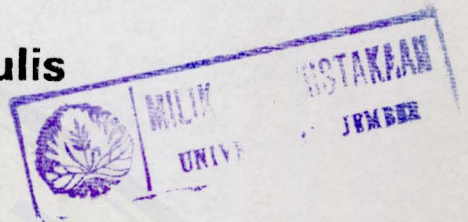


**PERUBAHAN FISILOGIS DAUN TEMBAKAU
BESUKI Voor-Oogst (*Nicotiana tabacum*)
AKIBAT CEKAMAN KEKERINGAN**

**Karya Ilmiah Tertulis
(SKRIPSI)**

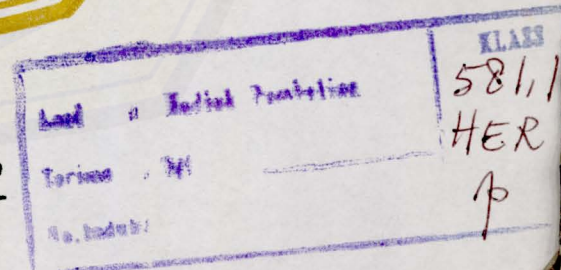


**Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk
menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana S-1
Jurusan Budidaya Pertanian
pada Fakultas Pertanian
Universitas Jember**

Oleh :

Tomy Herdianto

9615101278



**JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER
Nopember, 2000**

Diterima oleh

Fakultas Pertanian Universitas Jember

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (SKRIPSI)

Dipertahankan pada :

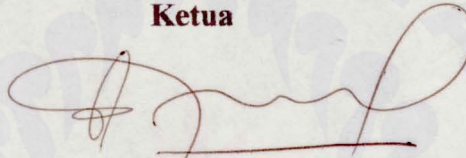
Hari : Kamis

Tanggal : 23 Nopember 2000

Tempat : Fakultas Pertanian
Universitas Jember

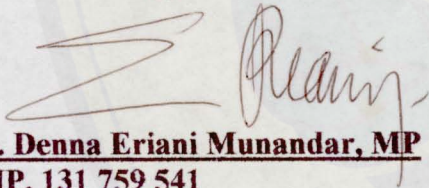
Tim Penguji

Ketua



Ir. Usmadi, MP
NIP.131 759 530

Anggota I



Ir. Denna Eriani Munandar, MP
NIP. 131 759 541

Anggota II



Ir. Setiyono, MP
NIP. 131 696 266

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Pertanian

Universitas Jember



Ir. Arie Mudjiharjati, MS
NIP. 130 609 808

DOSEN PEMBIMBING :

Ir. USMADI, MP (DPU)
Ir. DENNA ERIANI MUNANDAR, MP (DPA I)
Ir. SETIYONO, MP (DPA II)

PERSEMBAHAN

SKRIPSI ini kupersembahkan kepada :

- * Ibunda **Nur Hanifah** dan Ayahanda **Ali Mansur** yang selalu memberikan doa, kasih sayang dan dorongan yang tiada pernah putus untuk ananda. Semoga aku bisa berbakti dan membalasnya.
- * Adinda **Heru Dwi Widiyanto, Sofi Ratnaningtyas, Nila Fauziah Hanim**. Semoga kalian bisa lebih baik dari aku.
- * **Eka Wahyuni** senantiasa mendampingi dalam suka dan duka yang memberikan arti tentang kehidupan. Terima kasih atas kasih sayang yang kau berikan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis dengan judul “ **Perubahan Fisiologis Daun Tembakau Voor-Oogst (*Nicotiana tabacum*) Akibat Cekaman Kekeringan**”.

Karya Ilmiah tertulis ini sebagai syarat untuk menyelesaikan program sarjana strata satu pada jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jember. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Ir. Arie Mudjiharjati, MS, selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember yang telah memberikan ijin atas penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
2. Dr. Ir. M. Setyo Poerwoko, MS, selaku ketua Jurusan Agronomi yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyusun Karya Ilmiah Tertulis ini.
3. Ir. Usmadi, MP, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing serta memberikan petunjuk dan nasehat kepada penulis.
4. Ir. Denna Eriani Munandar, MP selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah memberikan saran, bimbingan dan petunjuk kepada penulis selama penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
5. Pak Misgo dan Mas Sugiono yang telah membantu selama penelitian di kampus Tegal Boto, Jember
6. Teman-teman tercinta : Malik, Gareth, Jumari, Andung, Ade, Yetti, Kiki “none Belanda”, Pak ‘De, dan teman-teman Himagro’96 yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas dorongan selama menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis ini.
7. Gondrong (Arief), Yuni Sunaryati rekan penelitian yang telah membantu secara langsung dalam suka dan duka selama penelitian.

8. Teman-teman mahasiswa seperjuangan dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Karya Ilmiah Tertulis ini.
9. Teman-teman HIMAGRO yang telah memberi dukungan dan bantuan selama penulis menyelesaikan studi.

Penulis menyadari bahwa Karya Ilmiah tertulis ini masih belum sempurna, sehingga penulis mengharapkan saran dan masukan yang sangat berharga bagi penyempurnaan tulisan ini. Semoga Karya Ilmiah Tertulis ini bermanfaat bagi para mahasiswa, akademisi, petani dan semua pembaca, Amin.

Jember, Nopember 2000

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
RINGKASAN.....	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Tembakau.....	4
2.2 Peranan Air Bagi Pertumbuhan Tanaman.....	5
2.3 Pengaruh Cekaman Terhadap Fisiologis Tanaman.....	6
2.4 Hipotesis.....	8
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	9
3.1 Tempat Dan Waktu.....	9
3.2 Bahan Dan Alat.....	9
3.3 Rancangan Percobaan	9

3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	9
3.4.1 Persiapan Media Tanam.....	10
3.4.2 Pemeliharaan	10
3.4.3 Pelaksanaan Perlakuan	11
3.4.4 Perhitungan Kebutuhan Air	11
3.5 Parameter Percobaan.....	11
3.5.1 Parameter Utama.....	11
3.5.2 Parameter Pendukung	13
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1 Kondisi Umum.....	14
4.2 Hasil Pengamatan.....	14
4.2.1 Index Stomata	15
4.2.2 Potensial Air Daun.....	17
4.2.3 Kadar Air Daun.....	19
4.2.4 Kandungan Klorofil Daun.....	22
4.2.5 Tebal Daun.....	24
4.2.6 Berat Krosok	26
4.3 Pembahasan.....	27
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	37
FOTO PENELITIAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
1.	Rangkuman Nilai F-hitung Seluruh Parameter.....	15
2.	Rata-Rata Index Stomata Karena Perlakuan Tingkat Cekaman Kekeringan Dan Saat Terjadinya Cekaman Kekeringan	16
3.	Rata-Rata Potensial Air Daun (-bar) Karena Perlakuan Tingkat Cekaman Kekeringan Dan Saat Terjadinya Cekaman Kekeringan.....	18
4a.	Rata-Rata Kadar air daun (%) Karena Perlakuan Tingkat Cekaman Kekeringan.....	20
4b.	Rata-Rata Kadar Air Daun (%) Karena Perlakuan Saat Terjadinya Cekaman Kekeringan (mg klorofil/g daun).....	21
5a.	Rata-Rata Kandungan Klorofil Daun Karena Perlakuan Tingkat Cekaman Kekeringan	22
5b.	Rata-Rata Kandungan Klorofil Daun Karena Pengaruh Perlakuan Saat Terjadinya Cekaman Kekeringan.....	23
6a.	Rata-Rata Tebal Daun (mm) Karena Perlakuan Tingkat Cekaman Kekeringan.....	24
6b.	Rata-Rata Tebal Daun (mm) Karena Pengaruh Perlakuan Saat Terjadinya Cekaman Kekeringan.....	25
7.	Rata-Rata Berat Krosok (gram) Karena Pengaruh Tingkat Cekaman Kekeringan Dan Saat Terjadinya Cekaman Kekeringan.....	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
1.	Grafik Hubungan Tingkat Cekaman Kekeringan Dan Saat Terjadinya Cekaman Kekeringan Dengan Index Stomata.....	17
2.	Grafik Hubungan Tingkat Cekaman Kekeringan Dan Saat Terjadinya Cekaman Kekeringan Terhadap Potensial Air	19
3.	Grafik Hubungan Tingkat Cekaman Kekeringan (%) Terhadap Kadar Air Daun (%).	21
4.	Grafik Hubungan Tingkat Cekaman Kekeringan (%) Terhadap Kandungan Klorofil Daun (mg Klorofil/berat daun).....	23
5.	Grafik Hubungan Tingkat Cekaman Kekeringan (%) Terhadap Tebal Daun (mm).....	25
6.	Grafik Hubungan Pengaruh Tingkat Cekaman Kekeringan Dan Saat Terjadinya Cekaman Kekeringan Terhadap Berat Krosok	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1a.	Index Stomata	37
1b.	Sidik Ragam Index Stomata	37
1c.	Tabel Dua Arah Faktor TxS Terhadap Index Stomata	37
2a.	Potensial Air Daun (bar)	38
2b.	Sidik Ragam Potensial Air Daun	38
2c.	Tabel Dua Arah Faktor TxS Terhadap Potensial Air Daun (-bar)	38
3a.	Kadar Air Daun (%)	39
3b.	Sidik Ragam Kadar Air Daun	39
3c.	Tabel Dua Arah Faktor TxS Terhadap Kadar Air Daun (%)	39
4a.	Kandungan Klorofil Daun (mg klorofil/ g daun)	40
4b.	Sidik Ragam Kandungan Klorofil Daun	40
4c.	Tabel Dua Arah Faktor TxS Terhadap Kandungan Klorofil Daun (mg klorofil/ g daun)	40
5a.	Tebal Daun (mm)	41
5b.	Sidik Ragam Tebal Daun	41
5c.	Tabel Dua Arah Faktor TxS Terhadap Tebal Daun (mm)	41
6a.	Berat Krosok (gram)	42
6b.	Sidik Ragam Berat Krosok	42
6c.	Tabel Dua Arah Faktor TxS Terhadap Berat Krosok (gram) ...	42
7.	Pengamatan Jumlah Stomata Dan Epidermis/mm ²	43
8.	Pengamatan Suhu (°C), Kelembapan (%), Intensitas Cahaya...	44
9a.	Contoh Perhitungan Index Stomata	46
9b.	Contoh Perhitungan Kandungan Klorofil Daun	46
10.	Contoh Perhitungan Kadar Air Daun	47

