreksi (lihat Tabel 3) terlihat bahwa tanaman jagung pada penyiraman S1 menghasilkan produksi biji dan biomas yang lebih baik pada tumpangsari. Pada perlakuan S2 produksi biji lebih baik pada tanaman tumpangsari sedangkan produksi biomas lebih baik pada tanaman monokultur. Data produksi terkoreksi tanaman kedelai menunjukkan bahwa pada perlakuan S1, produksi biji lebih baik pada tanaman monokultur dan produksi biomas lebih baik pada tanaman tumpangsari. Pada perlakuan S2, produksi biji dan biomas kedelai lebih baik pada tanaman monokultur.

Dari data pada Tabel 3. terlihat bahwa pada perlakuan penyiraman S1 tinggi tanaman pada sistem tanam yang berbeda mempunyai hubungan yang berbanding terbalik dengan kehilangan air. Demikian juga dengan produksi biji dan biomas kering. Pada sistem tumpangsari, kehilangan air terhitung lebih tinggi tetapi pertumbuhan tanaman maupun produksi tanaman lebih rendah. Hal ini disebabkan tanaman pada sistem tumpangsari tumbuh kerdil dan penutupan tajuknya (leaf area) menjadi kecil yang menyebabkan banyak permukaan tanah menjadi terbuka. Kehilangan air yang banyak pada petak tersebut diduga bukan disebabkan pemanfaatan air oleh tanaman tetapi akibat evaporasi yang lebih besar. Pada penyiraman S2 terlihat adanya perbedaan dibandingkan dengan perlakuan penyiraman S1. Tinggi tanaman tidak menunjukkan hubungan yang jelas dengan kehilangan air tanah maupun sistem

tanam. Sedangkan produksi biomas kering mempunyai hubungan berbanding lurus dengan kehilangan air. Kehilangan air pada petak tumpangsari paling rendah dan menghasilkan biomas yang paling rendah juga. Dengan demikian pada perlakuan S2 dapat disimpulkan bahwa kehilangan air disebabkan pemanfaatan air oleh tanaman.

Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL) merupakan parameter yang dapat digunakan untuk melihat tingkat efisiensi penggunaan lahan dengan sistem tanam tumpangsari. Nilainya merupakan ratio produksi tanaman (biji dan biomas kering) yang ditanam secara tumpangsari terhadap produksi tanaman yang ditanam secara monokultur. Nilai NKL dapat digunakan untuk melihat populasi (jarak tanam) yang proporsional pada sistem monokultur dan tumpangsari sehingga diperoleh produksi yang sama antara sistem tanam monokultur dan tumpangsari pada luasan areal yang sama. Nilai NKL biji pada perlakuan S1 sebesar 1.233 dan pada perlakuan S2 nilainya 0.976. Nilai NKL biomas pada S1 adalah 0.987 dan pada S2 nilainya 0.994. Nilai NKL yang kurang dari 1 menunjukkan bahwa sistem tanam tumpangsari kurang efisien dibanding sistem tanam monokultur, sedangkan nilai NKL yang sama atau lebih dari 1 menunjukkan bahwa sistem tanam tumpangsari lebih efisien. Ketidakefisienan ini dapat disebabkan oleh jarak tanam yang terlalu rapat ataupun terlalu jarang pada sistem tanam tumpangsari. Efisiensi penggunaan air oleh tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari data Tabel 4. tersebut dapat dilihat bahwa tanaman jagung dengan penyiraman S1 mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan penyiraman S2, baik dalam produksi biji kering maupun produksi biomas kering. Efisiensi biji kering tanaman kedelai lebih rendah pada perlakuan S1, sebaliknya efisiensi biomas kering kedelai lebih tinggi. Efisiensi biji kering tanaman tumpangsari (jumlah dari produksi biji kering tanaman jagung dan kedelai) lebih rendah pada penyiraman S1 sedangkan produksi biomasnya (jumlah dari produksi biomas tanaman jagung dan kedelai) lebih tinggi pada penyiraman S1.



Tabel 4. Efisiensi Penggunaan Air oleh Tanaman

Sistem tanam	Penyiraman S1	Penyiraman S2
A. Efisiensi Biji Kering (%)		
Jagung	0.1327	0.0996
Kedelai	0.0317	0.0403
Tumpangsari	0.0712	0.0730
B. Efisiensi Biomass Kering (%)		
Jagung	0.2344	0.1574
Kedelai	0.2071	0.1827
Tumpangsari	0.1875	0.1723

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Air merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi tanaman. Air akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan secara langsung maupun tidak akan mempengaruhi produksi tanaman. Pada kondisi iklim yang optimum maka air merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan dan produksi tanaman. Hal dapat terlihat dari perbedaan pengaruh perlakuan penyiraman.

