



TOLERANSI BEBERAPA KLON KAKAO (*Theobroma cacao L.*)
TERHADAP TINGGI MUKA AIR TANAH

KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)



Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata Satu Pada Jurusan Agronomi
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh :

Ika Prameswari
NIM. 9415101208

S

Asal	: Hadiah	Klas
	Pembelian	633.74
Terima Tgl:	24 FEB 2000	PRA
No. Induk	9701/2000	x

e.1.1,

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
FEBRUARI, 2000

Dosen Pembimbing :

Ir. Zahratus Sakdijah

Ir. Aris Wibawa, S.U.

MOTTO:

"Dan orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal-amal yang saleh, Kami tidak memikulkan kewajiban kepada diri seseorang melainkan sekedar kesanggupannya, mereka itulah penghuni-penghuni surga ; mereka kekal di dalamnya" (Al A'Raaf 42)

"Masa depan tidak pernah dijanjikan melainkan sebuah kesempatan untuk selalu diusahakan dengan segenap kemampuan beserta tawakkal" (SK Indra P.)

Kupersembahkan karya tulis ini kepada :

Ayahanda Pantjameiru dan Ibunda Mustipa

Nenekku Rustina

Adik-adikku Dwi Isyana A. dan Tri Retno Wulandari

Almamaterku tercinta.



Diterima oleh:

Fakultas Pertanian Universitas Jember

Sebagai:

Karya Tulis Ilmiah (Skripsi)

Dipertahankan pada:

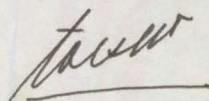
Hari : Senin

Tanggal : 21 Februari 2000

Tempat : **Fakultas Pertanian Universitas Jember**

Tim Penguji :

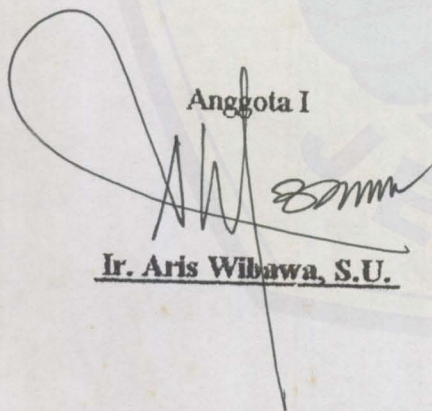
Ketua



Ir. Zahratus Sakdljah

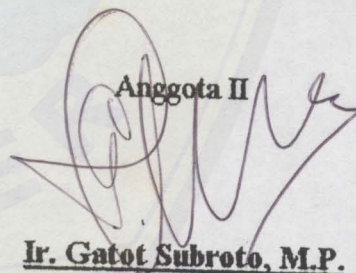
NIP. 130 890 068

Anggota I



Ir. Aris Wibawa, S.U.

Anggota II



Ir. Gatot Subroto, M.P.

NIP. 131 832 323

Mengesahkan

Dekan



Ir. Siti Hartanti, M.S.

NIP. 130 350 763

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis dengan judul : **Toleransi Beberapa Klon Kakao (*Theobroma cacao L.*) Terhadap Tinggi Muka Air Tanah.** Karya Ilmiah Tertulis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana Strata Satu pada Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

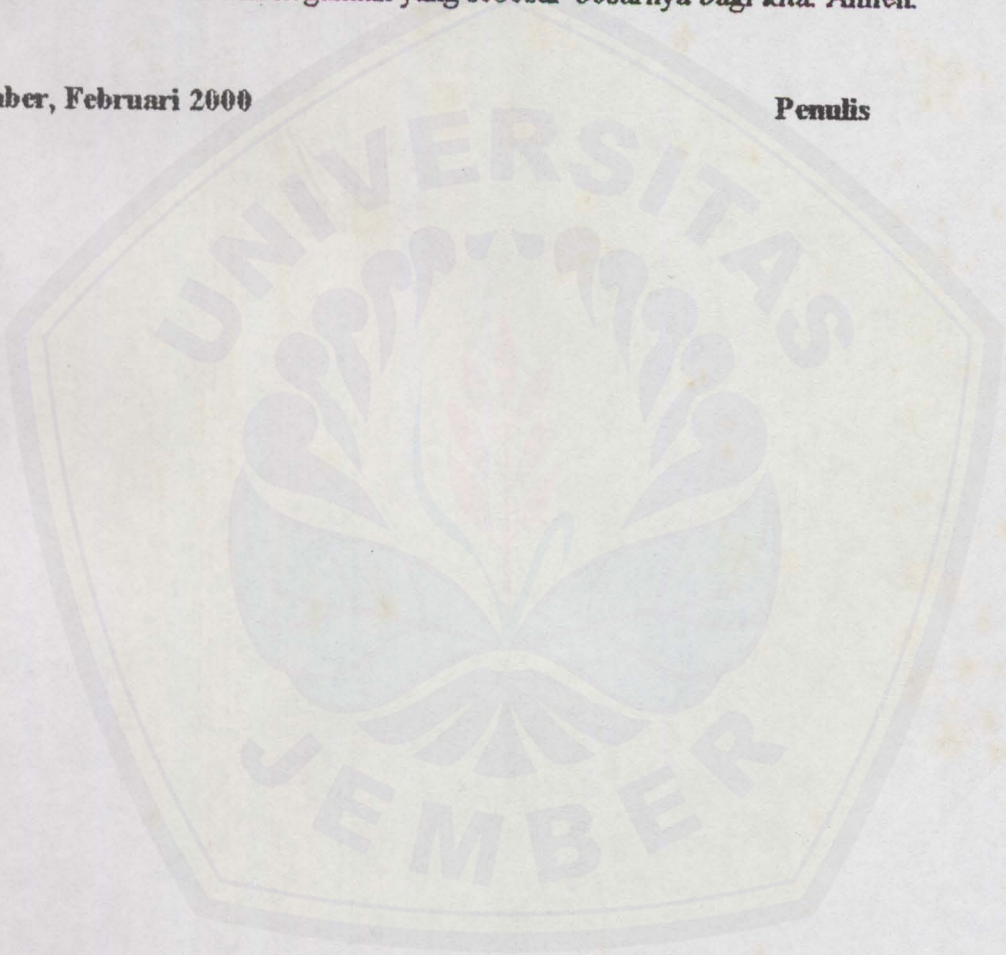
1. Ir. Siti Hartanti, MS. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Dr. Ir. M. Setyo Poerwoko, MS. selaku Ketua Jurusan Agronomi.
3. Ir. Zahratas Sakdijah, Ir. Aris Wibawa, SU., dan Ir. Gatot Subroto, MP., selaku Dosen Pembimbing yang secara maksimal dan bijaksana dalam membantu penulis.
4. Dr. Ir. Oskari Ahnawinata, selaku Direktur Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember beserta staf, yang telah memberikan sarana dan tempat untuk penelitian.
5. Seluruh staf Laboratorium Tanah Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember atas kerjasama, saran dan bantuannya.
6. Ayahanda Pantjameiru, Ibunda Mustipa, Nenek dan adik-adikku tersayang, atas do'a restu dan dukungan moril serta material kepada penulis.
7. Eyang kakung + putri, Lik Novi + Lik Henny, Dhe Yul + Dhe Ya, Lik Agus + Lik Tien, serta adik-adik di Patrang dan Bondowoso, terima kasih atas kasih sayang dan perhatian yang telah diberikan selama ini.
8. Mbak Elly, Mas Nung, rekan-rekanku Penghuni Melrose Place: om Dien, tante Ema, Cucuku Eno', Anakku Ayu dan Wiwik, menantuku Junu', serta Nya' Atih.
9. Rekan-rekanku Penghuni Villa Thithut : Dewi, Ita, Iyam, Eti, dan Mentik. Sahabatku Ragun dan Mastrip Crew, Triwil, Sholi, Anas, Bapak, Bu Dhe', Rinto, Yanto, Sis, ABCD Crew '94 dan teman-teman KKN'98 Agel.

10. Rekan-rekan seperjuangan dan semua pihak yang telah memberikan saran, bantuan dan semangat dalam menyelesaikan Karya Ilmiah Tertulis ini.

Penulis sadar sepenuhnya Karya Ilmiah Tertulis ini merupakan sebagian kecil ilmu yang dapat penulis persembahkan berdasarkan pengetahuan, kemampuan dan ketrampilan yang telah diperoleh selama ini. Semoga hasil karya ini dapat memberikan manfaat dan kegunaan yang sebesar-besarnya bagi kita. Amien.

Jember, Februari 2000

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
RINGKASAN	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Intisari Permasalahan	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Botani Tanaman Kakao.....	4
2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Kakao.....	5
2.3 Varietas Jenis dan Klon Kakao Lindak.....	6
2.4 Muka Air Tanah.....	8
2.5 Fungsi Air Bagi Tanaman	9
2.6 Pengaruh Tanah Tergenang Terhadap Tanaman Kakao.....	10
2.7 Hipotesis.....	12
III. METODE PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	13
3.3 Metode Penelitian.....	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	14

3.4.1 Persiapan Media Persemaian	14
3.4.2 Pelaksanaan Pembibitan	14
3.4.3 Pembuatan Media Tanam dan Pindahan Bibit	15
3.4.4 Pemupukan	15
3.4.5 Pemeliharaan	15
3.5 Parameter Pengamatan	15
3.5.1 Parameter Utama	15
3.5.2 Parameter Pendukung	16
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil	17
4.1.1 Pengaruh Faktor Tinggi Muka Air Tanah	18
4.1.2 Pengaruh Faktor Macam Klon	19
4.1.3 Pengaruh Interaksi Antara Tinggi Muka Air Tanah dan Macam Klon	20
4.2 Pembahasan	22
V. KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	33
GAMBAR	49

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul <i>Teks</i>	Halaman
1.	Produksi rata-rata klon-klon kakao lindak	8
2.	Rangkuman nilai F-hitung semua parameter pengamatan	18
3.	Pengaruh faktor tinggi muka air tanah terhadap semua parameter pertumbuhan klon kakao.....	19
4.	Pengaruh faktor macam klon terhadap semua parameter pertumbuhan	20
5.	Diameter batang (cm) umur 140 HST pada berbagai perlakuan tinggi muka air tanah.....	21
6.	Berat kering (gr) umur 140 HST pada berbagai perlakuan tinggi muka air tanah.....	22
7.	Kadar lengas tanah penelitian (%)	26
<i>Lampiran</i>		
1a.	Data rata-rata tinggi tanaman.....	33
1b.	Grafik pertumbuhan tinggi tanaman.....	34
1c.	Data rata-rata tinggi tanaman umur 140 HST.....	35
1d.	Sidik ragam tinggi tanaman umur 140 HST.....	35
2a.	Data rata-rata diameter batang.....	36
2b.	Grafik pertumbuhan diameter batang.....	37
2c.	Data rata-rata diameter batang umur 140 HST.....	38
3d.	Sidik ragam diameter batang umur 140 HST.....	38
3a.	Data rata-rata jumlah daun.....	39
3b.	Grafik pertumbuhan jumlah daun.....	40
3c.	Data rata-rata jumlah daun umur 140 HST.....	41
3d.	Sidik ragam jumlah daun umur 140 HST.....	41
4a.	Data rata-rata luas daun.....	42

4b.	Sidik ragam luas daun.....	42
5a.	Data rata-rata panjang akar.....	43
5b.	Sidik ragam panjang akar.....	43
6a.	Data rata-rata berat kering akar.....	44
6b.	Sidik ragam berat kering akar.....	44
7a.	Data rata-rata berat segar total tanaman.....	45
7b.	Sidik ragam berat segar total tanaman.....	45
8a.	Data rata-rata berat kering total tanaman	46
8c.	Sidik ragam berat kering total tanaman	46
9.	Data temperatur rata-rata mingguan.....	47
10.	Data kelembaban rata-rata mingguan.....	47
11.	Data hasil analisa tanah glei humik KP. Kaliwining.....	48

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
	<i>Lampiran</i>	
1.	Habitus kakao pada berbagai perlakuan tinggi muka air tanah	49
2.	Akar kakao pada berbagai perlakuan tinggi muka air tanah...	49
3.	Akar beberapa macam klon kakao lindak pada perlakuan tinggi muka air tanah 40 cm dari permukaan tanah	50
4.	Akar beberapa macam klon kakao lindak pada perlakuan kontrol	50

IKA PRAMESWARI, 9415101208, **Toleransi Beberapa Klon Kakao (*Theobroma cacao* L.) Terhadap Tinggi Muka Air Tanah**, di bawah bimbingan Ir. Zahratus Sakdijah dan Ir. Aris Wibawa, SU.

RINGKASAN

Tanaman kakao merupakan tanaman lahan kering yang tidak menghendaki air yang berlebihan. Kakao menghendaki tanah dengan permukaan air tanah yang cukup dalam. Diperkirakan 27% dari total luas kepulauan Indonesia, tidak termasuk Irian Jaya, merupakan daerah rawa dan 34% diantaranya berpotensi untuk dikembangkan sebagai daerah pertanian. Selain daerah rawa terdapat pula daerah bekas rawa yang telah dikeringkan yang juga berpotensi untuk daerah pertanian tanaman pangan. Tentunya akan lebih menguntungkan apabila daerah rawa dan bekas rawa tersebut juga dipergunakan untuk daerah pengembangan tanaman perkebunan, khususnya kakao. Perlu dilakukan penelitian untuk mencari klon-klon kakao yang toleran terhadap muka air tanah yang cukup tinggi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui respon pertumbuhan bibit kakao pada beberapa tingkat tinggi muka air tanah dan untuk mengetahui interaksi antara klon kakao dengan tingkat tinggi muka air tanah.