Tomy Herdianto, 9615101278, Perubahan Fisiologis Daun Tembakau Besuki Voor-Oogst (*Nicotiana tabacum*) Akibat Cekaman Kekeringan (di bawah bimbingan Ir. Usmani, MP dan Ir. Denna Eriani Munandar, MP).

RINGKASAN

Tanaman tembakau Besuki Voor-Oogst (VO) merupakan tanaman tembakau yang ditanam pada musim kemarau yang umumnya ketersediaan air sangat terbatas sehingga menyebabkan perubahan fisiologis daun tembakau. Untuk mengetahui besarnya perubahan proses fisiologis yang terjadi perlu memperhatikan tingkat pemberian air pada jumlah dan fase pertumbuhan tanaman sehingga dapat diketahui saat pemberian dan jumlah air yang ditambahkan agar dapat menghasilkan produksi yang sesuai dengan yang diharapkan.

Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat dan saat cekaman kekeringan yang mulai merugikan terhadap perubahan fisiologis daun tembakau Besuki Voor-oogst dan interaksinya yang berpengaruh paling baik terhadap perubahan fisiologis daun tembakau.

Penelitian dilaksanakan di rumah plastik jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember dengan ketinggian tempat ± 89 meter di atas permukaan laut (dpl) selama bulan Mei sampai dengan Agustus 2000.

Rancangan yang digunakan faktorial RAK 4 x 4 dengan tiga ulangan kemudian dilanjutkan dengan Uji Duncan pada taraf 5 %. Faktor pertama yaitu tingkat cekaman kekeringan yang terdiri dari empat taraf ; 80% - 90% kapasitas lapang (T1), 75% - 65% kapasitas lapang (T2), 60% - 50% kapasitas lapang (T3) dan 35% - 45% kapasitas lapang (T4). Faktor kedua meliputi saat terjadinya cekaman kekeringan yaitu saat tanaman berumur 25 hari (S1), 35 hari (S2), 45 hari (S3), 55 hari (S4).

Hasil penelitian menunjukkan pengaruh perlakuan tingkat cekaman kekeringan nyata terhadap parameter index stomata, kandungan klorofil daun, kadar air daun, tebal daun, berat krosok. Perlakuan saat terjadinya cekaman kekeringan berpengaruh nyata terhadap index stomata, potensial air daun, dan berat krosok. Interaksi perlakuan tingkat cekaman kekeringan dan saat terjadinya cekaman kekeringan menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap parameter index stomata, potensial air daun dan berat krosok.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Tanaman tembakau merupakan komoditi yang dibudidayakan oleh petani, dan memiliki peranan sangat penting dalam perekonomian nasional baik dari aspek penyediaan lapangan kerja, sumber pendapatan negara, pendapatan petani maupun sektor jasa lainnya.

Beberapa jenis tembakau yang ada di Indonesia termasuk tembakau Besuki Voor-Oogst (VO) selain masih dibutuhkan di pasar luar negeri juga dibutuhkan untuk memenuhi permintaan pasar domestik. Pengusahaan tembakau Besuki VO dan rokok masih memiliki prospek yang cukup baik, kenyataan ini didasarkan atas konsumsi rokok dalam negeri yang tinggi dan cenderung meningkat sejalan dengan perkembangan dan peningkatan pendapatan per kapita. Nilai ekspor tembakau Besuki Voor-Oogst mengalami peningkatan dari tahun 1996 – 1998. Menurut sumber Departemen perindustrian dan Perdagangan Jember nilai ekspor tembakau tahun 1996 sebesar 8.590 ton, tahun 1997 sebesar 16.601 ton dan tahun 1998 6.893 ton. Pasar tembakau khususnya tembakau Besuki VO sebagai bahan baku dalam pembuatan rokok kretek masih terbuka cukup lebar dengan memperhatikan kualitas permintaan masing-masing pabrik (Anonim, 1995).

Usaha tani tembakau rakyat sampai saat ini masih menghadapi permasalahan yang sangat kompleks terutama dalam bidang produksi dan pemasaran. Bidang produksi terlihat adanya kecenderungan produktivitasnya yang rendah yaitu 300 – 500 kg/Ha. Rendahnya produktivitas tanaman tembakau ini disebabkan beberapa faktor antara lain masalah kesuburan tanah dan ketersediaan air yang terbatas.

Tembakau Besuki VO sebagian besar masa tumbuhnya berada pada musim kemarau, sehingga ketersediaan air tanah juga merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhannya. Tanaman yang kekurangan air akan menderita stres dan berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan tanaman. Kadar air tanah yang berlebih juga dapat menyebabkan kekurangan udara sehingga dapat menjadi penghambat bagi

pertumbuhan tanaman. Kecepatan pertumbuhan tanaman mencapai optimal pada saat kelembapan tanah berada disekitar kapasitas lapang, karena pada keadaan ini oksigen cukup tersedia dan tegangan air cukup rendah sehingga memudahkan absorpsi air (Hakim, dkk, 1986).

Kadar air tanah merupakan salah satu faktor penentu pertumbuhan dan tingkat produktivitas tanaman. Penurunan kadar air tanah akan berpengaruh pada perubahan fisiologis dan jika berkelanjutan dapat mengakibatkan penghambatan bahkan dapat menghentikan pertumbuhan. Selama perkembangan vegetatif kekurangan air dapat mengurangi laju pelebaran daun dan index luas daun pada tingkat perkembangan berikutnya. Kekurangan air yang parah dapat menyebabkan penutupan stomata yang berakibat mengurangi pengambilan CO_2 , penurunan laju fotosintesis, pemanjangan akar serta berat kering bagian pucuk yang parah sehingga diperlukan beberapa hari setelah irigasi agar kembali ke laju fotosintesis aslinya (Gardner, et. al., 1991; Sugianto, et. al., 1993; Sutedja dan Kartasapoetra, 1991).

Cekaman kekeringan 90%-100% kapasitas lapang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Jika kadar air turun dari 90% pembesaran sel terhambat dan menyebabkan daun menjadi lebih tebal jika kadar air tanah turun sampai 70%-75% kapasitas lapang. Pembelahan sel tidak terpengaruh secara drastis oleh penurunan status air daun. Penurunan yang drastis dari laju pembesaran sel terjadi jika kadar air daun turun untuk pembesaran sel tersebut dibutuhkan tekanan hidrolis internal atau tekanan turgor. Pada kondisi kekurangan air yang berlangsung lama, pembesaran sel juga secara tidak langsung terhambat dan potensial air daun menurun tanpa diikuti penutupan stomata secara otomatis. Stomata tetap terbuka dengan turunnya potensial air sampai nilai ambang tertentu tercapai, setelah itu konduktivitas stomata menurun. Nilai ambang ini bervariasi tergantung oleh jenis tanaman dan perbedaan tanaman terhadap adaptasi osmotik (Lakitan, 1996; June dan Turyanti, 1999).

1.2 Perumusan Masalah

Tanaman tembakau Besuki VO merupakan tanaman tembakau yang ditanam pada musim kemarau yang umumnya ketersediaan air sangat terbatas. Keterbatasan ketersediaan air dapat menyebabkan perubahan proses fisiologis daun tembakau yang merupakan produk utama daun tanaman tembakau. Untuk mengetahui besarnya perubahan proses fisiologis yang terjadi pada tembakau Besuki VO dalam arti tanaman tetap tumbuh dan memberi hasil yang layak perlu dikaji secara intensif melalui penelitian tingkat pemberian air pada jumlah dan fase pertumbuhan tanaman.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui interaksi antara tingkat cekaman kekeringan dan saat terjadinya cekaman kekeringan yang berpengaruh terhadap perubahan fisiologis daun tembakau Besuki VO.
2. Untuk mengetahui pengaruh tingkat cekaman kekeringan terhadap perubahan fisiologis daun tembakau Besuki VO.
3. Untuk mengetahui pengaruh saat terjadinya cekaman kekeringan terhadap perubahan fisiologis daun tembakau Besuki VO.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui tingkat dan saat terjadinya cekaman kekeringan yang paling merugikan bagi tembakau sehingga petani dapat menghindari keadaan tersebut.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar penelitian selanjutnya dan sekaligus memberikan informasi bagi petani tentang pengaruh interval pemberian air bagi perubahan fisiologis daun tembakau Besuki VO.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tembakau

Tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*) termasuk dalam familia Solanaceae. Pada pertumbuhan normal batang tembakau dapat tumbuh tegak dan kebanyakan tidak bercabang. Tanaman tembakau bercabang apabila bagian titik tumbuhnya terputus (mengalami gangguan) maupun saat pembungaan sehingga merangsang pertumbuhan tunas-tunas lateral baru. Batang tembakau berwarna hijau dan hampir seluruhnya ditumbuhi bulu-bulu halus yang berwarna putih.