Selama penelitian terjadi peningkatan kadar air tanah yang disebabkan oleh suplai air dari hujan. Sedangkan suplai air dari penyiraman pada periode sebelum terjadi hujan tidak merubah kadar air tanah. Evapotranspirasi tanaman yang dihitung dari kehilangan air tanah pada penyiraman S1 paling tinggi pada petak TS1 dan pada penyiraman S2 paling tinggi pada petak JS2. Rata-rata ETA dalam satu hari adalah 3.4 mm (petak JS1), 3.7 mm (petak KS1), 3.9 mm (petak TS1), 6.9 mm (petak JS2), 6.8 mm (petak KS2) dan 6.7 mm (pada petak TS2). Pada S1, ETA meningkat dengan dengan meningkatnya KAT, sedangkan pada S2, ETA menurun dengan meningkatnya KAT.

Produksi biji dan biomass kering (dilihat dari produksi terkoreksi) pada penelitian ini relatif lebih tinggi pada sistem monokultur dibanding sistem tumpangsari. Pertumbuhan tanaman lebih baik pada penyiraman S2 dibanding pada S1. Pada penyiraman S1 sistem tanam monokultur lebih baik pertumbuhannya dibanding tumpangsari. Pada penyiraman S2, pertumbuhan tanaman relatif tidak berbeda antara sistem tanam monokultur dan tumpangsari.

Tanaman jagung paling efisien dalam menggunakan air untuk pembentukan biji, dan tumpang sari lebih efisien daripada kedelai. Dalam pembentukan biomass pada penyiraman S1, tanaman jagung lebih efisien menggunakan air, sedangkan pada penyiraman S2 tanaman kedelai lebih efisien. Efisiensi penggunaan air untuk pembentukan biomass merupakan ukuran yang digunakan untuk melihat tingkat keefisienan pemakaian air oleh tanaman.

Pada perlakuan S1, produksi sistem tanam tumpangsari lebih baik dibandingkan sistem tanam monokultur, sedangkan pada perlakuan S2, sistem tanam tumpangsari tidak menghasilkan produksi yang

lebih baik. Nisbah Kesetaraan Lahan biji kering pada perlakuan S1 adalah 1.233 dan pada perlakuan S2 adalah 0.976. Nisbah Kesetaraan Lahan biomass kering pada S1 adalah 0.98 dan pada S2 adalah 0.994, yang menunjukkan bahwa sistem tanam yang berbeda mempunyai tingkat efisiensi penggunaan lahan yang relatif sama dalam memproduksi biomass.

### 4.2. Saran

Disarankan untuk melakukan pengukuran evapotranspirasi aktual secara langsung dengan mengukur unsur-unsur selain suplai air dan kadar air tanah, juga aliran permukaan dan perkolasi.

Pencampatan alat pengukur kadar air tanah dilapangan harus dipilih sebaik mungkin sehingga dapat mengukur perubahan kadar air tanah yang kecil dan pada selang kedalaman yang lebih kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baharsjah, J. S. 1986. Hubungan air dengan tanaman. *Dalam* Bahan Kuliah Kursus Pemanfaatan Data Iklim Dalam Pengelolaan Air. Jurusan Geofisika dan Meteorologi. FMIPA. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Barry, R.G. and Chorley, R.J. 1978. *Atmosphere, Weather and Climate*. 3rd Ed. Methuen and Co. Ltd. London.
- Chang, J.H. 1968. *Climate and Agriculture*. Aldine Publishing Company. Chicago.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H. 1979. *Yield Respon to Water*. FAO-United Nations. Irrigation and Drainage Paper. Rome.
- Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1977. *Guidelines for Predicting Crop Water Requirements (revised)*. Irrigation and Drainage Paper no 24. FAO-United Nations. Rome.
- Fagi, A.M. dan Tangkuman, F. 1985. *Pengelolaan Air untuk Pertanaman Kedelai*. Puslitbangtan Pangan. Bogor.
- Fitter, A. H. dan Hay, R. K. M. 1981. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. (Terjemahan). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gandakusumah, R. 1981. *Irigasi*. Penerbit Sumur. Bandung.
- Harjadi, M.M. Sri Setyati. 1979. *Pengantar Agromoni*. Gramedia. Jakarta.
- Hidayati, R. dan Junc, T. 1992. *Effektifitas Perhitungan Kadar Air Tanah dibawah Pertanaman Tumpangsari JAgung-Kedelai dari Perhitungan Thornthwaite dan Mather*. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hillel, Daniel. 1980. *Evaporasi Dari Tanah Terbuka (Terjemahan)*. Application of Soil Physics. Academic Press. pp: 109-142.