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember, mulai 20 Maret 1999 sampai dengan 19 Agustus 1999. Penelitian dilakukan secara faktorial 3×9 (dua faktor) dalam Rancangan Acak Kelompok dengan 4 ulangan. Faktor I adalah tingkat tinggi muka air tanah (T) dengan taraf: $T_1 = 20$ cm dari permukaan tanah, $T_2 = 40$ cm dari permukaan tanah dan $T_3 =$ kontrol. Faktor II adalah macam klon (K): $K_1 =$ klon TSH 858, $K_2 =$ klon KWC 1, $K_3 =$ klon ICS 13, $K_4 =$ klon Sca 6, $K_5 =$ klon GC 7, $K_6 =$ klon Pa 300, $K_7 =$ klon NW 6261, $K_8 =$ klon Nic 7, $K_9 =$ klon Sca 12. Uji lanjutan menggunakan uji Jarak Berganda Duncan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tinggi muka air tanah memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap semua parameter pengamatan. Tinggi muka air tanah yang paling baik pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman kakao adalah 40 cm dari permukaan tanah. Berdasarkan kegigasannya, sembilan bahan tanam yang diuji dapat dikelompokkan menjadi tiga. Kelompok dengan kegigasan tinggi adalah TSH 858, GC 7 dan Pa 300; kelompok dengan kegigasan sedang terdiri atas KWC 1, ICS 13, NW 6261 dan Nic 7; sedang kelompok dengan kegigasan rendah terdiri atas Sca 6 dan Sca 12.

Terdapat dua parameter pertumbuhan yaitu diameter batang dan berat kering akar yang interaksinya nyata antara tinggi muka air tanah dan macam klon. Berdasarkan parameter diameter batang, maka dapat dilakukan pengelompokan toleransi kakao terhadap tinggi muka air tanah. Kelompok bertoleransi tinggi terdiri atas TSH 858, KWC 1, GC 7 dan Pa 300; kelompok bertoleransi sedang adalah ICS 13, NW 6261 dan Nic 7; serta kelompok bertoleransi rendah adalah Sca 6 dan Sca 12. Berdasarkan berat kering akarnya sembilan klon yang diuji juga dapat dipilah menjadi tiga, yaitu klon bertoleransi tinggi adalah TSH 858, GC 7

dan Pa 300; kelompok bertoleransi sedang adalah KWC 1, NW 6261 dan Nic 7; serta kelompok bertoleransi rendah terdiri dari ICS 13, Sea 6 dan Sca 12

Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Februari 2000



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas yang pengembangannya dipercepat oleh pemerintah sejak awal Pelita III. Sumbangan produksi Indonesia terhadap total produksi dunia baru mencapai 1,2 persen. Sasaran volume export selama Repelita V diharapkan mencapai pertumbuhan sekitar 15,3 % dan penambahan produksi sebesar 160,4 % (Direktorat Jenderal Perkebunan, 1989). Produksi biji dan hasil industri kakao Indonesia perlu diperhitungkan menjadi andalan export non migas karena andilnya di pasaran kakao dunia di masa mendatang diduga akan terus meningkat (Martadinata, 1991).

Pengembangan kakao hendaknya diarahkan pada lahan yang sesuai serta penggunaan bahan tanam yang berpotensi tinggi (unggul) dengan menerapkan teknik budidaya yang baik.

Leiwakabessy, (1988) menyatakan, bahwa dilihat dari segi penyediaan lahan, perkembangan areal tanaman kakao terutama di luar pulau Jawa masih sangat memungkinkan. Diperkirakan 27 % dari total luas kepulauan Indonesia, tidak termasuk Irian Jaya, merupakan daerah rawa dan 24 % diantaranya mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai daerah pertanian (Soemodiharjo, 1989). Daerah rawa merupakan lahan dengan permukaan air tanah yang tinggi, bahkan seringkali menggenang. Pada banyak tanaman yang biasa tumbuh di darat, penggenangan dalam air yang agak lama itu merupakan suatu ancaman bagi kehidupannya. Respirasi aerob terhenti sama sekali, sedang respirasi anaerob tak mungkin mencukupi energi yang dibutuhkannya, dan akumulasi dari hasil-hasil respirasi itu lama kelamaan merupakan racun bagi jaringan-jaringan yang bersangkutan (Dwidjoseputro, 1993).

Wibawa (1991) menyatakan, bahwa tanaman kakao merupakan tanaman lahan kering, artinya tidak menghendaki air yang berlebihan. Tanaman kakao tidak tahan terhadap genangan air pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau. Kedalaman air tanah bagi tanaman kakao diisyaratkan minimal 3 m. (Susanto, 1994).

Sunanto (1992) menyatakan, bahwa perkembangan akar kakao sangat dipengaruhi oleh struktur tanah, terutama berkaitan dengan air dan udara dalam tanah. Jika drainasinya (pembuangan air) jelek, akar tunggang akan tumbuh pendek (kurang dari 45 cm). Pada lahan-lahan yang air tanahnya dalam, akar tunggang akan tumbuh panjang dan akar-akar lateral masuk ke dalam tanah. Percobaan di Malaysia memberi petunjuk bahwa air tanah yang baik untuk pertumbuhan akar bibit cokelat adalah 25 - 64 cm (Siregar dkk., 1988). Namun demikian tiap-tiap klon kakao tentunya mempunyai ketahanan yang tidak sama terhadap permukaan air tanah yang cukup tinggi.

Untuk mengatasi masalah tersebut di atas, salah satu cara tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan bahan tanam yang toleran terhadap permukaan air tanah yang cukup tinggi.

Tahap awal dalam pengembangan kakao adalah menentukan pilihan bahan tanam. Kesalahan dalam pemilihan bahan tanam akan membawa akibat yang tidak baik bertahun-tahun selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman itu sendiri. Akibat-akibat tersebut antara lain tanaman tidak cepat berbuah, produktivitas dan mutu hasil rendah serta banyaknya hasil yang hilang akibat serangan hama dan penyakit. Bahan tanam unggul yang dianjurkan mempunyai sifat pertumbuhannya jagur, prekositasi dan potensi produktivitasnya tinggi, mutu hasil yang baik serta tahan terhadap hama dan penyakit (Winaryo dan Soenaryo, 1990).

Di Indonesia bahan tanam yang umum digunakan untuk pertanaman kakao adalah kakao mulia dan lindak. Kedua tipe kakao tersebut mempunyai perbedaan kecepatan pertumbuhan dan kemampuan berproduksi. Kakao lindak tumbuh lebih cepat, berproduksi lebih tinggi dan mempunyai toleransi yang lebih tinggi pula terhadap kemasaman tanah daripada kakao mulia (Butar-Butar dan Hardjodiningrat *cit.* Hardjono, dkk., 1991).

Abdullah dan Prawoto (1990) menyatakan bahwa pada tanaman kakao terdapat perbedaan kemampuan dalam penyerapan unsur hara antar tipe, kelompok kultivar dan kultivar kakao yang disebabkan oleh genetik (internal). Hal tersebut menimbulkan dugaan bahwa kebutuhan hara dan toleransi terhadap kedalaman air tanah dari sekian banyak hibrida kakao juga berbeda.

1.2 Intisari Permasalahan

Tanaman kakao merupakan tanaman lahan kering yang tidak menghendaki air yang berlebihan. Dengan demikian kakao menghendaki tanah dengan permukaan air tanah yang cukup dalam. Diperkirakan 27% dari total luas kepulauan Indonesia, tidak termasuk Irian Jaya, merupakan daerah rawa dan 34% diantaranya berpotensi untuk dikembangkan sebagai daerah pertanian. Selain daerah rawa terdapat pula daerah bekas rawa yang telah dikeringkan yang juga berpotensi untuk daerah pertanian tanaman pangan. Tentunya akan lebih menguntungkan apabila daerah rawa dan bekas rawa tersebut juga dipergunakan untuk daerah pengembangan tanaman perkebunan, khususnya kakao. Tetapi yang merupakan kendala utama di daerah-daerah ini yaitu kondisi air tanah yang cukup tinggi. Padahal kita ketahui bahwa kakao tidak tahan terhadap genangan karena merupakan tanaman lahan kering.

Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mencari klon-klon kakao yang toleran terhadap muka air tanah yang cukup tinggi. Sehingga dapat ditanam di daerah-daerah dengan permukaan air tanah tinggi, contohnya di daerah rawa dan bekas rawa.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui respon pertumbuhan bibit kakao pada beberapa tingkat tinggi muka air tanah.
2. Mengetahui interaksi antara klon kakao dengan tingkat tinggi muka air tanah terhadap pertumbuhan bibit kakao.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi kepada perkebunan-perkebunan kakao pada khususnya dan masyarakat yang berminat mengembangkan kakao pada umumnya tentang klon terbaik yang toleran terhadap air tanah yang tinggi. Selain itu juga dapat dijadikan sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Tanaman Kakao

Wood (1975) menyatakan bahwa tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan anggota familia Sterculiaceae. Tanaman ini berasal dari lembah hulu sungai Amazon di Amerika dan tergolong tanaman tropik.

Menurut Tjitrosoepomo (1993) sistematika tanaman kakao secara lengkap dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisio	.....	Spermatophyta
Sub divisio	.....	Angiospermae
Classis	.....	Dicotyledoneae
Sub classis	.....	Dialypetales
Ordo	.....	Malvales
Familia	.....	Sterculiaceae
Genus	.....	<i>Theobroma</i>
Species	.....	<i>Theobroma cacao</i> L.

Benih tanaman kakao merupakan tipe perkecambahan epigenus yang pada waktu berkecambah daun kotiledon terangkat ke atas permukaan tanah serta membentuk akar tunggang yang tumbuh lurus ke bawah masuk ke dalam tanah (Prawoto *cit.* Winarno, 1994). Kakao dapat tumbuh sampai ketinggian 8 - 10 m dari pangkal batangnya pada permukaan tanah (Siregar dkk., 1988).

Susanto (1994) menyatakan bahwa akar tunggang pada tanaman kakao dewasa dapat mencapai kedalaman 1,5 m jika tanahnya mempunyai solum yang dalam dan drainase yang baik, sedangkan akar lateralnya banyak tumbuh dan berkembang di dekat permukaan tanah pada kedalaman sekitar 0 - 30 cm.

Siregar dkk. (1988) menyatakan bahwa ditinjau dari tipe pertumbuhannya, cabang-cabang pada tanaman kakao tumbuh ke arah atas maupun samping. Cabang-cabang yang tumbuh ke arah samping disebut cabang-cabang plagiotrop dan cabang-cabang yang tumbuh ke arah atas disebut cabang-cabang orthotrop.

Percabangan tanaman kakao bersifat dimorphous, sehingga kedudukan daunnya juga bersifat dimorphous. Daun pertama mempunyai tangkai daun (petiol) yang panjang dan simetris, dan petiol tersebut pada ujungnya membengkok (Sunanto, 1992). Daun kakao terdiri atas tangkai daun dan helai daun. Panjang daun berkisar 25 - 34 cm dan lebarnya 9 - 12 cm. Daun yang tumbuh pada ujung-ujung tunas biasanya berwarna merah dan disebut daun flush, permukaannya seperti sutra. Setelah dewasa, warna daun akan berubah menjadi hijau dan permukaannya kasar (Siregar dkk., 1988).

2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Kakao

Kisaran suhu yang baik untuk tanaman kakao antara 15 - 30⁰C dengan suhu optimum 25,5⁰C (Winarno, 1994). Batasan suhu tersebut membatasi pertanaman kakao secara horisontal antara 20 LU - 20 LS dan penyebaran kakao berdasarkan tinggi tempat, sehingga kebanyakan pertanaman kakao berada pada ketinggian 0 - 600 m dpl (Poeloengan, 1990).

Tanaman kakao menghendaki daerah dengan curah hujan yang cukup dengan distribusi yang merata. Keadaan curah hujan yang baik untuk tanaman kakao berkisar antara 1250 - 3000 mm/th, dengan bulan kering tidak lebih dari 3 bulan (Abdoellah, 1991).

Tanaman kakao menghendaki tanah dengan solum yang dalam yaitu lebih dari 1,5 m. Lapisan tanah yang dalam akan menjamin pertumbuhan akar tunggang menjadi berkembang baik (Abdoellah, 1991). Tekstur tanah yang baik untuk tanaman kakao adalah geluh lempung dan geluh debu. Hal ini disebabkan tekstur yang demikian aerasinya cukup baik, demikian juga kemampuannya menyimpan lengas (Wibawa, 1991).

Intensitas sinar matahari yang diterima sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kakao (Sunanto, 1992). Kebutuhan sinar matahari tergantung pada umur tanaman. Pada waktu tanaman baru dipindah ke lapang, kebutuhan sinar hanya 25 - 35 % dari sinar matahari penuh; sedangkan untuk

tanaman dewasa atau yang sudah berproduksi kebutuhan sinar matahari makin besar yaitu 65 - 75 % dari sinar matahari penuh (Abdoellah, 1991).

2.3 Varietas Jenis dan Klon Kakao Lindak

Lass dan Wood *cit.* Winarno (1994) menyatakan bahwa berdasarkan jenisnya, tanaman kakao dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu Criollo, Forastero dan Trinitario.

Dalam tata niaga kakao, Criollo termasuk dalam jenis kakao mulia, sedangkan tipe Forastero termasuk dalam jenis kakao lindak. Kelompok Trinitario merupakan hibrida Criollo dengan Forastero. Sifat morfologi dan fisiologinya amat beragam, demikian pula daya dan mutu hasilnya. Dalam tata niaga kelompok ini dapat masuk dalam kelompok kakao mulia maupun kakao lindak tergantung mutunya (Prawoto dan Winarsih, 1992).