Daun tembakau bentuknya bulat panjang, ujungnya meruncing, tepinya licin dan bertulang sirip. Jumlah daun yang dapat dimanfaatkan (dipetik) dalam setiap batangnya dapat mencapai 32 helai. Ukuran dan tebal tipisnya tergantung dari jenis, varietas yang ditanam, kesuburan dan pengelolaaannya (Anonim, 1993)

Daun tembakau termasuk tipe daun normal. Pada bagian atas terlihat lapisan parenkim palisade, bagian bawahnya terdiri dari parenklim spon yang longgar dan seluruhnya diliputi oleh lapisan sel epidermis dengan mulut daun (stomata) yang tersebar merata. Ketebalan kutikula, dinding sel parenkim dan luas ruangan interseluler berbeda-beda tergantung pada keadaan lingkungan tumbuhnya. Daun tembakau berseling-seling mengelilingi batang tanaman. Fungsi daun dalam kehidupan tanaman adalah tempat asimilasi untuk pembentukan karbohidrat, protein, lemak dan lain sebagainya (Cahyono, 1998).

Tanaman tembakau bisa hidup di dataran tinggi maupun di dataran rendah. Perbedaan ketinggian tempat dapat mengakibatkan perbedaan kualitas daun tembakau. Tembakau yang ditanam pada ketinggian 1000-1500 m dpl, pH 5,5 – 6,5 daunnya akan besar dan tebal, sedangkan tembakau yang ditanam di dataran rendah daunnya besar dan tipis. Tembakau dataran tinggi memerlukan temperatur udara yang rendah, sedangkan tembakau dataran rendah memerlukan temperatur udara yang tinggi. Temperatur udara yang cocok untuk pertumbuhan tembakau pada umumnya berkisar 21 – 32,3 derajat celcius (Cahyono, 1998). Faktor curah hujan juga mempengaruhi kualitas daun tembakau. Tembakau pada dataran rendah

umumnya menghendaki curah hujan rata-rata sekitar 2000 mm/tahun, pada bulan kering curah hujannya rata-rata 80 mm/bulan, sedangkan pada bulan basah curah hujan tidak lebih dari 250 mm/bulan. Berdasarkan musim tanamnya, tanaman tembakau dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu tembakau Na-Oogst (NO) dan tembakau Voor-Oogst (VO). Tembakau VO ditanam pada akhir musim penghujan dan dipanen pada musim kemarau. Tembakau NO ditanam pada akhir musim kemarau dan dipanen pada musim penghujan (Anonim, 1995).

Setiap jenis tembakau menghendaki jenis tanah yang berbeda dan ada syarat tumbuh khusus yang dikehendaki tanaman tembakau. Tembakau Besuki cocok dibudidayakan pada tanah yang berasal dari bahan-bahan vulkanis yang berdaya serap air yang baik, berstruktur lepas dan bertekstur remah agar tanaman tembakau cukup memperoleh air tetapi tidak tergenang (Anonim, 1995).

2.2 Peranan Air Bagi Pertumbuhan Tanaman

Kandungan air dalam tanah mempunyai pengaruh pada pembentukan tanah, erosi dan stabilitas struktur, juga berhubungan dengan ketersediaan air untuk pertumbuhan tanaman. Ada empat fungsi utama air dalam tanaman : 1. Sebagai penyusun utama dari protoplasma tanaman; 2. Bahan esensial untuk fotosintesis dan merubah tepung menjadi gula; 3. Pelarut hara untuk dapat bergerak ke dalam dan melalui bagian tanaman; 4. Memberi ketegaran tanaman (*turgidity*) yang memelihara bentuk dan posisinya yang menguntungkan bagi tanaman untuk dapat menangkap cahaya matahari.

Tanaman mengabsorpsi sebagian air melalui stomata daun, tetapi sebagian besar air yang digunakan oleh tanaman diabsorpsi oleh akar yang berada dalam tanah. Untuk penggunaan air yang optimal, yang sangat diperlukan adalah mengetahui bagaimana air bergerak masuk ke dalam dan melalui tanah (Setyobudi, 1994). Air tanah yang baik untuk tanaman berada dalam kapasitas lapang. Kapasitas lapang dari tanah merupakan jumlah air maksimum yang tertinggal sehabis air permukaan dikuras dan sehabis air yang keluar dari tanah akibat gaya berat (Harjadi, 1976).

Besarnya air yang diserap oleh akar tanaman sangat tergantung pada kadar air tanah dan kondisi lingkungan di atas tanah. Kisaran kadar air tanah yang tersedia secara optimum berada antara kapasitas lapang dan titik layu permanen yang berada antara 50% - 70% air tersedia (Jumin, 1989).

2.3. Pengaruh Cekaman Terhadap Fisiologis Tanaman Tembakau

Tanaman tembakau dalam pertumbuhannya memerlukan air. Untuk memperoleh produksi dan kualitas sesuai dengan yang diharapkan, saat pemberian dan jumlah air yang diberikan harus sesuai dengan kebutuhan tanaman (Anonim, 1996). Kebutuhan air tanaman tembakau di lapangan dipertimbangkan dalam tiga fase, fase pertama 2 – 5 minggu setelah pindah tanam kebutuhan air sedikit dan tanaman peka terhadap pengairan yang berlebihan. Fase kedua meliputi sisa fase perkembangan yaitu yang berlangsung sampai kemunculan dan pengembangan daun-daun berikutnya dan tanaman memerlukan hujan dan pengairan yang sering. Fase ketiga merupakan bagian terakhir fase pemasakan dan kebutuhan air menurun karena dihilangkan dan tanaman menua. Keadaan kekurangan air yang tidak sampai menimbulkan cekaman akan memberikan hasil tinggi dengan daun yang berkualitas. Tanaman tembakau yang sering diairi selama hidupnya juga memberikan hasil yang tinggi, tetapi kualitas daunnya jelek (Goldsworthy dan Fisher, 1992).

Mekanisme resistensi tanaman terhadap kekeringan dalam arti tanaman tetap tumbuh dan memberi hasil yang layak perlu dikaji secara intensif supaya dapat merekayasa tipe tanaman resisten terhadap cekaman air. Cekaman secara umum menurunkan pertumbuhan, tetapi beberapa tanaman yang diberi perlakuan cekaman air pada tingkatan ringan sampai sedang, setelah diairi lagi dapat tumbuh lebih cepat dibandingkan tanaman yang selalu mendapat air cukup. Hal ini terjadi karena akumulasi karbohidrat, nitrogen segera tersedia dan merupakan perangsang pertumbuhan jika air mencukupi untuk pertumbuhan tanaman (Islami dan Utomo, 1995).

Air seringkali membatasi pertumbuhan dan perkembangan tanaman budidaya. Respon tanaman terhadap kekurangan air relatif terhadap aktifitas metabolik, morfologi dan tingkat pertumbuhan. Pertumbuhan sel merupakan fungsi

tanaman paling sensitif terhadap kekurangan air. Nilai potensial air jaringan meristem pada siang hari seringkali menyebabkan penurunan turgor yang dibutuhkan untuk pengembangan sel. Kekurangan selama fase vegetatif berpengaruh pada perkembangan daun pada saat dewasa dan berakibat kurangnya penyerapan cahaya oleh tanaman (Loveless, 1995).

Tanaman dalam pertumbuhannya akan mengalami tiga tahapan apabila kebutuhan airnya dihentikan. Tahap pertama tanaman dalam keadaan air tercukupi dan dapat menyerap air tanpa mengalami penurunan potensial air, sehingga dapat melakukan transpirasi dan asimilasi dalam keadaan normal. Hal ini terjadi ketika 50 % air tanah tersedia. Selama tahap pertama tanaman masih melakukan transpirasi tetapi terdapat tanda penurunan potensial air daun. Tahap kedua transpirasi dan asimilasi mengalami penurunan di bawah potensial air daun. Pada saat itu tanaman menderita cekaman kekeringan. Tahap ketiga stomata menutup dan kandungan air tanaman hilang, selanjutnya tanaman akan mati secara perlahan (Belhassen, 1996).