- Jackson, T. J. 1977. *Climate, Weather and Agriculture In the Tropics*. Longman Group Limited. New York.
- Kramer, P. J. and Kozlowski, T. T. 1960. *Physiology of Trees*. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Lamina, 1989. *Kedelai dan pengembangannya*. CV Simplex. Jakarta.
- Las, Irsal. 1981. Pemanfaatan unsur iklim dalam usaha peningkatan produksi dan efisiensi lahan. Dalam Lokakarya Klimatologi Pertanian, Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. Jakarta. 18p.
- Manan, Moch. Effendi, Chambers, R.E., Sukardi, Wahyudi, Murdiyarto, D. dan Santosa, I. 1980. *Klimatologi Pertanian Dasar*. Bagian Klimatologi. Departemen Ilmu Pengetahuan Alam. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Muhadjir, F. 1988. Karakteristik tanaman jagung. Dalam Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Muntako, Firman. 1986. Pengaruh Kasa Penutup Kacah Klas A terhadap Nilai Evapotranspirasi dan Hubungannya dengan Evapotranspirasi Potensial metode Penman. Skripsi Sarjana. Jurusan Geofisika dan Meteorologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. IPB.
- Murdiyarto, D. 1980. *Pengantar Hidrometeorologi*. Jurusan Geofisika dan Meteorologi. Institut Pertanian Bogor.
- Prawiranata, W., Harran, S. dan Tjondronegoro, P. 1981. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Dept. Botani. Fakultas Pertanian. IPB Bogor.
- Rosenberg, N. J. 1974. *Microclimate: the biological environment*. John Wiley and Sons. New York.
- Shaw, R. H. and Laing, D. R. 1966. *Moisture stress and plant response*. In: *Plant Environment and Efficient Water Use*. W. H. Pierre dkk ed. ASA-SSSA. pp: 73-94
- Slatyer, R. O. 1969. *Physiological significance of internal water relations to crop yield*. In: *Physiological Aspects of Crop Yield*. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA.
- Soepardi, Goeswono. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Jurusan Tanah. Faperta. Institut Pertanian Bogor.
- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku. 1980. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Suprpto. 1986. *Bertanam Jagung*. Penerbit Swadaya. Jakarta.
- Suryatna, E. S. 1976. *Diskripsi Varitas Jagung Harapan*. Panitia Penyelenggara Latihan. Teknologi Benih. 28 Januari - 3 Juli 1976.
- \_\_\_\_\_ dan Mc Intosh, J. G. 1979. *Multiple Cropping*. Direktorat Jenderal Pertanian, Bidang Pengendalian Bimas.
- Whitt and Bavel. 1955. *Irrigation Soybeans*. Year Book Agriculture. Washington.
- Wiramihardja, Sadeli. 1976. *Hidrologi Pertanian*. Direktorat Irigasi, Dit. Jen. Pengairan. Dep. Pekerjaan Umum. Bandung.

## LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Analisis Sidik Ragam Tinggi Tanaman Jagung

SUMBER	db	JK	KT	F
5 Oktober				
Ulangan	2	19.845	9.9225	
Sistem Tanam (A)	1	0.0675	0.0675	1.08
Galat (a)	2	0.125	0.0625	
Siraman (B)	1	1.2675	1.2675	5.70
Interaksi AB	1	2.1675	2.1675	9.74*
Galat (b)	4	0.89	0.2225	
Total	11	24.3625		
KK (a) = 1.142337			KK (b) = 3.048136	
19 Oktober				
Ulangan	2	49.005	24.5025	
Sistem Tanam (A)	1	0.0075	0.0075	0.00
Galat (a)	2	10.125	5.0625	
Siraman (B)	1	1316.707	1316.71	688.5*
Interaksi AB	1	113.4675	113.468	59.33*
Galat (b)	4	7.65	1.9125	
Total	11	1496.962		
KK (a) = 2.704615			KK (b) = 2.350925	
26 Oktober				
Ulangan	2	29.9181	14.9591	
Sistem Tanam (A)	1	54.3576	54.3576	75.70*
Galat (a)	2	1.43612	0.71806	
Siraman (B)	1	11822.7	11822.7	45726*
Interaksi AB	1	171.310	171.310	662.6*
Galat (b)	4	1.03423	0.25856	
Total	11	12080.78		
KK (a) = 0.685873			KK (b) = 0.582047	
9 Nopember				
Ulangan	2	4.16667	2.08333	
Sistem Tanam (A)	1	1073.52	1073.52	121.4*
Galat (a)	2	17.6867	8.84333	
Siraman (B)	1	21615.5	21615.5	3957*
Interaksi AB	1	1659.10	1659.10	303.7*
Galat (b)	4	21.8533	5.46333	
Total	11	24391.86		