Menurut Iswanto dan Winarno (1993) kakao lindak merupakan jenis yang lebih banyak dibudidayakan di Indonesia daripada kakao mulia. Kecuali Jawa Timur, semua provinsi di Indonesia merupakan daerah pertanaman kakao lindak. Ditinjau dari iklim daerah sebarannya kakao lindak menempati wilayah dengan rentang iklim yang cukup lebar, mulai dari wilayah basah (misalnya sebagian besar Sumatera dan Kalimantan) sampai dengan wilayah kering (seperti Nusa Tenggara) (Abdoellah dkk., 1996).

Pujiyanto dkk. (1995) menyatakan bahwa kakao lindak mempunyai sifat pertumbuhan cepat berbuah, mempunyai daya adaptasi lingkungan yang luas dan dapat dikembangkan dengan benih serta mudah perawatannya.

Contoh klon kakao yang termasuk klon kakao lindak antara lain :TSH 858, ICS 13, Sca 60, GC 7, Pa 300 dan NW 6261 (Susanto, 1994).

Diskripsi sifat-sifat yang dimiliki oleh beberapa klon tersebut antara lain :

Klon GC 7 : merupakan salah satu klon terpilih dari hasil pengujian seri DRC, KWC dan GC; daya hasil 2.035 kg/ha, berat biji kering 1,26 gr/biji; kurang tahan terhadap penyakit busuk buah *Phytophthora palmivora*. Habitus tanaman sedang, flush berwarna merah, buah

agak bulat, kulit buah agak halus, pangkal buah tumpul, ujung buah runcing, alur buah tidak tegas, warna buah muda merah kecoklatan, warna buah tua merah jingga.

Klon ICS 13 : merupakan salah satu klon terpilih dari hasil pengujian klon-klon introduksi; daya hasil 1.825 kg/ha, berat biji kering 1,03 gr/biji. Habitus tanaman sedang, flush berwarna merah tua, buah bulat memanjang, pangkal buah tumpul, ujung buah meruncing, alur buah agak tegas, kulit buah agak kasar, warna buah muda merah kecoklatan, warna buah tua merah jingga.

Klon ICS 60 : merupakan salah satu klon terpilih yang biasanya digunakan sebagai tetua dalam persilangan antar klon; daya hasil 1.500 kg/ha, berat biji kering 1,67 gr/biji. Habitus tanaman besar, flush berwarna merah kekuningan, buah bulat memanjang, pangkal buah tumpul dengan leher botol, ujung buah meruncing, alur buah tegas, kulit buah kasar, warna buah muda hijau muda, warna buah tua hijau kekuningan.

Klon Pa 300 : merupakan salah satu klon terpilih dari hasil pengujian klon amazonia, daya hasil 1.402 kg/ha, berat biji kering 1,14 gr/biji, cukup tahan terhadap penyakit busuk buah. Habitus tanaman sedang, flush berwarna kuning kemerahan, buah bulat memanjang, pangkal buah tumpul dengan leher botol, ujung buah runcing, alur buah kurang tegas, kulit buah agak kasar, warna buah muda hijau muda, warna buah tua hijau kekuningan (Suhendi dkk.,1998).

Dari pengujian-pengujian nomor-nomor klon DRC, KWC dan GC dilaporkan bahwa klon GC 7 dan DRC 16 mempunyai produksi lebih tinggi dari klon DR 2 sebagai kontrol. Klon DRC 13, DRC 15, GC 1, GC 2, KWC 1 dan KWC 2 hasilnya tidak berbeda nyata dibanding klon DR 2 (Situmorang dan Muhajir *cit.* Winarno, 1995).

Klon kakao lindak yang dapat dianjurkan untuk bahan tanam pada pertanaman kakao secara klonal antara lain klon ICS 60, ICS 13, UIT 1, Pa 300, GC 7, TSH 858, RCC 70, RCC 72 dan RCC 73. Klon-klon tersebut mempunyai produktivitas tinggi serta mutu hasil baik dengan rata-rata berat biji kering ≥ 1 gr per biji (Prawoto dan Winarno, 1995). Iswanto (1998) juga menyatakan bahwa hasil-hasil yang telah dicapai melalui usaha pemuliaan kakao oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao sampai saat ini antara lain : kombinasi hibrida unggul yang mempunyai sifat toleran, khususnya terhadap penyakit busuk buah (persilangan klon-klon unggul diantaranya ICS 60, DR 1, UIT), TSH 858, Pa 300 atau GC 7 yang disilangkan dengan pejantan tahan penyakit busuk buah dan produksi tinggi Sca 6 atau Sca 12. Klon GC 7 dan turunannya mempunyai toleransi tinggi terhadap cekaman air.

Dalam Tabel 1 berikut ini disajikan produksi rata-rata beberapa klon kakao.

Tabel 1. Produksi Rata-Rata Klon-Klon Kakao Lindak

Klon	Produktivitas (kg/ha/th)	Berat biji kering (gram/biji)
GC 7	2035	1,24
KWC 1	1325	1,15
KWC 2	1585	1,23
ICS 13	1287	1,05
NW 6261	969	1,50
Nic 7	859	1,54
Pa 300	1402	1,14
TSH 858	1766	1,15

Sumber : Winarno (1995)

2.4 Muka Air Tanah

Menurut Rismunandar (1994) dalam tanah dikenal empat jenis air, yaitu :

- Air Gravitasi, ialah air yang merembes ke dalam tanah melalui pori-pori tanah. Air ini akan mengendap/berhenti mengalir ke dalam, berkumpul dalam lapisan pasir, dan mengalir ke bawah sesuai dengan miringnya lapisan.
- Air Kapiler, yang berada dalam pipa-pipa kapiler yang terbentuk dari butiran-butiran tanah. Air kapiler ini berada di atas permukaan air gravitasi.
- Air Higroskopik, ialah air yang diserap oleh butiran-butiran tanah.
- Air yang terikat dalam bentuk gugusan kimiawi mineral.

Air yang terkumpul tersebut dalam ilmu tanah disebut air hidrostatik dan permukaannya disebut "muka air tanah" , dalam bahasa asing water table atau phreatisch vlak.

Menurut Terra *cit.* Rismunandar (1994) air tanah dapat dibagi menjadi empat kedalaman :

- a. permukaan air tanah kurang dari 50 cm di bawah tanah
- b. permukaan air tanah 50 - 150 cm di bawah tanah
- c. permukaan air tanah 150 - 200 cm di bawah tanah
- d. permukaan air tanah tidak terjangkau oleh akar pohon buah-buahan

2.5 Fungsi Air Bagi Tanaman

Air adalah komponen utama tanaman hijau, yang merupakan 70-90 % dari berat segar kebanyakan species tanaman tak berkayu. Sebagian besar air dikandung dalam isi sel (85-90%), yang merupakan media yang baik untuk reaksi biokimia (Fitter dan Hay, 1991). Karena itu, menurut Jumin (1992) selama siklus hidup tanaman, mulai dari perkecambahan sampai panen selalu membutuhkan air. Tidak satupun proses kehidupan tanaman yang dapat bebas dari air. Besarnya kebutuhan air setiap fase pertumbuhan selama siklus hidupnya tidak sama. Hal ini berhubungan langsung dengan proses fisiologis, morfologis dan kombinasi kedua faktor di atas dengan faktor-faktor lingkungan.

Fungsi air bagi tanaman adalah :

- Merupakan unsur penting dari protoplasma, terutama pada jaringan meristematik.
- Sebagai pelarut dalam proses fotosintesa dan proses hidrolitik, seperti perubahan pati menjadi gula.
- Bagian yang esensial dalam menstabilkan turgor sel tanaman.
- Pengatur suhu bagi tanaman, karena air mempunyai kemampuan menyerap panas yang baik
- Transpor bagi garam-garam, gas dan material lainnya dalam tubuh tanaman.

Melalui permukaan helaian daun, sebagian besar air akan dilepaskan ke atmosfer. Peristiwa ini disebut transpirasi. Transpirasi pada hakekatnya adalah penguapan air dari permukaan sel tanaman melalui struktur anatomisnya; yaitu stomata, lentisel dan kutikula. Meskipun demikian sebagian besar transpirasi berlangsung melalui stomata (Soedarsono, 1997). Pada tanaman, transpirasi pada hakekatnya suatu penguapan air baru yang membawa garam-garam mineral dari dalam tanah. Pula, transpirasi juga bermanfaat di dalam hubungan penggunaan sinar (panas) matahari. Kenaikan temperatur yang membahayakan dapat dicegah karena sebagian dari sinar matahari yang memancar itu digunakan untuk penguapan air (Dwidjoseputro, 1985).

Soedarsono (1997) menyatakan bahwa tanaman akan tetap sehat dan tumbuh normal apabila kebutuhan airnya dapat terpenuhi, dan sebaliknya akan mengalami hambatan pertumbuhan bila mengalami defisit air. Defisit air di dalam jaringan tanaman terjadi apabila pada suatu waktu jumlah air yang hilang melalui transpirasi melebihi tingkat penyerapan air oleh akarnya. Menurut Burstom *cit.* Jumin (1992), bahwa defisit air langsung mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman. Proses ini pada sel tanaman ditentukan oleh tegangan turgor. Hilangnya turgiditas dapat menghentikan pertumbuhan sel (penggandaan dan pembesaran) dan mengakibatkan pertumbuhan tanaman terhambat.

2.6 Pengaruh Tanah Tergenang Terhadap Tanaman Kakao

Seperti halnya dengan sebagian air, maka udara mengisi rongga-rongga yang ada di sela-sela partikel. Makin besar partikel-partikelnya, makin banyak udara di sela-selanya, maka tanah liat apalagi yang basah benar karena air kapiler tidak mempunyai ventilasi sama sekali (Dwidjoseputro, 1983). Aerasi sangat penting bagi perakaran kakao, yaitu untuk proses respirasi dan penyerapan lengas serta unsur hara tanaman (Susanto, 1994). Sunanto (1992) menyatakan, bahwa perkembangan akar kakao sangat dipengaruhi oleh struktur tanah, terutama berkaitan dengan air dan udara dalam tanah. Jika drainasenya (pembuangan air) jelek, akar tunggang akan tumbuh pendek (kurang dari 45 cm). Pada lahan-lahan yang air tanahnya dalam, akar tunggang akan tumbuh panjang dan akar-akar lateral masuk ke dalam tanah.

Jumlah air yang berlebihan di tanah akan berpengaruh tidak baik terhadap tanaman, termasuk kakao. Hal ini erat hubungannya dengan terhambatnya respirasi akar, yang mengakibatkan tanaman kekurangan tenaga untuk menyerap lengas dan hara. Pada kondisi seperti di atas terjadi kekurangan oksigen dan akumulasi karbondioksida di dalam tanah. Hal ini juga menyebabkan stomata daun menutup, bukan disebabkan kekurangan air tetapi akibat pengurangan laju proses kehidupan secara drastik (Bidwel *cit.* Munandar dkk., 1995). Lebih lanjut Mc.Kersie dan Leshem (1994) menyatakan bahwa penutupan stomata terjadi disebabkan oleh ABA yang terakumulasi tidak lama setelah tanah tergenang. Akumulasi ABA mungkin terus bertambah dalam akar dan ditranslokasikan ke bagian atas tanaman. Pengaruhnya terhadap tanaman kakao ditunjukkan oleh mengering dan gugurnya sebagian daun serta terhentinya pertumbuhan tunas, sehingga tanaman dalam keadaan dorman (Soedarsono, 1997). Dalam suasana anaerobic tanaman lahan kering akan mengalami keracunan gas metan (CH_4), karena porsi gas ini akan bertambah dalam suasana tergenang akibat dekomposisi bahan organik (Jumin, 1989).

Penelitian tentang aerasi tanah pada tanaman kakao yang dilakukan Vine et.al. (1943) memperoleh hasil bahwa ruang udara tanah yang kurang dari 12 % dari

volume total tanah menyebabkan pertumbuhan kakao kurang baik. Dalam penelitian tersebut, diperoleh hasil bahwa pada kondisi tanah kering, udara tanah mengandung oksigen sebanyak 10 % atau lebih sehingga memenuhi untuk kebutuhan akar kakao, sedangkan pada kondisi basah kandungan oksigen berkurang. Ambang keracunan akumulasi karbondioksida untuk kakao adalah 6 %.

Terdapat bukti yang mengetengahkan bahwa kondisi anaerob tanah menyebabkan perubahan-perubahan dalam keseimbangan substansi pertumbuhan yang dikirim dari akar ke pucuk (Reid dan Crozier *cit.* Fitter dan Hay, 1981). Pertumbuhan daun dan perpanjangan batang terhambat sebagai akibat dari kekurangan nitrogen atau nutrisi mayor lainnya atau karena penghambatan oleh etilen (Mc. Kersie and Leshem, 1994). Etilen biasanya dihasilkan oleh kebanyakan jaringan tanaman dan kelihatannya terlibat dalam asosiasi dengan substansi pertumbuhan lain, dalam pengaturan proses-proses perkembangan yang luas termasuk pertumbuhan kembali setelah dormansi, pertumbuhan akar, pembesaran batang, melebarnya daun, pembungaan, pemasakan buah, dan pembentukan jaringan. Percobaan pada berbagai species tanaman memperlihatkan bahwa tingkat etilen yang lebih dari 1 ppm menyebabkan hambatan terhadap puncak penyebaran akar bersamaan dengan bertambahnya diameter poros dan poliferasi akar lateral (Abeles *cit.* Fitter dan Hay, 1981).

2.7 Hipotesis

1. Tingkat tinggi muka air tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit kakao.
2. Terdapat interaksi antara klon kakao dengan tingkat tinggi muka air tanah yang berpengaruh paling baik terhadap pertumbuhan bibit kakao.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kaca Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember, mulai 20 Maret 1999 sampai dengan 19 Agustus 1999. Lokasi penelitian terletak pada ketinggian ± 45 m dpl.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu biji tanaman kakao dari berbagai klon, tanah, pasir, serbuk gergaji, pot dengan ketinggian ± 50 cm dan bak plastik.