Pengembangan sel menurun dengan cepat akibat kekurangan air. Cekaman air yang berlangsung lama, mengakibatkan pengembangan daun tembakau terhambat sehingga hasil dan kualitas daun yang dipanen menurun. Daun tembakau yang dihasilkan dari tanaman yang kekeringan seperti itu tebal dengan tekstur dan elastisitas yang jelek, sedangkan cekaman air selama fase kedua (45 hari setelah tanam) dan ketiga (65 hari setelah tanam) menunda kemasakan daun dan menurunkan kandungan nitrogen daun (membatasi penimbunan pati) akibatnya kandungan nikotin daun olahan tinggi dan kandungan gulanya relatif rendah (Goldsworthy dan Fisher, 1992). Tanaman tembakau yang ditanam pada keadaan air tanah tersedia cocok untuk jenis tembakau tipe omprongan. Suhu dan kelembapan tanah mempunyai pengaruh terhadap komposisi kimia daun. Pada suhu rendah kadar nikotin, total N, Ca O, dan Mg O rendah, tetapi kadar gulanya tinggi. Cekaman kelembapan tinggi menaikkan proporsi N pada Karbohidrat (Tso, 1972).

Cekaman air akan dapat menyebabkan penutupan stomata pada daun akibatnya suplai karbondioksida ke sel-sel mesofil menjadi terhambat sehingga laju fotosintesis dalam sel dapat berkurang secara nyata oleh tingkat cekaman air yang tinggi. Pertumbuhan sel dan daun sangat sensitif terhadap cekaman air sebab

pembesaran sel dipengaruhi oleh gerakan tekanan turgor pada dinding sel. Adanya cekaman air menyebabkan biosintesis protein dan klorofil menjadi sensitif sedangkan di bawah kondisi cekaman sedang, metabolisme pertumbuhan dan asimilasi karbondioksida mulai terpengaruh dan cekaman berat berkaitan dengan terjadinya pemecahan metabolisme sel yang serius. Potensial air dapat dipakai untuk menggambarkan tingkat cekaman air yang terjadi pada tanaman. Tanaman yang mengalami cekaman ringan, sel daun akan kehilangan turgor dalam jumlah kecil. Sedangkan cekaman sedang berkaitan dengan hilangnya turgor yang lebih menyeluruh dan daun mulai layu. Tanaman akan mengalami cekaman berat apabila jumlah air yang keluar melalui transpirasi berakibat daun akan layu. Hal itu dapat menyebabkan volume kandungan sel berkurang sehingga terdapat kecenderungan plasmalema untuk mengkerut dari dinding sel (plasmolisis) (Fitter dan Hay, 1998).

2.4 Hipotesis

1. Terdapat interaksi yang nyata antara tingkat cekaman kekeringan dengan saat terjadinya cekaman kekeringan terhadap perubahan fisiologis daun tembakau.
2. Terdapat tingkat cekaman kekeringan yang mulai merugikan terhadap perubahan fisiologis daun tembakau.
3. Terdapat saat terjadinya cekaman kekeringannya mulai merugikan terhadap perubahan fisiologis daun tembakau.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di rumah plastik Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Jember dengan ketinggian tempat ± 89 m dpl. Penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Agustus 2000.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan meliputi benih tembakau Kasturi kultivar Japon, tanah yang diambil berasal dari tanah yang belum pernah ditanami tembakau, pupuk SP-36, pupuk KNO_3 , Sukrosa, insektisida Decis 2,5 EC yang berbahan aktif deltametrin dan Furadan 3 G dengan bahan aktif carbofuron.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Polybag ukuran 60 x 35 cm, cangkul, sekop, ayakan, timbangan, gelas ukur, roll meter, gunting, lux meter, thermohigrometer, spektrofotometer, mikroskop, kaliper dan alat pendukung penelitian lainnya.

3.3. Rancangan Percobaan

Rancangan Percobaan yang digunakan adalah rancangan faktorial 4 x 4 dengan rancangan dasar RAK (Rancangan Acak Kelompok) diulang tiga kali. Faktor pertama adalah tingkat cekaman kekeringan yang terdiri dari empat taraf yaitu 80%-90% kapasitas lapang (T1); 65%-75% kapasitas lapang (T2); 50%-60% kapasitas lapang (T3) dan 35%-45% kapasitas lapang (T4). Faktor kedua adalah saat terjadinya cekaman kekeringan yang terdiri dari empat taraf yaitu : saat tanaman berumur 25 hari setelah tanam (S1); 35 HST (S2); 45 HST (S3) dan 55 HST (S4).

Model matematik yang digambarkan menurut Gazpers (1994) adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + (TS)_{ij} + \gamma + \Sigma_{ijk}$$

Keterangan :

- Y_{ijk} = Respon karena pengaruh tingkat cekaman kekeringan ke-i, saat terjadinya cekaman kekeringan ke-j dan ulangan ke-k
- μ = Rata-rata umum
- T_i = Pengaruh faktor tingkat cekaman kekeringan ke-i
- S_j = Pengaruh faktor saat terjadinya cekaman kekeringan ke-j
- $(TS)_{ij}$ = Pengaruh interaksi antara faktor tingkat cekaman kekeringan ke-i dan faktor saat terjadinya cekaman kekeringan ke-j
- γ = Pengaruh kelompok ulangan ke-k
- Σ_{ijk} = Pengaruh galat percobaan ke-k yang memperoleh taraf ke-i faktor T dan taraf ke-j faktor S

Pengaruh perlakuan yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5%. Untuk menentukan nilai optimum digunakan uji regresi polinomial.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Media Tanam

Tanah yang diambil dari lahan yang belum pernah ditanami tanaman tembakau dikeringanginkan kemudian dihaluskan dan diayak dengan ayakan berdiameter 0,5 cm. Tanah yang telah siap dimasukkan ke dalam polybag ukuran 60x35 cm, masing-masing polybag berisi 10 kg tanah. Polybag yang telah siap dalam polybag ditanami dengan bibit tembakau yang berumur 40 hari. Penanaman dilakukan pada sore hari dengan cara merobek kantong plastik media persemaian, kemudian bibit ditanam. Setiap polybag ditanam satu bibit tembakau, pada media sebelum dan sesudahnya disiram air.

3.4.2 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman tembakau Besuki VO dilakukan pemupukan dan penyiraman. Pemupukan P (SP-36) diberikan sekali menjelang saat tanam, sedang untuk pupuk KNO_3 diberikan secara bertahap. Tahap pertama saat tanaman berumur 10 hari setelah tanam sebanyak 1/3 dosis (8gram/tanaman). Tahap kedua diberikan pada umur 20 hari setelah tanam sebanyak 2/3 dosis (16 gram/tanaman). Dosis yang

digunakan sebesar 5 gram SP-36/tanaman (90 kg/ha), 24 gram KNO₃/tanaman (432 kg/ha).

Penyiraman sebelum perlakuan dilaksanakan sesuai dengan baku teknis sampai kapasitas lapang untuk semua tanaman.

3.4.3 Pelaksanaan Perlakuan

Pada saat tanaman tembakau Besuki VO telah mencapai umur 25 hari setelah tanam diberlakukan tingkat cekaman sesuai perlakuan kadar lengas dengan menggunakan perhitungan kapasitas lapang. Untuk menjaga tingkat lengas tetap konstan ditambahkan air yang didasarkan atas selisih jumlah kehilangan air dengan metode gravimetri.

3.4.4 Perhitungan Kebutuhan Air

Jumlah air yang ditambahkan = BTKL – Berat tanah/polybag

$$BTKL = \frac{BTKL/BTKM}{BTKA/BTKM} \times BTKA$$

Keterangan :

BTKA = berat tanah kering angin

BTKM = berat tanah kering mutlak

BTKL = berat tanah kapasitas lapang

3.5 Parameter Percobaan

3.5.1 Parameter Utama

Parameter percobaan utama yang diamati dalam penelitian ini meliputi :

1. Index stomata diukur dengan menggunakan obyek mikrometer per satuan luas daun pada akhir penelitian. Daun yang digunakan sebagai sampel merupakan daun yang maksimal pertumbuhannya (daun ke-15). Rumus perhitungan index stomata sebagai berikut :

$$\text{Index Stomata} = \frac{S}{E + S}$$

Keterangan :

S = Jumlah stomata per mm^2

E = Jumlah sel epidermis per mm^2

- Potensial air daun (-bar) diukur dengan merendam daun tembakau dalam larutan sukrosa dengan interval konsentrasi tertentu pada akhir penelitian. Setelah itu daun ditimbang. Apabila tidak ada perubahan berat daun sebelum dan sesudah ditimbang, maka besarnya potensial air daun sama dengan potensial air larutan. Sampel daun yang diambil yaitu daun ke-15. Rumus perhitungan potensial air daun :

$$-\Psi_s = M i R T$$

Keterangan :

$-\Psi_s$ = potensial air larutan (bar)

M = molaritas larutan sukrosa

i = konstanta ionnisasi untuk sukrosa = 1

R = konstanta gas (0,0831 bar/derajad mol)

T = suhu absolut (= $^{\circ}\text{C} + 273$)

- Kadar air daun (%) diukur dengan menggunakan rumus :

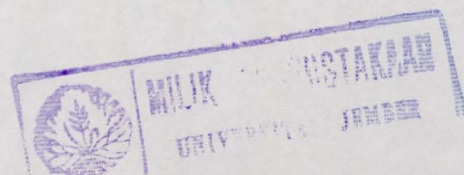
$$\% \text{ Kadar air daun} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

- Kandungan khlorofil daun (mg klorofil/gram daun) diukur dengan melarutkan daun tembakau pada etanol, selanjutnya serapan cahaya diukur dengan menggunakan spektrofotometer.