KK (a) = 1.271648      KK (b) = 1.41352

---

16 Nopember				
Ulangan	2	369.92	184.96	
Sistem Tanam (A)	1	1950.75	1950.75	1612*
Galat (a)	2	2.42	1.21	
Siraman (B)	1	8268.75	8268.75	4386*
Interaksi AB	1	5418.75	5418.75	2875*
Galat (b)	4	7.54	1.885	
Total	11	16018.13		

KK (a) = 0.378961      KK (b) = 0.668917

23 Nopember				
Ulangan	2	369.92	184.96	
Sistem Tanam (A)	1	204.188	204.19	12.15
Galat (a)	2	33.62	16.81	
Siraman (B)	1	4740.19	4740.19	731.0*
Interaksi AB	1	1912.69	1912.69	294.9*
Galat (b)	4	25.94	6.485	
Total	11	7286.542		

KK (a) = 1.341417      KK (b) = 1.178284

30 Nopember				
Ulangan	2	70.2113	35.1056	
Sistem Tanam (A)	1	133.667	133.6669	740.0*
Galat (a)	2	0.3613	0.1806	
Siraman (B)	1	4440.98	4440.977	579.1*
Interaksi AB	1	1724.40	1724.402	224.9*
Galat (b)	4	30.673	7.6681	
Total	11	6400.29		

KK (a) = 0.138544      KK (b) = 1.276615

KK (a) = 3.214121      KK (b) = 6.275773  
 F5%=18.51    F1%=98.50    F5%= 7.71    F1%=21.20  
 KK = Koeffisien Keragaman (%)

Tabel Lampiran 2. Analisis Sidik Ragam Tinggi Tanaman Kedelai

SUMBER	db	JK	KT	F
5 Oktober				
Ulangan	2	12.5	6.25	
Sistem Tanam (A)	1	1.08	1.08	27*
Galat (a)	2	0.08	0.04	
Siraman (B)	1	0.03	0.03	1.2
Interaksi AB	1	0.75	0.75	30*
Galat (b)	4	0.1	0.025	
Total	11	14.54		

KK (a) = 2.618914      KK (b) = 2.928034

19 Oktober				
Ulangan	2	33.62	16.81	
Sistem Tanam (A)	1	2.43	2.43	4.96
Galat (a)	2	0.98	0.49	
Siraman (B)	1	78.03	78.03	106.8*
Interaksi AB	1	15.87	15.87	21.73*
Galat (b)	4	2.92	0.73	
Total	11	133.85		

KK (a) = 3.183117      KK (b) = 5.494536

26 Oktober				
Ulangan	2	91.125	45.563	
Sistem Tanam (A)	1	70.5675	70.568	78.19*
Galat (a)	2	1.805	0.903	
Siraman (B)	1	480.068	480.07	313.3*
Interaksi AB	1	19.5075	19.51	12.73*
Galat (b)	4	6.13	1.533	
Total	11	669.2025		

KK (a) = 2.750261      KK (b) = 5.068339

9 Nopember				
Ulangan	2	112.5	56.25	
Sistem Tanam (A)	1	1341.97	1341.97	33549*
Galat (a)	2	0.08	0.04	
Siraman (B)	1	526.688	526.69	364.5*
Interaksi AB	1	11.408	11.4075	7.89*
Galat (b)	4	5.78	1.445	
Total	11	1998.42		

KK (a) = 0.434140      KK (b) = 3.690196

16 Nopember				
Ulangan	2	156.645	78.3225	
Sistem Tanam (A)	1	92.4075	92.4075	218.7*
Galat (a)	2	0.845	0.4225	
Siraman (B)	1	1206.01	1206.01	325.7*
Interaksi AB	1	92.4075	92.4075	24.96*
Galat (b)	4	14.81	3.7025	
Total	11	1563.122		

KK (a) = 1.082093      KK (b) = 4.530166

23 Nopember				
Ulangan	2	214.245	107.123	
Sistem Tanam (A)	1	56.7675	56.7675	27*
Galat (a)	2	4.205	2.1025	
Siraman (B)	1	1471.87	1471.87	158.1*
Interaksi AB	1	153.368	153.368	16.47*
Galat (b)	4	37.25	9.3125	
Total	11	1937.702		