Alat yang digunakan yaitu cangkul, mikrometer, penggaris, handsprayer, ember plastik, termohigrometer, timbangan analitik dan oven.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun secara faktorial (3×9) dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah tinggi muka air tanah meliputi tiga taraf, yaitu :

$$T_1 = 20 \text{ cm}$$

$$T_2 = 40 \text{ cm}$$

$$T_3 = \text{kontrol}$$

Sedangkan faktor kedua adalah klon kakao yang meliputi 9 taraf yaitu :

$$K_1 = \text{klon TSH 858}$$

$$K_2 = \text{klon KWC 1}$$

$$K_3 = \text{klon ICS 13}$$

$$K_4 = \text{klon Sca 6}$$

$$K_5 = \text{klon GC 7}$$

$$K_6 = \text{klon Pa 300}$$

$$K_7 = \text{klon NW 6261}$$

$$K_8 = \text{klon Nic 7}$$

$$K_9 = \text{klon Sca 12}$$

Menurut Gasperz (1991), model matematik rancangan percobaan yang digunakan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + (TA)_{ij} + I_k + \epsilon_{ijk}$$

dimana : $i = 1,2,3$

$j = 1,2,3,4,5,6,7,8,9$

$k = 1,2,3,4$

Keterangan :

Y_{ijk} = parameter yang diamati

μ = rata-rata umum

T_i = pengaruh faktor T pada taraf ke-i

A_j = pengaruh faktor A pada taraf ke-j

$(TA)_{ij}$ = pengaruh interaksi antara faktor T taraf ke-i dan faktor A taraf ke-j

I_k = Efek ulangan ke-k

ϵ_{ijk} = Pengaruh galat percobaan

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Media Persemaian

Media persemaian berupa pasir halus yang sudah diayak dengan diameter ayakan 2 mm. Tebal lapisan pasir ± 15 cm.

3.4.2 Pelaksanaan Pembibitan

Pulp yang masih menempel pada biji dihilangkan dengan cara menggosok biji dengan serbuk gergaji. Biji yang terlepas dari pulp dicuci dengan air bersih dan mengalir kemudian dikeringanginkan. Biji ditanam dalam bedengan dengan posisi tegak dan bakal radikula berada pada bagian bawah sedalam sepertiga bagian biji lebih tinggi dari media pasir. Biji ditanam dengan jarak tanam 3 x 5 cm. Untuk memelihara kelembaban persemaian disiram setiap hari. Penyiraman dilakukan secara hati-hati agar posisi benih tidak berubah.

3.4.3 Pembuatan Media Tanam dan Pemindahan Bibit

Media tanam terdiri dari tanah top soil yang berasal dari KP. Kaliwining dengan jenis tanah glei humik. Tanah media ini dikeringanginkan dan diayak. Bibit yang telah berumur 12 hari dipindahkan ke dalam pot dengan jalan mencabut dari bedengan. Pembuatan lubang tanam perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada akar tanaman. Pot yang telah berisi tanaman kemudian ditempatkan di dalam bak plastik yang telah berisi air dengan ketinggian yang berbeda sesuai dengan perlakuan.

3.4.4 Pemupukan

Pemupukan dilakukan dengan memberikan urea 1 gram/tanaman tiap 2 minggu sekali serta KCl dan SP 36 2 gram/tanaman tiap 4 minggu sekali. Pemupukan dilakukan mulai saat tanaman berumur 3 minggu.

3.4.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman penelitian yang dilakukan meliputi penyiraman terhadap perlakuan T₃(kontrol) untuk menjaga kelembaban dan suhu udara serta lingkungan pembibitan. Pemanenan dilakukan pada bibit tanaman berumur lima bulan (150 HST) dan dilanjutkan dengan pengamatan.

3.5 Parameter Pengamatan

3.5.1 Parameter Utama

Parameter penelitian utama yang diamati adalah :

1. Tinggi tanaman (cm), diukur mulai leher akar sampai dengan titik tumbuh, dilakukan 14 hari sekali sampai akhir penelitian.
2. Diameter batang (cm), diukur dengan mikrometer 1 cm di bawah kotiledon, dilakukan 14 hari sekali sampai akhir penelitian.
3. Jumlah daun (lembar), dihitung pada daun yang telah membuka penuh, diamati setiap 14 hari sekali sampai akhir penelitian.

4. Luas daun (cm^2), diukur terhadap semua daun pada bibit, diamati pada akhir penelitian.
5. Panjang akar tunggang (cm), diukur mulai leher akar sampai ujung akar utama, dilakukan pada akhir penelitian.
6. Berat kering akar (g), ditimbang setelah seluruh akar dioven dengan suhu 110°C selama 48 jam, dilakukan pada akhir penelitian.
7. Berat segar total tanaman (g), diamati dengan menimbang semua bagian tanaman setelah dipanen termasuk akar, dilakukan pada akhir penelitian.
8. Berat kering total tanaman (g), diamati dengan menimbang semua bagian tanaman setelah dioven dengan suhu 110°C selama 48 jam, dilakukan pada akhir penelitian.

3.5.2 Parameter Pendukung

Parameter pendukung yang diamati adalah :

1. Suhu ($^\circ\text{C}$), diukur tiap satu minggu sekali sampai akhir penelitian.
2. Kelembaban udara relatif (%), diukur tiap satu minggu sekali sampai akhir penelitian.
3. Analisis tanah (fisika dan kimia), dilakukan pada akhir penelitian.
4. Kadar lengas tanah penelitian (%), dilakukan tiap tiga minggu sekali sampai akhir penelitian.
5. Jaringan anatomis akar, yang diamati dengan mikroskop, dilakukan pada akhir penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Uji F terhadap data pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan tinggi muka air tanah memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap semua parameter pengamatan (Tabel 2). Perlakuan macam klon memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata terhadap semua parameter pengamatan kecuali terhadap parameter panjang akar yang menunjukkan berbeda tidak nyata (Tabel 2).

Hasil uji F untuk pengaruh interaksi antara tinggi muka air tanah dan macam klon menunjukkan berbeda nyata terhadap parameter diameter batang dan berat kering akar (Tabel 2).

Tabel 2 : Rangkuman nilai F-hitung semua parameter pengamatan

SK	TT	DB	JD	LD	PA	BKA	BST	RKT
Blok	7,065**	3,525*	3,347*	0,664ns	3,666*	2,404ns	1,409ns	0,888ns
Pelk.	7,546**	11,333**	5,557**	3,414**	68,904**	7,425**	8,274**	7,276**
T	14,253**	32,903**	13,597**	13,433**	878,124**	5,013**	30,263**	19,209**
K	18,061**	24,244**	12,948**	6,856**	1,253ns	19,304**	17,992**	17,068**
T x K	1,445ns	2,181*	0,857ns	0,441ns	1,577ns	1,787*	0,662ns	0,889ns

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata

* = berbeda nyata

ns = berbeda tidak nyata

TT = tinggi tanaman (cm)

DB = diameter batang (cm)

JD = jumlah daun (helai)

LD = luas daun (cm²)

PA = panjang akar (cm)

BKA = berat kering akar (g)

BST = berat segar total tanaman (g)

BKT = berat kering total tanaman (g)

4.1.1 Pengaruh Faktor Tinggi Muka Air Tanah

Pada Tabel 3. tampak bahwa pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun antara perlakuan T₁ dan T₃ tidak berbeda nyata, tetapi kedua perlakuan ini berbeda nyata dengan perlakuan T₂. Pada parameter diameter batang antara perlakuan T₁ dan T₂ tidak beda nyata, T₁ dan T₂ berbeda nyata dengan T₃. Pada parameter panjang akar, berat segar total tanaman dan berat kering total tanaman antara perlakuan T₁, T₂ dan T₃ saling berbeda nyata. Pada berat kering akar perlakuan T₁ berbeda nyata dengan perlakuan T₂ dan T₃, antara perlakuan T₂ dan T₃ tidak beda nyata.

Tabel 3 : Pengaruh faktor tinggi muka air tanah terhadap semua parameter pertumbuhan klon kakao

Perik.	TT	DB	JD	LD	PA	BKA	BST	BKT
T1	75,313 b	1,079 a	30,528 b	4855,121 b	16,619 c	4,108 b	125,510 b	35,141 b
T2	82,299 a	1,078 a	33,875 a	5944,92 a	29,894 b	4,767 a	152,204 a	41,745 a
T3	71,896 b	0,962 b	30,375 b	4446,723 b	51,975 a	4,904 a	108,299 c	31,208 c

Keterangan = Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan

berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan taraf 5%

TT = tinggi tanaman (cm)

PA = panjang akar (cm)

DB = diameter batang (cm)

BKA = berat kering akar (g)

JD = jumlah daun (helai)

BST = berat segar total tanaman (g)

LD = luas daun (cm²)

BKT = berat kering total tanaman (g)

4.1.2 Pengaruh Faktor Macam Klon

Pada Tabel 4 tampak bahwa dari sembilan bahan tanam yang diuji terdapat tiga kelompok berdasarkan kegigasannya. Kelompok paling gigas terdiri atas K₁ (TSH 858), K₅ (GC 7) dan K₆ (Pa 300); kelompok dengan kegigasan sedang terdiri atas K₂(KWC 1) dan K₇ (Nw 6261); sedang kelompok dengan kegigasan rendah terdiri atas K₃ (ICS 13), K₄ (Sca 6), K₈ (Nic 7) dan K₉ (Sca 12).

Tabel 4 : Pengaruh faktor macam klon terhadap semua parameter pertumbuhan

Perlk.	TT	DB	JD	LD	PA	BKA	BST	BKT
K ₁	87,021 a	1,171 a	37,375 a	6557,7 a	31,933 a	6,611 a	172,068 a	49,394 a
K ₂	77,796 b	1,093 bc	35,083 ab	5241,45 bc	33,217 a	4,372 b	137,193 bc	38,167 c
K ₃	70,321 bc	0,979 d	29,167 d	4407,158 cd	30,858 a	3,31 c	108,047 def	29,591de
K ₄	63,296 d	0,896 c	29,5 d	4610,07 cd	33,983 a	3,158 c	94,9 ef	25,783 e
K ₅	91,333 a	1,103 b	33,833 b	6132,417 ab	33,083 a	4,904 b	144,874 b	40,131 bc
K ₆	89,104 a	1,111 ab	32,958 bc	6074,69 ab	32,358 a	6,877 a	169,791 a	46,863 ab
K ₇	73,321 bc	1,086 bc	30,042 cd	4442,611 cd	32,367 a	4,457 b	122,867 bcd	34,565 cd
K ₈	67,258 cd	1,03 cd	28,917 d	4439,707 cd	34,892 a	4,923 b	115,806 cde	35,523 cd
K ₉	69,063 cd	0,887 e	27,458 d	3834,491 d	32,775 a	2,723 c	92,4967 f	24,2675 e

Keterangan = Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan taraf 5%

TT = tinggi tanaman (cm)

PA = panjang akar (cm)

DB = diameter batang (cm)

BKA = berat kering akar (g)

JD = jumlah daun (helai)

BST = berat segar total tanaman (g)

LD = luas daun (cm²)

BKT = berat kering total tanaman (g)

Kegigasan pertumbuhan merupakan salah satu karakter yang diinginkan dari suatu bahan tanam di samping kecepatan mulainya berbuah, tingginya produksi, kualitas biji, *pod index*, ketahanan terhadap hama dan penyakit, serta daya adaptasinya terhadap kekeringan, genangan, angin dan tanah masam (Toxopeus *cit.* Abdoellah dkk., 1996).

4.1.3 Pengaruh Interaksi Antara Tinggi Muka Air Tanah dan Macam Klon

Dari delapan parameter pertumbuhan yang diamati, dua parameter menunjukkan adanya interaksi antara faktor tinggi muka air tanah dengan faktor macam klon, yaitu diameter batang dan berat kering akar; sedangkan parameter lain menunjukkan tidak adanya interaksi. Interaksi kedua parameter tersebut disajikan dalam Tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Diameter batang (cm) umur 140 HST pada berbagai perlakuan tinggi muka air tanah

Klon	Tinggi Muka Air Tanah		
	20 cm dari permukaan tanah	40 cm dari permukaan tanah	kontrol
K ₁	1,184 ab B	1,246 a A	1,084 a C
K ₂	1,119 bc A	1,14 bc A	1,021 abc B
K ₃	0,921 d C	1,035 d A	0,98 bc B
K ₄	0,945 d A	0,884 e B	0,858 de B
K ₅	1,139 bc A	1,158 b A	1,014 bc B
K ₆	1,161 abc A	1,139 bc A	1,033 ab B
K ₇	1,216 a A	1,084 cd B	0,959 c C
K ₈	1,115 c A	1,088 cd A	0,888 d B
K ₉	0,908 d A	0,928 e A	0,824 e B

Keterangan : * Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan taraf 5%
 * Huruf kapital berlaku untuk rerata antar kolom
 * Huruf kecil berlaku untuk rerata antar baris

Tabel 6. Berat kering akar (gr) umur 140 HST pada berbagai perlakuan tinggi muka air tanah

Klon	Tinggi Muka Air Tanah		
	20 cm dari permukaan tanah	40 cm dari permukaan tanah	kontrol
K ₁	5,51 b B	7,053 a A	7,27 a A
K ₂	3,383 de C	4,383 c B	5,35 b A
K ₃	2,078 f B	3,785 cd A	4,068 cd A
K ₄	2,73 ef B	3,16 de AB	3,585 de A
K ₅	4,293 cd B	5,618 b A	4,803 bc B
K ₆	6,675 a B	5,865 b C	8,09 a A
K ₇	4,69 bc A	4,348 c A	4,333 cd A
K ₈	5,085 bc B	5,958 b A	3,728 de C
K ₉	2,525 ef A	2,733 e A	2,913 e A

Keterangan : * Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan taraf 5%

* Huruf kapital berlaku untuk rerata antar kolom

* Huruf kecil berlaku untuk rerata antar baris

Berdasarkan parameter diameter batang, maka dapat dilakukan pengelompokan toleransi kakao terhadap tinggi muka air tanah. Kelompok bertoleransi tinggi terdiri atas K₁ (TSH 858), K₂ (KWC 1), K₅ (GC 7) dan K₆ (Pa 300); kelompok bertoleransi sedang adalah K₃ (ICS 13), K₇ (NW 6261) dan K₈ (Nic 7); serta kelompok bertoleransi rendah adalah K₄ (Sca 6) dan K₉ (Sca 12).