Rumus pengukuran kandungan khlorofil = $D_{652} \times 1000$ (mg/lt) dimana,

D_{652} = absorban pada 652 λ

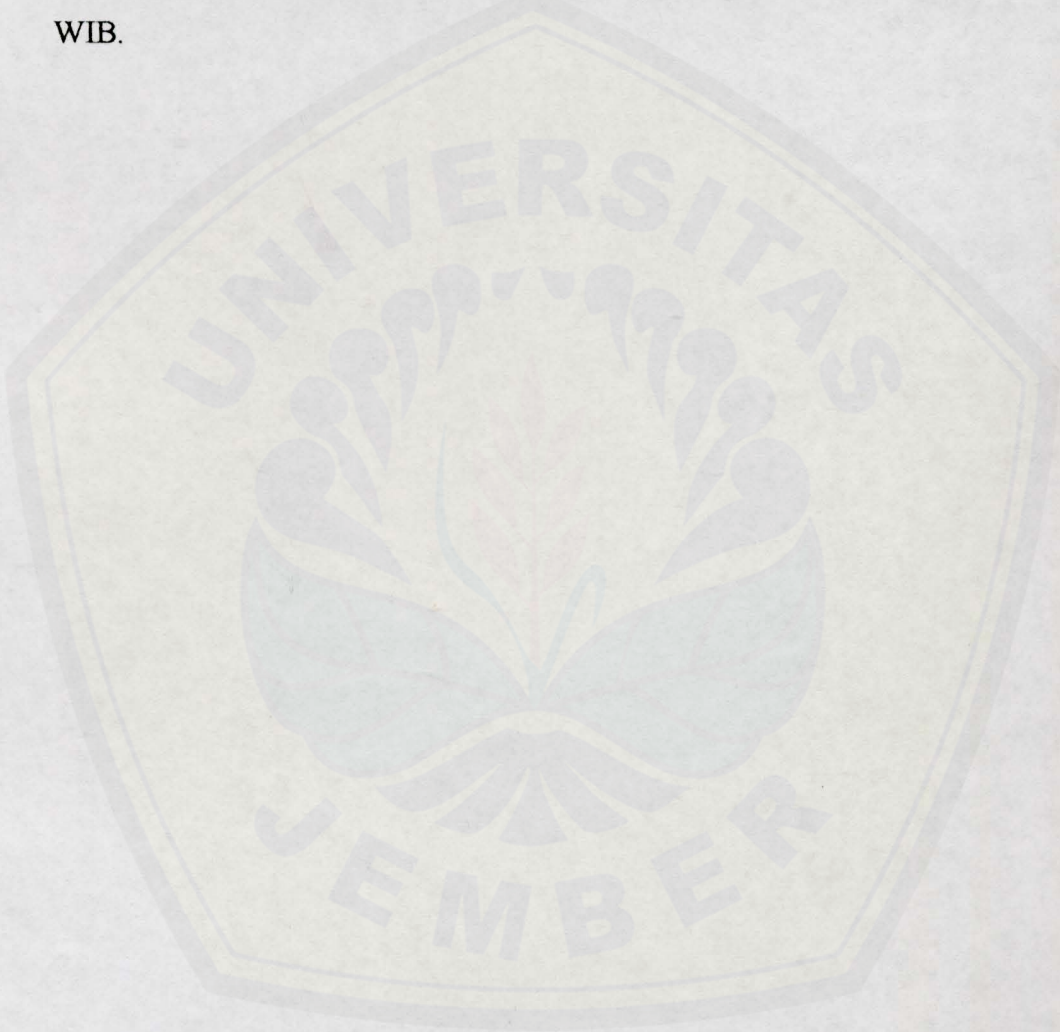
- Tebal daun diukur dengan menggunakan jangka sorong pada beberapa titik permukaan daun (mm)
- Berat krosok diukur dengan menimbang seluruh daun tembakau yang sudah kering (gram).



3.5.2 Parameter Pendukung

Parameter percobaan pendukung meliputi :

1. Intensitas cahaya matahari (lux) diukur setiap hari pada pukul 08.00, 12.00 dan 16.00 WIB.
2. Suhu udara ($^{\circ}\text{C}$), diukur setiap hari pada pukul 08.00, 12.00 dan 16.00 WIB.
3. Kelembaban udara mutlak, diukur setiap hari pada pukul 08.00, 12.00 dan 16.00 WIB.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Perlakuan tingkat cekaman kekeringan berbeda nyata terhadap parameter index stomata, kandungan klorofil daun, kadar air daun, tebal daun, dan berat krosok. Cekaman kekeringan 60%-50% kapasitas lapang mulai memberikan pengaruh yang merugikan bagi perubahan fisiologis daun tembakau Besuki Voor-Oogst.
2. Perlakuan saat terjadinya cekaman kekeringan berbeda nyata terhadap parameter index stomata, potensial air daun, berat krosok. Cekaman kekeringan mulai 25 hari memberikan pengaruh yang merugikan bagi perubahan fisiologi daun tembakau Besuki Voor-Oogst.
3. Interaksi antara tingkat cekaman kekeringan dan saat terjadinya cekaman kekeringan memberikan pengaruh berbeda nyata pada parameter index stomata, potensial air daun dan berat krosok. Kombinasi tingkat cekaman 80% - 90% kapasitas lapang dan saat terjadinya cekaman 35 hari berpengaruh paling baik terhadap perubahan fisiologi daun tembakau Besuki Voor-Oogst.

5.2 Saran

Penelitian yang telah dilaksanakan perlu diadakan penelitian lanjutan dengan memperhatikan tingkat cekaman kekeringan dan saat terjadinya cekaman kekeringan untuk meningkatkan produksi dan kualitas daun tembakau Besuki Voor-Oogst.

Daftar Pustaka

- Andani, S dan Purbayanti, 1991, *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, Gajah Mada University, Yogyakarta.
- Anonim, 1993, *Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Tembakau*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- _____, 1995, *Teknik Budidaya Tembakau Besuki Voor-Oogst*, Dinas Perkebunan DATI II Jember, Jember.
- _____, 1996, *Tembakau Kasturi*, Dewan Standardisasi Nasional (DSN) Jakarta, Jakarta.
- Belhassen, E, 1996, *Drouht Tolerance in Higher Plants Genetical, Physiological and Molecular Biological Analisis*, Kluwer Academic Publisher, London.
- Bidwell, R.G.S, 1979, *Plant Physiology*, Callier Macmillan International Edition, London.
- Cahyono,B, 1998, *Tembakau Budidaya dan Analisis Usaha Tani*, Kanisius, Yogyakarta.
- Dwidjoseputro, 1990, *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Fitter, A.H. dan R.K. Hay, 1998, *Fisiologi Lingkungan Tanaman (terjemahan Andani, S dan E.D, Purbayanti)* Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Gardner, F.P., Pearce, R.L, Mitchell, 1991, *Fisiologi Tanaman Budidaya (terjemahan Susilo, H)*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Gaspersz, V, 1991, *Metode Perancangan Percobaan Untuk Ilmu-Ilmu Pertanian, Ilmu-Ilmu Teknik, Biologi*, CV. Armico, Bandung.
- Goldsworthy, P.R dan R.K. Fisher, 1992, *Fisiologi Tanaman Tropika (terjemahan Tohari)*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hakim, N, M.Y. Nyakpa, A.M. Lubis, S.G. Nugroho, M.R. Saul, M.A. Dhiha, G.B. Honng dan H.H Baiey, 1986, *Dasar Ilmu Tanah*, Universitas Lampung, Lampung.
- Harjadi, S.S, 1976, *Pengantar Agronomi*, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

- Islami, T dan W.H. Utomo, 1995, *Hubungan Tanah air dan Tanaman*, IKIP Semarang, Semarang.
- Jumin, H.B, 1989, *Ekologi Tanaman Suatu Pendekatan Fisiologi*, CV.Rajawali, Jakarta.
- June, T dan Turyanti, 1999, *Hubungan Air Tanaman Dalam Kapita Selekta Agroklimatologi* (editor Koesmaryono, Y., Impron, Y. Sugiarto) Jurusan geofisika dan meteorologi IPB, Bogor.
- Lakitan, B, 1995, *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Loveless, A.R., 1991, *Prinsip-Prinsip Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropik I*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Prawoto, A.A, 1991, *Stomata dan Palisade Kakao Kaitannya Dengan Vigor Kultivar, dalam Pelita Perkebunan April Vol. 7 No. 2*, Jakarta
- Rajapakse, N.C, J.W, Kelly, David, 1988, *Transpiration and Water Use of Potted Floricultural Plant Under Low-Light Conditions*, Departement of Horticultural Sciences, Texas.
- Salisbury, F.B, dan C.W, Ross, 1995a, *Fisiologi Tumbuhan jilid tiga Perkembangan Tumbuhan Dan Fisiologi Lingkungan (terjemahan Diah R. Lukman dan Sumaryono)*, Penerbit ITB, Bandung.
- _____, 1995b, *Fisiologi Tumbuhan jilid satu Sel : Air, larutan dan Permukaan (terjemahan Diah R. Lukman dan Sumaryono)*, Penerbit ITB, Bandung.
- Setyobudi, B, 1994, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember, Jember.
- Sugianto, Y, Sutrisno, M.E. Manan, Supriadi, Irsal, 1993, *Pengujian Cara Pendugaan Tingkat Ketersediaan Air Bagi Tanaman di Ciledug Jakarta Selatan*, dalam Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan, Bogor, Balai Penelitian Tanaman Pangan, Bogor.
- Sutedja, M.M., dan A.G. Kartasapoetra, 1991, *Pengantar Ilmu Tanah*, Bina Aksara, Jakarta.
- Tso, T.C., 1972, *Physiologi and Biochemistry of Tobacco Plants*, Dowden Hutchinson dan Ros Inc., Nort Carolina.