KK (a) = 2.339543      KK (b) = 6.963237

30 Nopember				
Ulangan	2	220.5	110.25	
Sistem Tanam (A)	1	48	48	12
Galat (a)	2	8	4	
Siraman (B)	1	1452	1452	190.5*
Interaksi AB	1	147	147	19.28*
Galat (b)	4	30.5	7.625	
Total	11	1906		

KK (a) = 3.214121      KK (b) = 6.275773  
 F5%=18.51    F1%=98.50    F5%= 7.71    F1%=21.20  
 KK = Koeffisien Keragaman (%)

Tabel Lampiran 3. Analisis Sidik Ragam Berat 100 Biji Kering Tanaman

SUMBER	db	JK	KT	F
Jagung				
Ulangan	2	0.0648	0.0324	
Sistem Tanam (A)	1	0.1728	0.1728	432.0*



Galat (a)	2	0.0008	0.0004	
Siraman (B)	1	22.5228	22.5228	22522*
Interaksi AB	1	0.0003	0.0003	0.30
Galat (b)	4	0.004	0.001	
Total	11	22.7655		
KK (a) =		0.055470	KK (b) =	0.124035

		Kedelai		
Ulangan	2	6.02045	3.01023	
Ulangan	2	1.5488	0.7744	
Sistem Tanam (A)	1	0.27908	0.27908	0.30
Galat (a)	2	1.8432	0.9216	
Siraman (B)	1	5.67188	5.67188	6.15
Interaksi AB	1	0.00368	0.00368	0.00
Galat (b)	4	3.6864	0.9216	
Total	11	13.0330		
KK (a) =		8.994004	KK (b) =	12.71944

F5%=18.51 F1%=98.50 F5%= 7.71 F1%=21.20

Tabel Lampiran 4. Analisis Beda Tinggi Tanaman (Uji Beda Dua Nilai Tengah)

Tanaman	Rataan	Std Dev.	Std err	t
		Jagung		
JS1-JS2	-24.736	31.844	10.615	2.330
TS1-TS2	-59.811	38.891	12.964	4.614*
JS1-TS1	24.309	21.670	7.2234	3.365*
JS2-TS2	-10.833	14.869	4.9564	2.186
		Kedelai		
KS1-KS2	-9.367	6.962	2.321	4.036*
TS1-TS2	-17.007	11.035	3.678	4.640*
KS1-TS1	7.700	4.360	1.453	5.299*
KS2-TS2	0.000	2.630	0.877	0.000

Tabel Lampiran 5. Hasil Analisis Sifat Fisik Tanah

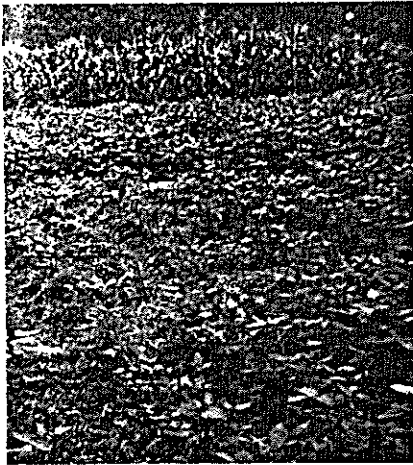
Petak	KI	Pori	KA	(%berat)	KAT
	g/cc	(%)	pF4.2	2.54	%
JS1	20 cm	1.43	46.04	17.50	26.43 8.93
JS2	20 cm	1.22	53.96	24.40	31.78 7.38
JS2	60 cm	1.19	55.09	27.15	36.48 9.33
KS1	20 cm	1.34	49.43	18.80	30.85 12.05
KS2	10 cm	1.39	47.55	20.00	29.51 9.51
KS2	40 cm	1.20	54.72	24.15	32.39 8.24
TS2	20 cm	1.11	58.11	21.90	30.21 8.31
TS2	40 cm	1.18	55.47	26.65	36.18 9.53



Gambar Lampiran 1. Pengamatan Kadar Air Tanah Menggunakan Gypsum Block



Gambar Lampiran 2. Pengambilan Contoh Tanah untuk Analisa KAT secara Gravimetrik



Gambar Lampiran 3. Tanaman Kedelai S1 (depan)  
Kedelai S2 (tengah) dan  
Jagung S2 (belakang)



Gambar Lampiran 4. Tanaman pada Perlakuan  
Tumpangsari