Berdasarkan berat kering akarnya (Tabel 6), sembilan klon yang diuji juga dapat dipilah menjadi tiga, yaitu klon bertoleransi tinggi adalah TSH 858, GC 7 dan Pa 300; kelompok bertoleransi sedang adalah KWC 1, NW 6261 dan Nic 7; serta kelompok bertoleransi rendah terdiri dari ICS 13, Sca 6 dan Sca 12.

4.2 Pembahasan

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan proses yang penting dalam kehidupan dan perkembangan suatu species. Pertumbuhan dan perkembangan berlangsung secara terus menerus sepanjang daur hidup, bergantung pada tersedianya meristem hasil asimilasi, hormon dan substansi pertumbuhan lainnya, serta lingkungan yang mendukung (Gardner, dkk., 1991).

Tinggi air tanah memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap tinggi tanaman (Tabel 3). Tinggi tanaman meningkat seiring dengan tingginya air tanah tetapi jika air tanah terlalu tinggi justru akan menghambat pertumbuhan tinggi tanaman. Dari Tabel 3. diketahui bahwa pertumbuhan tinggi tanaman yang paling baik dicapai pada tinggi air tanah 40 cm dari permukaan tanah.

Peningkatan kelengasan tanah sampai kapasitas lapang menguntungkan bagi kegiatan jasad renik dan keadaan ini menguntungkan jika temperatur tanahnya berada pada kisaran optimal (Mas'ud, 1993). Selaput lengas yang meningkat akan melarutkan senyawa-senyawa P sehingga akan mudah memasuki larutan tanah. Pupuk P bereaksi lebih cepat, membebaskan P ke dalam sistem tanah. Peningkatan lengas tanah akan meningkatkan laju difusi P ke akar dan ini berakibat pula meningkatnya laju penambahan P ke dalam larutan tanah dari bentuk P yang sebelumnya nisbi tidak tersedia. Menurut Menon dan Pandalai *cit.* Pranowo, dkk (1997) bahwa unsur P dan K secara bersama-sama mempunyai fungsi dalam pembentukan gula, tepung, lemak dan sistem protein yang pada gilirannya akan mempercepat proses pertumbuhan khususnya akar, batang dan daun yang akan berpengaruh langsung terhadap perkembangan tinggi tanaman.

Kelengasan tanah yang terlalu tinggi akan mengurangi takaran oksigen dan ini cenderung mengurangi pengangkutan P oleh akar tanaman. Oleh karena pengangkutan

ini memerlukan energi yang diperoleh dari respirasi bahan berenergi dalam akar tanaman (Mas'ud, 1993). Penggenangan tanah meningkatkan pembentukan Fe-fosfat oleh karena keadaan reduktif sistem tanah itu akan membebaskan ion besi lebih banyak. Penggenangan juga menurunkan penyerapan unsur N, P, K dan Mg tetapi meningkatkan penyerapan unsur Mn, Fe dan Zn. Nitrogen dan kalium peka terhadap pencucian (kadar air tanah berlebihan).

Macam klon juga berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman. Klon-klon yang mempunyai batang yang cukup tinggi adalah klon GC 7, Pa 300 dan TSH 585. Klon-klon ini berdasarkan penelitian terdahulu memang cukup baik dibandingkan dengan klon-klon lainnya.

Daun adalah produsen karbohidrat bagi tanaman yang diperlukan untuk penyerapan dan perubahan energi cahaya menjadi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, melalui fotosintesis.

Hasil pengamatan jumlah daun (Tabel 3) diperoleh hasil bahwa perlakuan T_2 (40 cm dari permukaan tanah) memberikan rata-rata terbaik yaitu 33,875 lembar dan berbeda nyata terhadap perlakuan T_1 (20 cm dari permukaan tanah) dengan rata-rata jumlah daun 30,53 lembar. Perlakuan T_2 juga berbeda nyata dengan perlakuan T_3 (kontrol) yang mempunyai rata-rata jumlah daun 30,375 lembar.

Hasil pengamatan luas daun diketahui bahwa perlakuan T_2 juga memberikan rata-rata luas daun terbaik yaitu 5944,92 cm². Perlakuan ini berbeda nyata dengan perlakuan T_1 dan T_3 (Tabel 3).

Tersedianya air tanah yang cukup menyebabkan penyerapan unsur hara dari tanah ke tanaman berjalan lancar, termasuk unsur hara N yang berperan penting dalam pembentukan klorofil, pembesaran dan pembelahan sel. Dengan demikian pertumbuhan daun berjalan baik. Selain itu apabila air tercukupi maka sel berada pada turgor maksimal sehingga proses fisiologis dan perkembangan sel berjalan baik.

Tinggi air tanah yang semakin meningkat juga berpengaruh tidak baik terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman, termasuk daun. Air tanah yang tinggi otomatis lengas tanahnya juga semakin meningkat. Dari hasil penelitian diketahui bahwa lengas tanah pada perlakuan T_1 adalah 66,212 %. Rata-rata jumlah dan luas

daun pada perlakuan ini lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan T_2 . Rata-rata jumlah daun pada perlakuan T_1 adalah 30,528 lembar dengan luas daun 4855,121 cm^2 (Tabel 3).

Aras air di atas kapasitas lapang menyebabkan tanaman mengalami kekurangan oksigen yang diikuti dengan peningkatan konsentrasi CO_2 , dan tingginya konsentrasi CO_2 akan diikuti dengan peningkatan aktifitas etilen. Mc. Kersie dan Leshem (1994) menyatakan bahwa pertumbuhan daun dan perpanjangan batang dapat terhambat oleh etilen. Etilen dihasilkan oleh kebanyakan jaringan tanaman dan kelihatannya terlibat dalam asosiasi dengan substansi pertumbuhan lain, dalam pengaturan proses-proses perkembangan yang luas termasuk pertumbuhan kembali setelah dormansi, pertumbuhan akar, pembesaran batang, melebarnya daun, pembungaan, pemasakan buah dan pembentukan jaringan.

Macam klon berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah dan luas daun. Dari hasil pengamatan jumlah daun, klon-klon yang mempunyai jumlah daun terbanyak adalah klon TSH 858 dan KWC 1 dengan rata-rata jumlah daun masing-masing 37,375 lembar dan 35,08 lembar (Tabel 4). Hasil pengamatan luas daun diketahui klon-klon yang mempunyai luas daun terbaik adalah klon TSH 858 dengan rata-rata luas daun 6557,7 cm^2 dan klon GC 7 dengan rata-rata luas daun 6132,42 cm^2 , juga klon Pa 300 dengan rata-rata luas daun 6074,69 cm^2 (Tabel 4).

Pada umumnya karakteristik jumlah daun diturunkan dari generasi ke generasi berikutnya, karakteristik ini dikendalikan oleh sejumlah gen tertentu dan hanya dapat diubah melalui pemuliaan atau tanaman tersebut mengalami seleksi (baik alam maupun buatan) dan evolusi. Adanya peristiwa tersebut mengakibatkan sejumlah gen yang mempengaruhi pembentukan daun juga mengalami perubahan. Diduga klon-klon tersebut di atas memang mempunyai daun yang cukup banyak, selain itu juga karena tanggapannya yang cukup baik terhadap lengas tanah sehingga pembentukan daunnya juga optimal.

Akar sebagai organ vegetatif utama pemasok air mineral dan bahan penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Gardner dkk. (1991) pertumbuhan akar yang kuat lazimnya diperlukan untuk kekuatan dan pertumbuhan

pucuk pada umumnya. Apabila akar mengalami kerusakan karena gangguan secara biologis, fisik atau mekanis dan menjadi kurang berfungsi, maka pertumbuhan pucuk juga akan kurang berfungsi.

Tabel 7. Kadar lengas tanah penelitian (%)

Perlk.	Minggu	Kedalaman tanah					Rerata
		0-10 cm	10-20cm	20-30cm	30-40cm	40-50cm	
T ₁	ke- 0	50,87	50,95	52,5	63,25	72,85	58,084
	1	55	55,5	61,5	71,5	98,8	68,46
	3	52,4	55,5	60	68,5	98,2	66,92
	6	53,4	54,8	59,5	66	95	65,74
	9	58,2	59	61,5	72,4	97	69,62
	12	56,4	57	60,7	69,8	96,9	68,16
	15	55	56,5	57,2	68	95,8	66,5
	Rerata		54,467	55,607	58,986	68,493	93,507	66,212
T ₂	0	42,15	43	43,5	43,35	67,3	47,86
	1	46,8	47	47,7	61,3	85	57,56
	3	48,4	49	51,2	59,7	87,13	59,086
	6	44,2	44,5	46,8	58,4	86,56	56,092
	9	44,3	45,6	48,1	57,5	84,8	56,06
	12	46,4	45,3	50,4	59,2	86,56	57,572
	15	47,3	47,9	51,3	60,5	90,15	59,43
	Rerata		45,65	46,043	48,429	57,136	83,929	56,237
T ₃	0	40,4	41,8	42,2	40,6	42,4	41,48
	1	37,9	39,3	36	35,6	32,4	36,24
	3	36,8	34,4	35,1	34,9	31,6	34,56
	6	40,6	39,1	42,4	41,9	40,5	40,9
	9	35,3	35,7	36,1	35,1	35,7	35,58
	12	37,2	32,6	33,4	35,1	37,5	35,16
	15	39	36,5	38	40,8	38,5	38,56
	Rerata		38,171	37,057	37,6	37,714	36,943	37,497

Keterangan : Kadar lengas kapasitas lapang berkisar antara 40 - 50 %.

Berdasarkan hasil pengamatan kadar lengas tanah penelitian (Tabel 7) ternyata akar hanya mampu tumbuh pada kadar lengas tidak lebih besar dari 50 %. Pada kadar lengas 55,507 % (kedalaman 10 - 20 cm pada perlakuan T₁), akar tidak mampu tumbuh maksimal. Hal ini dibuktikan dengan panjang akar yang terbentuk hanya sepanjang 16,619 cm (Tabel 3). Pada perlakuan T₂, akar masih mampu tumbuh sampai kedalaman 20 - 30 cm dengan panjang akar 29,984 cm, karena kadar lengas pada kedalaman ini masih dibawah 50 % yaitu 48,429 %. Perlakuan T₃ dengan kadar lengas rata-rata 37,497 % menyebabkan akar tumbuh dengan maksimal sampai sepanjang 51,975 cm.

Panjang akar primer semakin berkurang seiring dengan peningkatan kandungan air. Hal ini didukung pendapat Jumin (1989) bahwa media tanam yang mengandung air relatif sedikit mendorong pertumbuhan akar lebih panjang. Sebaliknya pada media tanam yang mengandung air lebih banyak menyebabkan pertumbuhan akar lebih pendek (Fitter dan Hay, 1991). Ini tampaknya berkaitan dengan kandungan oksigen di daerah perakaran. Menurut Connel dan Jackson *cit.* Purwantoro (1993), difusi oksigen di dalam air adalah 10.000 kali lebih lambat dibanding di udara. Hasil pengamatan berat kering menunjukkan bahwa perlakuan T₃ yang menghasilkan akar terpanjang juga menyebabkan berat kering yang dihasilkannya juga paling besar dengan rata-rata berat kering akar 4,904 gr (Tabel 3). Di daerah lembab, tanaman tidak membutuhkan sistem perakaran yang dalam dan yang tersebar luas untuk pengambilan air, sebab air tanah cukup tersedia dan seluruh air yang diperlukan untuk transpirasi dapat disuplai oleh volume tanah yang relatif sedikit. Lain halnya dengan tanaman yang tumbuh di media yang mengandung air relatif sedikit, tanaman cenderung memanjangkan akarnya untuk memperoleh air untuk keperluan pucuk. Dengan terbentuknya akar-akar yang baru maka volume total akar akan semakin besar. Bertambahnya volume akar total dan panjang akar tunggang menyebabkan berat kering akar bertambah.

Berat kering akar juga dipengaruhi oleh macam klon. Klon Pa 300 dan TSH 858 merupakan klon-klon yang menghasilkan berat kering akar yang lebih berat dibandingkan dengan klon-klon lainnya dengan rata-rata berat kering masing-masing 6,87 gr dan 6,61 gr. Hasil ini berbeda nyata dengan berat kering klon-klon yang lain.

Sedangkan interaksi antara tinggi muka air tanah dan macam klon berpengaruh nyata terhadap berat kering akar. Interaksi terbaik adalah perlakuan T_3K_6 (kontrol dan klon Pa 300), T_3K_1 (kontrol dan klon TSH 858), T_2K_1 (40 cm dari permukaan tanah dan klon TSH 858) dan T_1K_6 (20 cm dari permukaan tanah dan klon Pa 300) dengan berat kering akar berturut-turut adalah 8,09 gr, 7,27 gr, 7,05 gr dan 6,675 gr (Tabel 5).