Lampiran 1a. Index Stomata

Perlakuan		I	II	III	Total	Rata-rata
T1	S1	40,70	40,87	41,10	122,67	40,89
	S2	39,00	41,67	41,76	122,43	40,81
	S3	40,28	39,72	41,36	121,36	40,45
	S4	38,08	38,77	38,71	115,56	38,52
T2	S1	39,59	39,04	37,96	116,59	38,86
	S2	41,55	41,52	39,87	122,94	40,98
	S3	40,71	41,51	38,70	120,92	40,31
	S4	38,40	37,32	38,49	114,21	38,07
T3	S1	39,35	37,87	37,93	115,15	38,38
	S2	38,68	35,79	37,54	112,01	37,34
	S3	36,36	38,06	36,06	110,48	36,83
	S4	37,54	39,58	38,85	115,97	38,66
T4	S1	35,06	37,31	36,97	109,34	36,45
	S2	40,21	37,82	36,89	114,92	38,31
	S3	36,59	37,85	34,69	109,13	36,38
	S4	34,92	37,21	34,07	106,20	35,40
Total		617,02	621,91	610,95	1849,88	

kk = 3,02%

Lampiran 1b. Sidik Ragam Index Stomata

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	3,77				
Perlakuan	15	141,40				
(T)	3	94,40	31,47	23,35**	2,92	3,59
(S)	3	17,46	5,82	4,32**	2,92	3,59
(TS)	9	29,55	3,28	2,44*	2,21	3,07
Galat	30	40,43	1,35			
Total	47	185,60				

Lampiran 1c. Tabel Dua Arah Faktor TxS Terhadap Index Stomata

Faktor	T1	T2	T3	T4	Jumlah	Rerata
S1	40,89	38,86	38,38	36,45	154,58	38,65
S2	40,81	40,98	37,34	38,31	157,44	39,36
S3	40,45	40,31	36,83	36,38	153,97	38,49
S4	38,52	38,07	38,66	35,40	150,65	37,66
Jumlah	160,67	158,22	151,21	146,54	616,64	
Rerata	40,17	39,56	37,80	36,63		

Lampiran 2a. Potensial Air Daun (bar)

Perlakuan		I	II	III	Total	Rata-rata
T1	S1	-5,48	-5,48	-4,99	-15,95	-5,32
	S2	-3,99	-2,49	-3,49	-9,97	-3,32
	S3	-8,97	-8,48	-7,49	-24,94	-8,31
	S4	-9,97	-9,47	-8,48	-27,92	-9,31
T2	S1	-6,48	-6,98	-3,99	-17,45	-5,82
	S2	-4,49	-2,49	-7,48	-14,46	-4,82
	S3	-8,97	-6,48	-8,48	-23,93	-7,98
	S4	-9,97	-7,48	-7,48	-24,93	-8,31
T3	S1	-4,49	-7,98	-7,48	-19,95	-6,65
	S2	-3,49	-3,49	-3,99	-10,97	-3,66
	S3	-6,49	-4,49	-4,99	-15,97	-5,32
	S4	-7,48	-9,47	-9,47	-26,42	-8,81
T4	S1	-3,49	-4,48	-5,48	-13,45	-4,48
	S2	-4,99	-6,48	-6,48	-17,95	-5,98
	S3	-8,48	-8,97	-7,48	-24,93	-8,31
	S4	-9,97	-9,47	-9,97	-29,41	-9,80
Total		-107,20	-104,18	-107,22	-318,60	

kk = 18.57%

Lampiran 2b. Sidik Ragam Potensial Air Daun

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	0,38				
Perlakuan	15	193,30				
(T)	3	6,61	2,03	1,45ns	2,92	3,59
(S)	3	150,16	50,06	33,03**	2,92	3,59
(TS)	9	36,53	4,06	2,68*	2,21	3,07
Galat	30	45,47	1,52			
Total	47	239,15				

Lampiran 2c. Tabel dua Arah Faktor TxS Terhadap Potensial Air Daun (-bar)

Faktor	T1	T2	T3	T4	Jumlah	Rerata
S1	5,32	5,82	6,65	4,48	22,27	5,57
S2	3,32	4,82	3,66	5,98	17,78	4,45
S3	8,31	7,98	5,32	8,31	29,92	7,48
S4	9,31	8,31	8,81	9,80	36,23	9,06
Jumlah	26,26	26,93	24,44	28,57	106,20	
Rerata	6,57	6,73	6,11	7,14		



Lampiran 3a. Kadar Air Daun (%)

Perlakuan		I	II	III	Total	Rata-rata
T1	S1	77,52	76,03	75,18	228,73	76,24
	S2	77,66	76,31	76,47	230,44	76,81
	S3	77,24	80,65	75,59	233,48	77,83
	S4	74,75	80,00	76,47	231,22	77,07
T2	S1	80,39	77,01	75,67	233,07	77,69
	S2	78,43	80,77	76,02	235,22	78,41
	S3	75,57	79,39	75,56	230,52	76,84
	S4	77,89	80,41	81,16	239,46	79,82
T3	S1	79,81	79,12	77,73	236,66	78,89
	S2	72,41	76,86	78,69	227,96	75,99
	S3	78,31	77,78	81,48	237,57	79,19
	S4	79,69	77,17	77,08	233,94	77,98
T4	S1	81,19	78,13	79,05	238,37	79,46
	S2	77,78	76,25	79,74	233,77	77,92
	S3	80,33	79,12	82,73	242,18	80,73
	S4	82,05	82,72	78,60	243,37	81,12
Total		1251,02	1257,72	1247,22	3755,96	

kk = 2,66%

Lampiran 3b. Sidik Ragam Kadar Air Daun

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	3,53	1,77			
Perlakuan	15	104,65	6,98			
(T)	3	48,92	16,31	3,77*	2,92	3,59
(S)	3	20,24	6,75	1,56ns	2,92	3,59
(TS)	9	35,49	3,94	0,91ns	2,21	3,07
Galat	30	129,83	4,333			
Total	47	238,01				

Lampiran 3c. Tabel Dua Arah Faktor TxS terhadap Kadar Air Daun (%)

Faktor	T1	T2	T3	T4	Jumlah	Rerata
S1	76,24	77,69	78,89	79,46	312,28	78,07
S2	76,81	78,41	75,99	77,92	309,13	77,28
S3	77,83	76,84	79,19	80,73	314,59	78,65
S4	77,07	79,82	77,98	81,12	315,99	79,00
Jumlah	307,95	312,76	312,05	319,23	1251,99	
Rerata	76,99	78,19	78,01	79,81		

Lampiran 4a. Kandungan Klorofil (mg klorofil/g berat daun)

Perlakuan		I	II	III	Total	Rata-rata
T1	S1	0,80	0,66	0,73	2,19	0,73
	S2	0,88	0,95	0,83	2,65	0,88
	S3	0,84	0,60	0,86	2,30	0,77
	S4	0,63	0,88	0,75	2,26	0,75
T2	S1	0,74	0,84	0,84	2,42	0,81
	S2	0,79	0,70	1,16	2,64	0,88
	S3	0,73	0,76	0,82	2,31	0,77
	S4	0,44	0,82	0,41	1,67	0,56
T3	S1	0,76	1,18	1,27	3,21	1,07
	S2	0,73	0,85	0,75	2,33	0,78
	S3	0,93	0,99	0,83	2,75	0,92
	S4	0,76	0,99	0,84	2,59	0,86
T4	S1	0,80	0,84	0,96	2,60	0,87
	S2	0,62	0,86	0,76	2,23	0,74
	S3	0,74	0,95	0,80	2,49	0,83
	S4	0,78	0,64	0,67	2,10	0,70
Total		11,97	13,50	13,26	38,73	

kk = 17,52%

Lampiran 4b. Sidik Ragam Kandungan Klorofil Daun

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	0,09				
Perlakuan	15	0,57				
(T)	3	0,17	0,06	3,24*	2,92	3,59
(S)	3	0,05	0,05	2,88ns	2,92	3,59
(TS)	9	0,26	0,03	1,72ns	2,21	3,07
Galat	30	0,51	0,02			
Total	47	1,17				

Lampiran 4c. Tabel dua Arah Faktor TxS Terhadap Kandungan Klorofil (mg Klorofil/g daun)

Faktor	T1	T2	T3	T4	Jumlah	Rerata
S1	0,73	0,81	1,07	0,87	3,48	0,87
S2	0,88	0,88	0,78	0,74	3,28	0,82
S3	0,77	0,77	0,92	0,83	3,29	0,82
S4	0,75	0,56	0,86	0,70	2,87	0,72
Jumlah	3,13	3,02	3,63	3,14	12,92	
Rerata	0,78	0,76	0,91	0,79		

Lampiran 5a. Tebal Daun (mm)

Perlakuan		I	II	III	Total	Rata-rata
T1	S1	0,34	0,53	0,53	1,40	0,47
	S2	0,31	0,52	0,53	1,36	0,45
	S3	0,31	0,64	0,52	1,47	0,49
	S4	0,42	0,53	0,42	1,37	0,46
T2	S1	0,42	0,52	0,53	1,47	0,49
	S2	0,64	0,53	0,61	1,78	0,59
	S3	0,50	0,53	0,42	1,45	0,48
	S4	0,31	0,42	0,42	1,15	0,38
T3	S1	0,73	0,52	0,63	1,88	0,63
	S2	0,64	0,74	0,63	2,01	0,67
	S3	0,52	0,42	0,74	1,68	0,56
	S4	0,53	0,84	0,65	2,02	0,67
T4	S1	0,94	0,83	0,84	2,61	0,87
	S2	0,84	0,94	0,94	2,72	0,91
	S3	0,73	0,53	0,84	2,10	0,70
	S4	0,84	0,42	0,85	2,11	0,70
Total		9,02	9,46	10,10	28,58	

kk = 16,79%

Lampiran 5b. Sidik Ragam Tebal Daun

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	0,04				
Perlakuan	15	1,03				
(T)	3	0,83	0,28	19,55**	2,92	3,59
(S)	3	0,08	0,03	1,98ns	2,92	3,59
(TS)	9	0,12	0,01	0,91ns	2,21	3,07
Galat	30	0,43	0,01			
Total	47	1,50				

Lampiran 5c. Tabel Dua Arah Faktor TxS Terhadap Tebal Daun (mm)

Faktor	T1	T2	T3	T4	Jumlah	Rerata
S1	0,47	0,49	0,63	0,87	2,46	0,62
S2	0,45	0,59	0,67	0,91	2,62	0,66
S3	0,49	0,48	0,56	0,70	2,23	0,56
S4	0,46	0,38	0,67	0,70	2,21	0,55
Jumlah	1,87	1,94	2,53	3,18	9,52	
Rerata	0,47	0,49	0,63	0,80		

Lampiran 6a. Berat Krosok (gram)

Perlakuan		I	II	III	Total	Rata-rata
T1	S1	44,24	46,38	45,01	135,63	45,21
	S2	67,32	58,99	65,10	191,41	63,80
	S3	63,78	57,26	53,74	174,78	58,26
	S4	58,44	52,86	49,04	160,34	53,45
T2	S1	39,38	38,28	35,46	113,12	37,71
	S2	58,52	42,72	40,45	141,69	47,23
	S3	60,31	46,38	44,91	151,60	50,53
	S4	56,31	49,74	51,28	157,33	52,44
T3	S1	30,79	30,75	32,79	94,33	31,44
	S2	31,92	33,82	32,75	98,49	32,83
	S3	38,28	38,97	36,92	114,17	38,06
	S4	47,72	44,69	45,50	137,91	45,97
T4	S1	28,92	29,97	24,58	83,47	27,82
	S2	30,21	32,45	29,14	91,80	30,60
	S3	35,42	33,43	39,43	108,28	36,09
	S4	43,28	41,86	41,83	126,97	42,32
Total		734,84	678,55	667,93	2081,32	693,77

kk = 8,4%

Lampiran 6b. Sidik Ragam Berat Krosok

SK	db	JK	KT	F-hitung	F-Tabel	
					5%	1%
Ulangan	2	161,63	80,82	6,09**	3,32	5,39
Perlakuan	15	5015,74	34,38	25,19**	2,01	2,70
(T)	3	3312,34	1104,11	83,17**	2,92	3,59
(S)	3	1123,97	374,66	28,22**	2,92	3,59
(TS)	9	579,43	64,38	4,85**	2,21	3,07
Galat	30	398,27	13,28			
Total	47	5575,64				

Lampiran 6c. Tabel Dua Arah Faktor TxS Terhadap Berat Krosok (gram)

Faktor	T1	T2	T3	T4	Jumlah	Rerata
S1	135,63	113,12	94,33	83,47	426,55	106,64
S2	191,41	141,69	98,49	91,80	523,39	130,85
S3	174,78	151,60	114,17	108,28	548,83	137,21
S4	160,34	157,33	137,91	126,97	582,55	145,64
Jumlah	662,16	563,74	444,90	410,52	2081,32	
Rerata	165,54	140,94	111,23	102,63		

Lampiran 7. Pengamatan Jumlah Stomata dan epidermis/mm²

Perlakuan	I			II			III		
	stomata	epidermis	index stomata	stomata	epidermis	index stomata	stomata	epidermis	index stomata
T1S1	105,00	153,00	40,70	132,00	191,00	40,87	127,00	182,00	41,10
T1S2	94,00	147,00	39,00	130,00	182,00	41,67	157,00	219,00	41,76
T1S3	116,00	172,00	40,28	114,00	173,00	39,72	118,00	168,00	41,26
T1S4	99,00	161,00	38,08	107,00	169,00	38,77	108,00	171,00	38,71
T2S1	97,00	148,00	39,59	114,00	178,00	39,04	93,00	152,00	37,96
T2S2	123,00	173,00	41,55	137,00	193,00	41,52	124,00	187,00	39,87
T2S3	127,00	185,00	40,71	132,00	186,00	41,51	113,00	179,00	38,70
T2S4	101,00	162,00	38,40	78,00	131,00	37,32	112,00	179,00	38,49
T3S1	85,00	131,00	39,35	103,00	169,00	37,87	143,00	234,00	37,93
T3S2	111,00	176,00	38,68	107,00	192,00	35,79	113,00	188,00	37,54
T3S3	84,00	147,00	36,36	94,00	153,00	38,06	75,00	133,00	36,06
T3S4	119,00	198,00	37,54	133,00	203,00	39,58	115,00	181,00	38,85
T4S1	88,00	163,00	35,06	97,00	163,00	37,31	105,00	179,00	36,97
T4S2	115,00	171,00	40,21	118,00	194,00	37,82	114,00	195,00	36,89
T4S3	105,00	182,00	36,59	81,00	133,00	37,85	102,00	192,00	34,69
T4S4	125,00	233,00	34,92	128,00	216,00	37,21	154,00	298,00	34,07
Total	1694,00	2702,00	617,01	1805,00	2826,00	621,89	1873,00	3037,00	610,85

Lampiran 8. Pengamatan Suhu ($^{\circ}\text{C}$), Kelembapan (%), Intensitas Cahaya (lux)

		08.00	12.00	16.00	08.00	12.00	16.00	08.00	12.00	16/00
1	04-Jun-00	25	38	27	83	50	76	675	1525	500
2	05-Jun-00	25	37	25	83	53	83	625	1500	425
3	06-Jun-00	25	37	27	83	58	76	650	1495	490
4	07-Jun-00	23	39	26	88	52	80	675	1535	423
5	08-Jun-00	24	33	25	87	70	83	585	1325	472
6	09-Jun-00	24	31	25	87	70	82	625	1250	525
7	10-Jun-00	23	32	26	89	78	80	550	1150	513
8	11-Jun-00	23	33	27	89	70	78	565	1100	523
9	12-Jun-00	26	35	27	80	75	80	643	1232	485
10	13-Jun-00	25	30	25	83	70	85	630	1250	413
11	14-Jun-00	24	32	25	84	68	86	635	1450	425
12	15-Jun-00	24	30	25	84	70	83	725	1450	412
13	16-Jun-00	25	36	27	83	62	80	632	1532	427
14	17-Jun-00	25	37	28	83	52	78	631	1825	483
15	18-Jun-00	26	36	28	80	68	78	650	1425	472
16	19-Jun-00	25	36	25	83	68	83	635	1425	426
17	20-Jun-00	27	37	28	78	69	78	723	1403	512
18	21-Jun-00	27	39	29	78	58	76	703	1725	523
19	22-Jun-00	27	39	30	78	48	76	685	1613	527
20	23-Jun-00	28	39	31	78	58	76	690	1700	418
21	24-Jun-00	26	40	31	80	44	76	625	1802	562
22	25-Jun-00	26	40	31	80	44	76	643	1800	516
23	26-Jun-00	26	36	29	80	58	78	640	1613	427
24	27-Jun-00	25	35	29	83	59	78	632	1402	462
25	28-Jun-00	25	36	28	83	60	78	642	1435	516
26	29-Jun-00	25	37	26	83	68	80	703	1500	512
27	30-Jun-00	26	38	25	80	68	83	595	1423	462
28	01-Jul-00	26	37	25	80	68	84	635	1324	482
29	02-Jul-00	27	37	28	78	68	78	660	1200	413
30	03-Jul-00	27	37	27	78	68	80	675	1314	423
31	04-Jul-00	28	38	27	78	68	80	632	1400	512
32	05-Jul-00	24	37	28	87	68	78	565	1214	592
33	06-Jul-00	24	37	26	87	68	82	601	1250	563
34	07-Jul-00	25	37	27	85	68	82	695	1335	523
35	08-Jul-00	26	37	27	83	68	81	732	1245	514
36	09-Jul-00	26	36	28	83	70	80	623	1450	423
37	10-Jul-00	25	34	25	85	72	83	725	1325	432
38	11-Jul-00	24	32	22	87	70	88	827	1200	441
39	12-Jul-00	23	30	25	89	72	83	929	1075	450
40	13-Jul-00	27	34	25	86	71	83	670	1040	312
Jumlah		1012	1431	1075	3316	2567	3208	26381	56257	18931
Rata-Rata		25,3	35,8	26,9	82,9	64,2	80,2	659,525	1406	473,28