Hasil pengamatan anatomis akar menunjukkan bahwa antara akar yang mendapat perlakuan penggenangan dan yang tidak digenangi hampir tidak terdapat perbedaan yang mencolok baik dalam hal ukuran sel maupun strukturnya. Seharusnya pada akar yang digenangi terdapat perubahan-perubahan seperti semakin sedikitnya mitokondria tetapi ukurannya semakin membesar. Selain itu terbentuk juga aerenchyma yaitu rongga udara yang berhubungan dengan cortex. Pada pengamatan yang dilakukan tidak ditemui kedua hal tersebut, diduga karena keduanya memang hanya terdapat di dalam sel sehingga hampir tidak terlihat walaupun sudah menggunakan mikroskop. Waktu penelitian yang relatif singkat juga dapat menjadi penyebab tidak adanya perbedaan anatomis pada akar yang digenangi dan yang tidak digenangi.

Jumlah daun dan luas daun mempunyai hubungan positif yang nyata dengan laju pertumbuhan tanaman. Semakin besar ukuran daun sehingga dapat menangkap cahaya matahari semakin banyak, menyebabkan tanaman tumbuh semakin cepat. Perlakuan T_2 dengan jumlah dan luas daun terbaik juga menghasilkan berat segar terberat dengan rata-rata berat segar 152,2044 gr disusul oleh perlakuan T_1 dan T_3 dengan rata-rata berat segar masing-masing 125,5097 gr dan 108,2997 gr (Tabel 3).

Hakim dkk. (1989) menyatakan bahwa jika air tersedia cukup, kelembaban tanah tetap terjaga, O_2 dalam tanah cukup tersedia dan tegangan air cukup rendah sehingga memudahkan absorpsi air, sehingga laju fotosintesis tanaman tersebut meningkat. Perlakuan T_3 memberikan hasil terkecil. Diduga dengan rendahnya kandungan air tanah dapat menghambat proses translokasi fotosintat. Jumin (1989) menyatakan bahwa cekaman air menunjukkan pengaruhnya melalui terhambatnya proses translokasi hasil fotosintesis dan unsur hara dari sel ke sel dari organ ke organ. Pengaruh tidak langsung terhadap produksi adalah berkurangnya penyerapan hara oleh tanaman. Rendahnya penyerapan unsur hara berarti laju sintesis bahan kering (antara

lain protein) juga rendah. Hal ini berarti hasil akhir yang diperoleh rendah. Berat kering tanaman pada perlakuan T_2 juga paling baik disusul oleh perlakuan T_1 dan T_3 dengan berat kering masing-masing 41,745 gr, 35,141 gr dan 31,208 gr (Tabel 3). Beberapa ahli tanah umumnya mendefinisikan pertumbuhan sebagai peningkatan berat kering. Peningkatan berat kering pada umumnya digunakan sebagai petunjuk yang memberikan ciri pertumbuhan, karena biasanya mempunyai kepentingan ekonomi yang besar. Berat segar kurang bermanfaat karena angkanya berfluktuasi tergantung pada keadaan kelembaban tanaman (Gardner, dkk., 1991). Paling sedikit 90% berat kering tanaman adalah hasil proses fotosintesis. Nisbah berat kering organ tanaman menunjukkan pembagian hasil-hasil di antara bagian-bagian yang berlainan dalam tanaman.

Walaupun akar suatu tanaman berkembang dengan baik ternyata belum tentu bagian pucuknya juga berkembang baik. Hal ini dapat terlihat dari perlakuan T_3 yang menghasilkan akar terpanjang dan terberat ternyata malah menghasilkan berat segar dan berat kering total tanamannya paling rendah di antara perlakuan lainnya. Begitu juga dengan berat pucuknya. Berat bagian pucuk perlakuan T_3 lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan T_1 dan T_2 . Hal ini diduga karena pada perlakuan T_3 , tanaman lebih banyak menggunakan energi dan substansi pertumbuhannya untuk membentuk akar untuk memperoleh kebutuhannya akan air. Awal pertumbuhan tanaman merupakan fase vegetatif di mana tanaman akan membentuk organ-organ vegetatifnya antara lain akar dan pucuk. Energi dan substansi yang lebih banyak digunakan untuk membentuk akar itu menyebabkan pertumbuhan pucuknya berkurang.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tinggi muka air tanah 40 cm dari permukaan tanah menunjukkan pengaruh yang paling baik secara tunggal terhadap pertumbuhan bibit kakao dibandingkan tinggi air tanah 20 cm dari permukaan tanah dan kontrol.
2. Berdasarkan kegigasannya, sembilan bahan tanam yang diuji dapat dikelompokkan menjadi tiga. Kelompok dengan kegigasan tinggi adalah TSH 858, GC 7 dan Pa 300; kelompok dengan kegigasan sedang terdiri atas KWC 1, ICS 13, NW 6261 dan Nic 7; sedang kelompok dengan kegigasan rendah terdiri atas Sca 6 dan Sca 12.
3. Terdapat dua parameter pertumbuhan yaitu diameter batang dan berat kering akar yang interaksinya nyata antara tinggi muka air tanah dan macam klon.
4. Berdasarkan parameter diameter batang, maka dapat dilakukan pengelompokan toleransi kakao terhadap tinggi muka air tanah. Kelompok bertoleransi tinggi terdiri atas TSH 858, KWC 1, GC 7 dan Pa 300; kelompok bertoleransi sedang adalah ICS 13, NW 6261 dan Nic 7; serta kelompok bertoleransi rendah adalah Sca 6 dan Sca 12.
5. Berdasarkan berat kering akarnya sembilan klon yang diuji juga dapat dipilah menjadi tiga, yaitu klon bertoleransi tinggi adalah TSH 858, GC 7 dan Pa 300; kelompok bertoleransi sedang adalah KWC 1, NW 6261 dan Nic 7; serta kelompok bertoleransi rendah terdiri dari ICS 13, Sca 6 dan Sca 12.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap bibit klon-klon yang diperkirakan toleran terhadap air tanah tinggi dengan waktu penelitian yang lebih lama sehingga diperoleh klon-klon yang benar-benar toleran terhadap air tanah tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoellah, S. dan Adi Prawoto, 1990, Variabilitas Penyerapan Unsur Hara pada Beberapa Kultivar Kakao, *Pelita Perkebunan* 6(2): p52 - 57.
- , 1991, Persyaratan Tumbuh Yang Ideal Untuk Tanaman Kakao, *Bahan Penataran Budidaya dan Pengolahan Kakao*, Pusat Penelitian Perkebunan, Jember : p1 - 9.
- , Sudarsianto dan Sikusno, 1996, Tanggapan Bibit Kakao Lindak Terhadap Lengas Tanah Tersedia, *Pelita Perkebunan* 12 (3): p127 - 136.
- Direktorat Jenderal Perkebunan, 1989, *Statistika Perkebunan Indonesia Tahun 1984 - 1989*, Direktorat Jenderal Perkebunan Departemen Pertanian, Jakarta : 102p.
- Dwidjoseputro D., 1993, *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*, Gramedia, Jakarta : 232p.
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay, 1981, *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta : 421p.
- Gardner, F.P., R. Brent Pearce dan Roger L. Mitchell, 1991, *Fisiologi Tanaman Budidaya*, Indonesia University Press, Jakarta: 428p.
- Gasperz V., 1991, *Metode Perancangan Percobaan*, C.V. Armico, Bandung : 472p
- Hakim, N., M. Yusuf Nyakpa, A.M. Lubis, Sutopo Ghani Nugroho, M. Rusdi Saul, M. Amin Diha, Go Ban Hong dan H.H. Bailey, 1989, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*, Universitas Lampung, Lampung: 488p.
- Hardjono, A., Tuti, Warsito dan H. Widiastuti, 1991, Respon Bibit Kakao Mulia dan Lindak pada Tanah Masam Terhadap Pengapuran, *Menara Perkebunan* 59 (1) : p7 - 11.
- Iswanto, A., dan H. Winarno, 1993, Usaha Mempertahankan Keunggulan Kakao Mulia Melalui Pemanfaatan Bahan Tanaman, *Prosiding Lokakarya Kakao Mulia*, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao: p44 - 50.
- , 1998, Peranan Bahan Tanam Unggul dan Upaya Pemuliaannya, *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao* 14 (3), p250 - 256.
- Jumin, H.S., 1989, *Ekologi Tanaman*, Rajawali Pers, Jakarta : 161p.
- Leiwakabessy, F.M., 1988, *Kesuburan Tanah*, Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian IPB, Bandung : 142p.
- Martadinata, G., 1991, Tinjauan Produksi dan Eksport Kakao Indonesia Tahun 1970 - 1990, *Pelita Perkebunan* 6 (4) : p117 - 123.
- Mas'ud, Poerwowidodo., 1993, *Telaah Kesuburan Tanah*, Angkasa, Bandung, 275p.
- Mc. Kersie, Bryan D. & Leshem, Ya'acov Y., 1994, *Stress and Stress Coping in Cultivated Plants*, Kluwer Academic Publishers, London, 256p.

- Munandar, Denna E., Soetanto Abdoellah, Djoko Muljanto, Soeprapto Soekodarmodjo dan Azwar Maas, 1995, Pengaruh Bahan Organik dan Potensial Air Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao, *Pelita Perkebunan* 11(3), p168 - 180.
- Poelongan, 1990, Kriteria dan Evaluasi Kesesuaian Lahan Kakao Lindak, *Buletin Perkebunan* 21(2) : p72 - 84.
- Pranowo, Diby, David Allolering, Zainal, Mahmud dan Maman Herman, 1997, Pengaruh Tinggi Aras Air Tanah dan Pemupukan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kelapa Khina pada Gambut Lahan Pasang Surut, *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* II (3): p103 - 113.
- Frawoto, A. dan Hendro Winarno, 1995, Teknis Pembangunan Kebun Entres Kakao, *Warta Pusat Penelitian Kopi Kakao* 11(2) : p82 - 89.
- dan Winarsih, 1992, Botani Tanaman Kakao, *Kumpulan Bahan Pelatihan Teknik Budidaya dan Pengolahan Kakao*, Pusat Penelitian Perkebunan, Jember : p1 -40.
- Pujiyanto, Pudji Rahardjo dan Soedarsono, 1995, Upaya Peningkatan Produktivitas dan Mutu Kakao Lindak Indonesia Melalui Klonalisasi, *Warta Pusat penelitian Kopi Kakao* 11(2) : p61 - 68.
- Purwantoro, Didik I.A., 1993, Tanggapan Dua Kultivar Kedelai Terhadap Kedalaman Muka Air dari Permukaan Tanah dalam Sistem Genangan Terkendali, *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Perguruan Tinggi*, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan; p106 - 123.
- Rismunandar, 1984, *Air, Fungsi dan Kegunaannya Bagi Pertanian*, Sinar Baru, Bandung : 99p.
- Siregar, T.H.S., Slamet Riyadi dan Laeli Nuraeni, 1988, *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Cokelat*, Penebar Swadaya, Jakarta : 170p.
- Soedarsono, 1997, Respon Fisiologis Tanaman Kakao Terhadap Cekaman Air, *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao* 13(2), p96 - 109.
- Soemodiharjo, Idha Haryanto, 1989, *Pengembangan Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut di Indonesia*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan RI Universitas Jember, Jember : 40p.
- Suhendi, Dedy, Arief Iswanto dan Hendro Winarno, 1998, Pengenalan Klon Unggul Kakao, *Kumpulan Materi Pelatihan Manajemen Pembibitan Kopi dan Kakao*, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember, p1 - 8.
- Sunanto, Hatta, 1992, *Cokelat, Budidaya, Pengolahan Hasil dan Aspek Ekonominya*, Kanisius, Yogyakarta : 130p.
- Susanto, F.X., 1994, *Tanaman Kakao, Budidaya dan Pengolahan Hasil*, Kanisius, Yogyakarta : 183p.

- Tjitrosoepomo, 1993, *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*, Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta : 477p.
- Vine, H., H.A. Thompson & F. Hardy, 1943, Studies on Aeration of Cocoa Soils in Trinidad (III), *Tropical Agriculture XX*: p13 - 24.
- Wibawa, A., 1991, Persyaratan Tumbuh Kakao, *Kumpulan Bahan Pelatihan Teknik Budidaya dan Pengolahan Kakao*, Pusat Penelitian Perkebunan, Jember : p1 - 9.
- , 1992, Pengaruh Mulsa dan Periode Penyiraman Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao Lindak, *Pelita Perkebunan 8(1)*, Pusat Penelitian Perkebunan, Jember : p12 - 16.
- Winarno, H., 1994, Kebun Benih dan Pemeliharaan Kemurniannya, *Pelatihan dan Pemrosesan Benih Kakao*, Pusat Penelitian Kopi Kakao, Jember : 1 -9p.
- , 1995, Klon-Klon Unggul Untuk Mendukung Klonalisasi Kakao Lindak, *Warta Pusat Penelitian Kopi Kakao 11(2)* : p77 - 81.
- Winaryo dan Soenaryo, 1990, Potensi Pengembangan Kakao dan Teknik Budidayanya, *Prosiding Temu Tugas Perkebunan Dalam Lingkup Propinsi Sumbar, Riau dan Jambi, Bukit Tinggi* : p151 - 166.
- Wood, G.A.R., 1975, *Cocoa*, Previous editions by D.H.Urguhart, Longman, London :292p.

Tabel Lampiran 1a. Data rata-rata tinggi tanaman (cm)

Perlk	Umur (HST)								
	28	42	56	70	84	98	112	126	140
T1K1	22.063	26.65	32.9625	42.475	48.475	59.825	64.988	74.525	80.9375
T1K2	20.738	24.013	32.0875	36.7375	46.088	51.575	61.1	64.038	77
T1K3	17.675	18.563	24.175	30.6	38.125	43.825	50.325	57.125	68.9
T1K4	16.838	19.35	24.1125	28.15	33.363	40.075	46.75	52	58.375
T1K5	22.425	26.138	33.45	41.5875	47.15	61.375	66.738	77.063	85
T1K6	20.975	24.738	33.2875	42.2375	48.575	63.5125	70.225	82.25	92.825
T1K7	17.413	19.375	23.2875	31.05	38.65	48.7125	56.15	61.263	72.3375
T1K8	18.525	21.4	27.25	34.1125	40.913	49.5375	57.088	63.913	71.875
T1K9	15.875	18.8	24.1375	28.6125	35.788	40.75	50.725	57.788	70.5625
T2K1	21.338	25.738	32.625	41.1125	49.025	60.2	68.138	79.263	93.0625
T2K2	19.363	22.738	28.5125	36.9125	44.338	50.5375	57.675	64.75	77.325
T2K3	17.925	20.3	28.425	27.175	39.063	43.9875	53.888	58.175	74.5
T2K4	16.45	17.95	22.825	27.35	32.488	40.15	47.088	55.363	69.6375
T2K5	22.413	27.988	31.3375	46.05	52.713	66.05	74.125	90.738	106.438
T2K6	22.788	26.175	33.9875	40.5375	47.588	59.6875	69.675	80.1	91.55
T2K7	16.875	18.963	24.85	29.025	39.513	48.4125	58.275	67.075	82.8125
T2K8	18.988	21.625	27.8	32.8625	40.713	49.1125	55.338	62.875	71.2125
T2K9	15.575	17.788	22.625	28.7375	34.8	47.525	52.863	64.638	74.125
T3K1	23.588	27.288	35.8875	43.2	47.55	59.025	62.975	79.15	87.0625
T3K2	21.063	23.625	30.575	38.025	44.688	53.25	59.225	69.075	79.0625
T3K3	18.863	20.275	25.5625	28.6875	38.425	41.8375	51.675	56.338	67.5625
T3K4	18.563	19.8	23.6375	27.55	34.475	40.175	46.475	54.475	61.875
T3K5	21.713	24.588	29.4875	36.7625	42.125	51.675	57.95	72.513	82.5625
T3K6	22.5	25.8	31.15	38.875	44.963	52.5625	60.3	71.288	82.9375
T3K7	17.375	19.125	23.8875	29.05	34.1	42.4125	46.925	55.125	64.8125
T3K8	20.6	22.113	26.4125	29.9125	36.363	39.55	44.725	48.9	58.6875
T3K9	16.65	19.213	23.525	26.6875	34.7	37.1	45.05	51.075	62.5

Tabel Lampiran 1c. Data rata-rata tinggi tanaman umur 140 HST

Perlakuan	Blok				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
T1K1	76.25	86.25	90.5	70.75	323.75	80.9375
T1K2	89.5	78.75	68.75	71	308	77
T1K3	64.1	77.25	77.25	57	275.6	68.9
T1K4	54	62.5	65	52	233.5	58.375
T1K5	100	92.5	81.25	66.25	340	85
T1K6	84.05	110.75	88.5	88	371.3	92.825
T1K7	74.6	84	55.5	75.25	289.35	72.3375
T1K8	79.5	71.75	64	72.25	287.5	71.875
T1K9	56	74	77.75	74.5	282.25	70.5625
T2K1	84.5	108.75	84.75	94.25	372.25	93.0625
T2K2	81.3	70.25	83.25	74.5	309.3	77.325
T2K3	58.5	90	84	65.5	298	74.5
T2K4	68.3	78	74.25	58	278.55	69.6375
T2K5	117.25	109.75	96	102.75	425.75	106.4375
T2K6	81.7	103.75	88.25	92.5	366.2	91.55
T2K7	86.25	86.75	87.5	70.75	331.25	82.8125
T2K8	70.1	79.5	76	59.25	284.85	71.2125
T2K9	70.5	79.25	76.25	70.5	296.5	74.125
T3K1	97.5	92.75	82.75	75.25	348.25	87.0625
T3K2	76	80.5	74.5	85.25	316.25	79.0625
T3K3	64.5	64.75	62.25	78.75	270.25	67.5625
T3K4	61.5	72.5	53.5	60	247.5	61.875
T3K5	71.75	89.75	82	86.75	330.25	82.5625
T3K6	80	87.25	90.5	74	331.75	82.9375
T3K7	57.75	60.75	69.25	71.5	259.25	64.8125
T3K8	54.75	69	46	65	234.75	58.6875
T3K9	67.75	72.75	55.25	54.25	250	62.5
Jumlah	2027.9	2233.75	2034.75	1965.75	8262.15	
Rata-rata	75.10741	82.73148	75.36111	72.80556		76.50139

Tabel Lampiran 1d. Sidik ragam tinggi tanaman

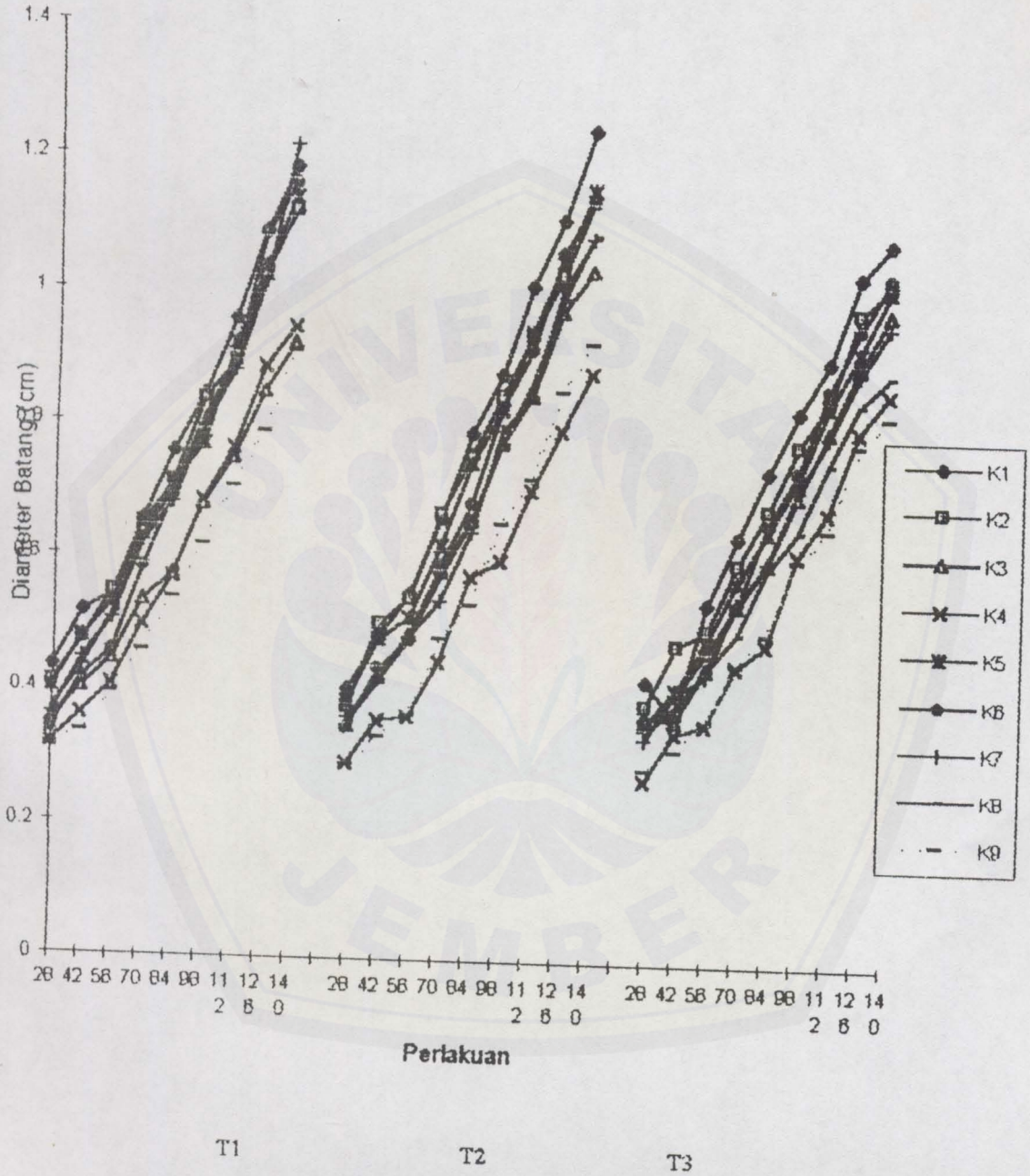
JK	dB	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Blok	3	1504.35	501.4499	7.06483 **	2.724	4.048
Perlakuan	26	13924.87	535.5719	7.54557 **	1.624	1.992
Faktor T	2	2023.207	1011.603	14.25229 **	3.114	4.888
Faktor K	8	10255.49	1281.936	18.06095 **	2.054	2.746
Interaksi	16	1646.175	102.886	1.44954 ns	1.774	2.248
Galat	78	5536.308	70.97831			
Total	107	20965.53				

Keterangan ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata

Tabel Lampiran 2a. Data rata-rata diameter batang (cm)

Perik	Umur (HST)								
	28	42	56	70	84	98	112	126	1
T1K1	0.43375	0.515	0.54	0.65375	0.75625	0.8425	0.955	1.08875	1.183
T1K2	0.4075	0.4725	0.54625	0.6375	0.71125	0.83625	0.8925	1.025	1.118
T1K3	0.35375	0.40125	0.445	0.5325	0.57375	0.67625	0.74625	0.84625	0.921
T1K4	0.3175	0.36	0.40625	0.4975	0.5675	0.68125	0.76125	0.885	0.9
T1K5	0.40125	0.4775	0.5275	0.6475	0.70625	0.76625	0.91875	1.035	1.138
T1K6	0.3375	0.4175	0.45625	0.58125	0.68875	0.79125	0.8975	1.0825	1.161
T1K7	0.36125	0.445	0.505	0.62	0.6775	0.795	0.8775	1.0125	1.216
T1K8	0.3675	0.4325	0.51125	0.62875	0.695	0.80875	0.895	1.0325	1.1
T1K9	0.31375	0.33375	0.39375	0.45625	0.53625	0.61625	0.70375	0.7875	0.908
T2K1	0.40625	0.4825	0.54875	0.66125	0.79125	0.88	1.01125	1.1125	1.246
T2K2	0.37875	0.50375	0.5425	0.66875	0.7575	0.8475	0.93875	1.02875	1.
T2K3	0.35	0.42375	0.4875	0.59	0.6575	0.77625	0.8475	0.97375	1.0
T2K4	0.29375	0.35875	0.365	0.4475	0.5775	0.6	0.70625	0.79625	0.883
T2K5	0.3875	0.48	0.5125	0.6225	0.745	0.8275	0.94375	1.05	1.15
T2K6	0.34625	0.43625	0.4775	0.5925	0.68375	0.83	0.91625	1.0625	1.138
T2K7	0.3625	0.42	0.485	0.53875	0.6425	0.795	0.8475	1.00875	1.083
T2K8	0.35375	0.4175	0.48	0.575	0.65875	0.775	0.8675	0.9925	1.08
T2K9	0.29125	0.33375	0.36625	0.4825	0.53375	0.655	0.72125	0.85375	0.92
T3K1	0.425	0.37375	0.5425	0.6425	0.74	0.83125	0.9075	1.03375	1.083
T3K2	0.38875	0.47875	0.5025	0.60125	0.6825	0.78	0.8475	0.97875	1.021
T3K3	0.37125	0.36625	0.44625	0.54125	0.60375	0.70375	0.80125	0.90125	0.9
T3K4	0.27625	0.3475	0.36	0.45	0.4825	0.61625	0.68	0.80375	0.858
T3K5	0.36	0.41375	0.48625	0.57625	0.65125	0.72875	0.84	0.92375	1.013
T3K6	0.35875	0.405	0.47	0.54	0.66125	0.74125	0.865	0.955	1.03
T3K7	0.3375	0.40875	0.435	0.54625	0.605	0.7125	0.79375	0.88875	0.958
T3K8	0.3475	0.38875	0.445	0.4975	0.595	0.65125	0.7525	0.84375	0.88
T3K9	0.29125	0.32125	0.365	0.45125	0.49625	0.60875	0.65375	0.78125	0.823

Tabel Lampiran 2b. Grafik pertumbuhan diameter batang (cm)



Tabel Lampiran 2c. Data rata-rata diameter batang umur 140 HST

Perlakuan	Blok				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
T1K1	1.24	1.17	1.25	1.075	4.735	1.18375
T1K2	1.165	1.145	1.09	1.075	4.475	1.11875
T1K3	0.95	0.945	0.8	0.99	3.685	0.92125
T1K4	0.98	0.925	0.895	0.98	3.78	0.945
T1K5	1.215	1.1	1.21	1.03	4.555	1.13875
T1K6	1.215	1.17	1.09	1.17	4.645	1.16125
T1K7	1.215	1.15	1.36	1.14	4.865	1.21625
T1K8	1.115	1.145	1.095	1.105	4.46	1.115
T1K9	0.865	1.01	0.845	0.915	3.635	0.90875
T2K1	1.305	1.36	1.075	1.245	4.985	1.24625
T2K2	1.225	1.12	1.06	1.155	4.56	1.14
T2K3	1.05	1.035	1.11	0.945	4.14	1.035
T2K4	0.915	0.85	0.915	0.855	3.535	0.88375
T2K5	1.24	1.06	1.13	1.2	4.63	1.1575
T2K6	1.2	1.17	0.955	1.23	4.555	1.13875
T2K7	1.14	1.105	1.1	0.99	4.335	1.08375
T2K8	1.02	1.205	1.185	0.94	4.35	1.0875
T2K9	0.98	0.91	0.945	0.875	3.71	0.9275
T3K1	1.135	1.08	1.065	1.055	4.335	1.08375
T3K2	1.025	0.99	1.04	1.03	4.085	1.02125
T3K3	1.025	0.925	0.995	0.975	3.92	0.98
T3K4	0.925	0.925	0.785	0.8	3.435	0.85875
T3K5	0.93	0.985	1.025	1.115	4.055	1.01375
T3K6	1.12	1.04	1.015	0.955	4.13	1.0325
T3K7	0.985	0.905	0.965	0.98	3.835	0.95875
T3K8	0.93	0.875	0.805	0.94	3.55	0.8875
T3K9	0.92	0.785	0.76	0.83	3.295	0.82375
Jumlah	29.03	28.085	27.565	27.595	112.275	
Rata-rata	1.075185	1.040185	1.020926	1.022037		1.039583