Pengamatan Suhu (°C), Kelembapan (%), Intensitas Cahaya (lux)

No	Tanggal	Suhu (°C)			Kelembapan (%)			Intensitas Cahaya (lux)		
		08.00	12.00	16.00	08.00	12.00	16.00	08.00	12.00	16.00
41	14-Jul-00	25	37	27	83	64	78	668	1453	493
42	15-Jul-00	27	36	25	76	65	80	668	1453	450
43	16-Jul-00	26	37	28	78	60	78	657	1850	463
44	17-Jul-00	25	35	24	78	78	76	664	1000	485
45	18-Jul-00	28	39	30	70	58	72	570	734	493
46	19-Jul-00	30	40	28	70	48	70	684	1850	550
47	20-Jul-00	24	39	26	85	58	70	678	1800	572
48	21-Jul-00	27	38	29	78	60	75	580	1500	475
49	22-Jul-00	32	38	31	70	58	78	864	1850	653
50	23-Jul-00	25	39	26	83	60	78	750	1400	400
51	24-Jul-00	28	39	28	70	58	78	690	1720	425
52	25-Jul-00	25	38	29	83	64	80	645	1250	425
53	26-Jul-00	28	38	31	70	62	82	657	1350	400
54	27-Jul-00	29	38	29	83	65	82	775	1400	415
55	28-Jul-00	30	39	27	70	65	80	785	890	413
56	29-Jul-00	24	38	26	68	64	80	575	1120	435
57	30-Jul-00	25	37	31	85	65	85	625	995	426
58	31-Jul-00	26	36	31	83	67	78	825	1250	413
59	01-Agust-00	27	37	27	80	68	85	685	1050	435
60	02-Agust-00	25	37	24	80	67	78	720	1425	422
61	03-Agust-00	24	37	24	85	67	86	625	1450	423
62	04-Agust-00	24	35	23	85	67	87	600	1125	400
63	05-Agust-00	24	35	23	85	67	84	595	950	452
64	06-Agust-00	24	33	22	85	68	85	580	850	431
65	07-Agust-00	23	33	26	85	70	78	565	900	500
66	08-Agust-00	25	30	26	88	70	76	695	850	350
67	09-Agust-00	26	34	25	83	75	76	725	1750	612
68	10-Agust-00	26	35	25	82	70	76	855	1450	490
69	11-Agust-00	27	35	26	80	65	74	645	1400	520
70	12-Agust-00	25	37	26	80	65	78	735	1000	415
71	13-Agust-00	26	35	27	80	63	72	725	1765	515
72	14-Agust-00	27	38	29	78	68	72	680	1475	500
73	15-Agust-00	27	38	28	78	60	78	725	1450	495
74	16-Agust-00	27	37	26	83	60	76	675	1440	425
75	17-Agust-00	25	37	26	83	60	78	625	1550	515
76	18-Agust-00	25	37	28	84	60	76	755	1850	358
77	19-Agust-00	25	38	27	80	58	78	575	1465	468
78	20-Agust-00	25	42	25	83	44	83	435	1520	512
79	21-Agust-00	25	38	23	86	56	88	295	1250	423
80	22-Agust-00	25	35	25	83	64	83	155	1026	250
81	23-Agust-00	25	35	25	83	64	83	155	1026	250
82	24-Agust-00	26	36	27	82	62	83	253	123	315
Jumlah		1092	1545	1119	3364	2657	3313	26438	55005	18862
Rata-Rata		26	36,8	26,6	80,1	63,3	78,88	629,476	1310	449,1

Suhu Harian = 29,563°C
Kelembaban Harian = 74,919 %
Intensitas Cahaya Harian = 821,24 lux

Lampiran 9a. Contoh Perhitungan Index Stomata

$$\text{Jumlah stomata/mm}^2 : 105$$

$$\text{Jumlah Sel Epidermis/mm}^2 : 153$$

$$\text{Rumus Index Stomata} = \frac{(S \times 100)}{(E + S)}$$

Keterangan :

E : Jumlah sel epidermis/mm²

S : Jumlah stomata/mm²

$$\text{Index Stomata} = \frac{(105 \times 100)}{(153 + 105)}$$

$$= 40,70$$

Lampiran 9b. Contoh Perhitungan Kandungan Klorofil Daun

$$D_{652} = 0,883$$

$$\text{Rumus Kandungan Klorofil} = \frac{D_{652} \times 1000}{34,5} \times \text{faktor pengenceran}$$

$$= \frac{0,883 \times 1000}{34,5} \times (6,25/1000) \times (12,5/0,625) \times 0,25$$

$$= 0,800 \text{ mg klorofil/berat daun.}$$

Lampiran 10. Contoh Perhitungan Kadar Air Daun

Analisis Sidik Ragam

Faktor koreksi = $3755.96^2 / 4 \times 4 \times 3$
 = 293900.74

JK Total = $(77.52^2 + 76.03^2 + \dots + 78.60^2) - 293900.74$
 = 283.001

JK Ulangan = $(1251.02^2 + 1257.72^2 + 1247.22^2) / 4 \times 4 - 293900.74$
 = 3.53295

JK Perlakuan = $(228.73^2 + 230.44^2 + \dots + 243.37^2) / 3 - 293900.74$
 = 104.648

JK (T) = $(923.87^2 + 938.27^2 + 936.13^2 + 957.69^2) / 3 \times 4 - 293900.74$
 = 48.9169

JK (S) = $(936.83^2 + 927.39^2 + 943.75^2 + 947.99^2) / 4 \times 3 - 293900.74$
 = 20.2403

JK (TS) = $104.648 - 104.648 - 20.2403$
 = 35.49

JK Galat = $283.001 - 104.648 - 104.648$
 = 129.83

Uji Perbandingan Rata-Rata Metode Duncan

Standard deviasi = $\sqrt{4.333 / 4.3}$
 = 0.601

	79.81	78.19	78.01	76.99
76.99	2.82 ⁸⁸	1.2 ^{ns}	1.02 ^{ns}	
78.01	1.8 ^{ns}	0.18 ^{ns}		
78.19	1.62 ^{ns}			
79.81				

a _____
 b _____
 b _____

SSR 0,05	= 3,04	3.04	3.12
LSR	= 1.737	1.827	1.875

Perlakuan	Notasi
T1	b
T2	ab
T3	ab
T4	a

Uji Perbandingan Rata-Rata Metode Polinomial Orthogonal

Koefisien Polinomial Faktor T

Polinomial	Skala periode				
	1	2	3	4	
Linier	-3	-1	1	3	20
Kuadratik	1	-1	-1	1	4
Kubik	-1	3	-3	1	20
Total	307.95	312.76	312.05	319.23	

$$\text{JK T linier} = \{(-3 \times 307.95) + (-1 \times 312.76) + (1 \times 312.05) + (3 \times 319.23)\}^2 / 4 \times 3 \times 20$$

$$= 4.5733$$

$$\text{JK T kuadratik} = \{(1 \times 307.95) + (-1 \times 312.76) + (-1 \times 312.05) + (1 \times 319.23)\}^2 / 4 \times 3 \times 4$$

$$= 0.1170$$

$$\text{JK T Kubik} = \{(-1 \times 307.95) + (3 \times 312.76) + (-3 \times 312.05) + (1 \times 319.23)\}^2 / 4 \times 3 \times 20$$

$$= 0.7493$$

Koefisien Polinomial Faktor S

Polinomial	Skala periode				
	1	2	3	4	
Linier	-3	-1	1	3	20
Kuadratik	1	-1	-1	1	4
Kubik	-1	3	-3	1	20
Total	312.28	309.13	314.59	315.99	

$$\text{JK S linier} = \{(-3 \times 312.28) + (-1 \times 309.13) + (1 \times 314.59) + (3 \times 315.99)\}^2 / 4 \times 3 \times 20$$

$$= 1.1468$$

$$\begin{aligned} \text{JK S kuadrat} &= \{(1 \times 312.28) + (-1 \times 309.13) + (-1 \times 314.59) + (1 \times 315.99)\}^2 / 4 \times 3 \times 4 \\ &= 0.4313 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK S kubik} &= \{(-1 \times 312.28) + (3 \times 309.13) + (-3 \times 314.59) + (1 \times 315.99)\}^2 / 4 \times 3 \times 20 \\ &= 0.6689 \end{aligned}$$



FOTO PENELITIAN



Perbandingan tanaman tembakau yang diperlakukan tingkat cekaman kekeringan



Perbandingan tanaman tembakau yang diperlakukan Saat terjadinya Cekaman kekeringan