Tabel Lampiran 2d Sidik ragam diameter batang

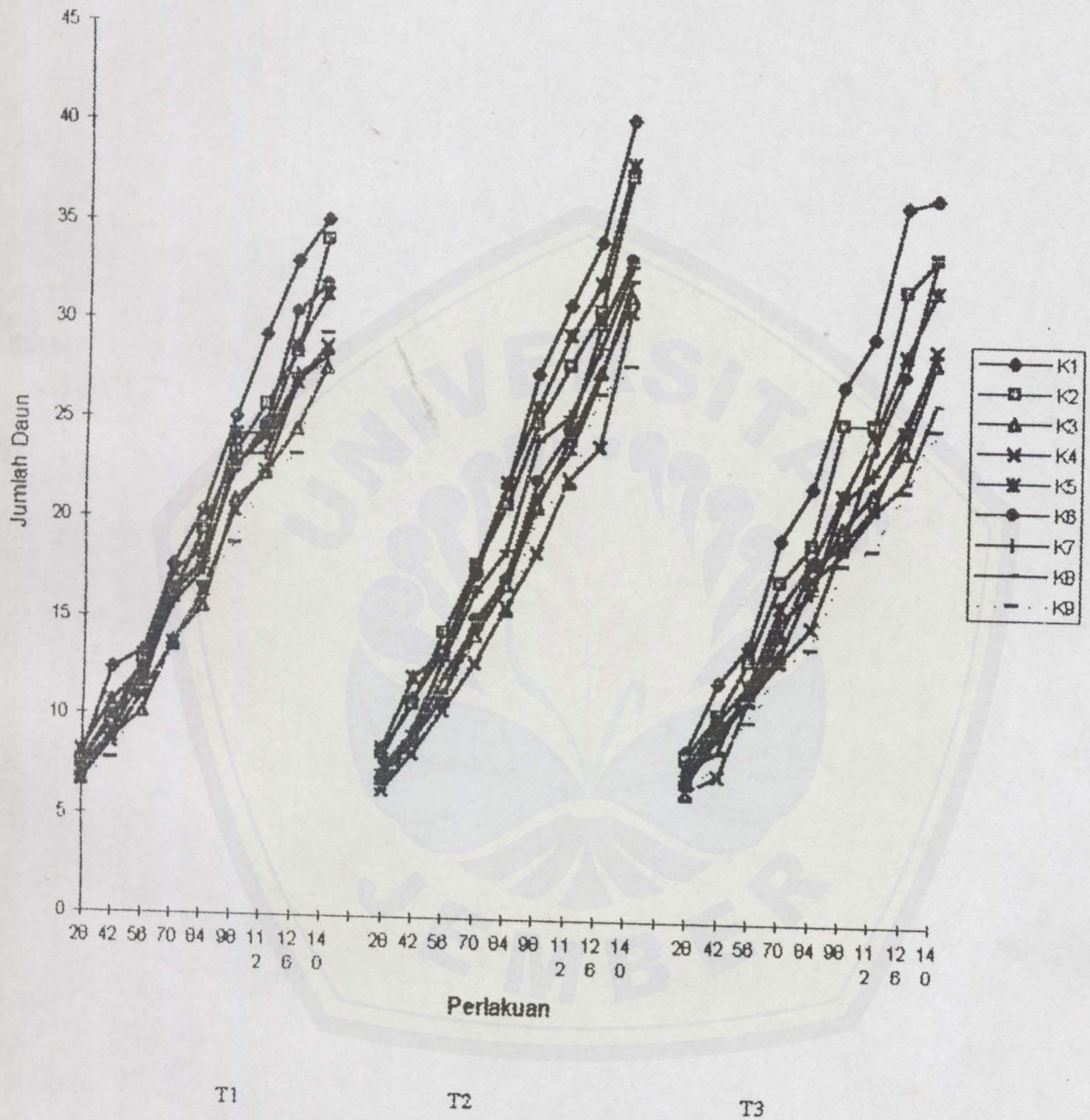
SK	dB	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Blok	3	0.05194	0.01731	3.52525 *	2.724	4.048
Perlakuan	26	1.44721	0.05566	11.3329 **	1.624	1.992
Faktor T	2	0.32319	0.1616	32.90137 **	3.114	4.888
Faktor K	8	0.9526	0.11908	24.24401 **	2.054	2.746
Interaksi	16	0.17142	0.01071	2.18128 *	1.774	2.248
Galat	78	0.3831	0.00491			
Total	107	1.86226				

Keterangan ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata

Tabel Lampiran 3a. Data rata-rata jumlah daun (lembar)

Perik	Umur (H S T)								
	28	42	56	70	84	98	112	126	140
T1K1	7.75	12.375	13.25	17.625	20.375	25.125	29.25	33	35.125
T1K2	7.5	9.625	12.75	16.125	19.375	23.375	25.75	28.375	34.125
T1K3	6.75	8.75	10.125	13.75	15.5	20.875	22.25	24.5	27.625
T1K4	6.625	8.625	11	13.625	16.25	20.375	22.375	26.875	28.75
T1K5	8.125	10.625	12.375	17.25	18.375	24.25	24.25	28.75	31.375
T1K6	7.25	9.875	11.25	16.375	17.75	22.5	24.75	30.5	31.875
T1K7	7.25	8.875	11.875	15.625	17.375	23.125	23.25	27.25	28.25
T1K8	7.5	9.875	12	16.125	17.75	22.625	24.125	27	28.25
T1K9	6.75	7.75	11	13.25	16.625	18.75	22.25	23.25	29.375
T2K1	8	11	13.375	17.375	21.875	27.5	31	34.25	40.375
T2K2	8.25	10.75	14.375	17.875	20.875	25	28	30.75	37.5
T2K3	7.25	9	11.25	14.25	16.875	20.875	24.25	27.625	31.5
T2K4	6.375	8.25	10.5	12.875	15.75	18.5	22.25	23.875	30.75
T2K5	8.5	12.125	13.375	17.875	22	25.875	29.5	32.125	38.125
T2K6	6.5	8.875	11.125	15.125	17.125	22.125	24.75	30	33.375
T2K7	7.375	9.375	13	16.5	18.625	24.125	25.375	28.875	33
T2K8	7.125	9	12.125	14.75	17.375	21.375	23.5	27.375	32.25
T2K9	6.875	8.625	10.625	14.5	15.25	20.5	21.75	26.5	28
T3K1	8.625	12.125	14	19.375	22	27.125	29.625	36.25	36.625
T3K2	8.375	10.5	13.25	17.25	19.125	25.25	25.25	32	33.625
T3K3	7.25	9.75	11.375	13.5	17.25	20	21.75	23.875	28.375
T3K4	6.625	7.375	11.25	13.25	15	19.25	21	24.875	29
T3K5	7.75	10.25	12	16	18.25	21.625	24.625	28.75	32
T3K6	6.875	9.5	11.25	14.5	18.125	19.125	24	27.75	33.625
T3K7	7.125	9.375	11.375	15.25	16.75	21.375	22.75	25.25	28.875
T3K8	7.75	8.625	12.25	13.375	17.375	18.75	20.75	22.375	26.25
T3K9	6.125	8.5	10.125	13	13.875	18.125	18.875	21.875	25

Label Lampiran 3b. Grafik pertumbuhan jumlah daun



Tabel Lampiran 3c. Data rata-rata jumlah daun umur 140 HST

Perlakuan	Blok				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
T1K1	34.5	39	37.5	29.5	140.5	35.125
T1K2	37	33.5	34.5	31.5	136.5	34.125
T1K3	26	26.5	28.5	29.5	110.5	27.625
T1K4	27.5	29	30.5	28	115	28.75
T1K5	36	32	32.5	25	125.5	31.375
T1K6	34.5	33	30.5	29.5	127.5	31.875
T1K7	31.5	31	25	25.5	113	28.25
T1K8	30	26.5	23.5	33	113	28.25
T1K9	28.5	30.5	29.5	29	117.5	29.375
T2K1	40	47	35.5	39	161.5	40.375
T2K2	43.5	32	39	35.5	150	37.5
T2K3	29.5	34	35	27.5	126	31.5
T2K4	29.5	34.5	29.5	29.5	123	30.75
T2K5	43.5	41.5	34.5	33	152.5	38.125
T2K6	34.5	38.5	26.5	34	133.5	33.375
T2K7	33.5	36	33	29.5	132	33
T2K8	30.5	34.5	29	35	129	32.25
T2K9	27	29.5	27	28.5	112	28
T3K1	34.5	42	36	34	146.5	36.625
T3K2	29.5	35	34.5	35.5	134.5	33.625
T3K3	24	30	29	30.5	113.5	28.375
T3K4	28	29	25	34	116	29
T3K5	30.5	34	32.5	31	128	32
T3K6	32.5	31.5	33	37.5	134.5	33.625
T3K7	26.5	26.5	29.5	33	115.5	28.875
T3K8	26	30.5	21.5	27	105	26.25
T3K9	27	27.5	21.5	24	100	25
Jumlah	855.5	894.5	823.5	838.5	3412	
Rata-rata	31.6852	33.1296	30.5	31.0556		31.5926

Tabel Lampiran 3d. Sidik ragam jumlah daun

SK	dB	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Blok	3	104.037	34.67901	3.34736 *		
Perlakuan	26	1496.949	57.57496	5.55737 **	2.724	4.048
Faktor T	2	281.7269	140.8634	13.59672 **	1.624	1.992
Faktor K	8	1073.157	134.1447	12.9482 **	3.114	4.888
Interaksi	16	142.0648	8.87905	0.85704 ns	2.054	2.746
Galat	78	808.088	10.3601		1.774	2.248
Total	107	2409.074				

Keterangan ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata

Tabel Lampiran 4a. Data rata-rata luas daun (cm²)

Perlakuan	Blok				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
T1K1	6321.56	6218.3	6610.41	5155.17	24305.4	6076.36
T1K2	5052.83	5049.41	4376.61	4181.45	18660.3	4665.07
T1K3	3990.09	4564.5	6064.97	2899.61	17519.2	4379.8
T1K4	4441.93	4474.01	3039.67	4383.96	16339.6	4084.89
T1K5	4971.79	4415.79	13333.5	4211.45	26932.6	6733.14
T1K6	6131.85	3554.91	5871.73	6416.83	21975.3	5493.83
T1K7	4015.33	5219.39	3240.91	4223.15	16698.8	4174.7
T1K8	4571.18	3554.91	3665.56	5279.11	17070.8	4267.69
T1K9	3052.07	4644.9	3325.44	4260.05	15282.5	3820.61
T2K1	7603.94	8744	6743.32	7080.87	30172.1	7543.03
T2K2	7423.11	3582.33	8002.87	5565.62	24573.9	6143.48
T2K3	3205.27	5161.77	7584	4403.42	20354.5	5088.61
T2K4	5533.16	7191.17	5100.98	5160.61	22985.9	5746.48
T2K5	7129.12	5908.05	5692.6	6291.75	25021.5	6255.38
T2K6	5719.81	9325.11	5830.46	7330.03	28205.4	7051.35
T2K7	5694.47	4786.29	5743.64	5222.07	21446.5	5361.62
T2K8	5895.67	6667.59	6162.82	4774.91	23501	5875.25
T2K9	4128.89	3646.2	5213.84	4767.35	17756.3	4439.07
T3K1	5916.7	6565.64	5792.01	5940.49	24214.8	6053.71
T3K2	5211.7	5416.37	4481.65	4553.51	19663.2	4915.8
T3K3	2837.88	3717.14	3612.12	4845.13	15012.3	3753.07
T3K4	4526.4	4897.87	3200.82	3370.24	15995.3	3998.83
T3K5	4372.33	6212.71	5259.66	5790.23	21634.9	5408.73
T3K6	5717.44	5551.02	6354.1	5093	22715.6	5678.89
T3K7	3912.22	3910.02	3780.67	3563.16	15166.1	3791.52
T3K8	3285.34	3558.01	2475.73	3385.58	12704.7	3176.17
T3K9	4053.68	3292.57	2665.8	2963.11	12975.1	3243.79
Jumlah	134716	139830	143226	131112	548883	
Rata-rata	4989.47	5178.89	5304.66	4855.99		5082.25

Tabel Lampiran 4b. Sidik ragam luas daun

SK	dB	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Blok	3	3202353.59	1067451.2	0.66401 ns	2.724	4.048
Perlakuan	26	142699447.1	5488440.3	3.41412 **	1.624	1.992
Faktor T	2	43188545.56	21594273	13.43285 **	3.114	4.888
Faktor K	8	88172401.89	11021550	6.85602 **	2.054	2.746
Interaksi	16	11338499.6	708656.23	0.44082 ns	1.774	2.248
Galat	78	125390651.9	1607572.5			
Total	107	271292452.6				
Keterangan **		Berbeda sangat nyata				
*		Berbeda nyata				
ns		Berbeda tidak nyata				

Tabel Lampiran 5a. Data rata-rata panjang akar (cm)

Perlakuan	Blok				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
T1K1	15.5	18.5	14.5	12.5	61	15.25
T1K2	18.5	16.5	20.5	18.5	74	18.5
T1K3	14	15	16.5	17	62.5	15.625
T1K4	16	12.5	15.2	17.3	61	15.25
T1K5	14	14.5	17.5	17.5	63.5	15.875
T1K6	17.2	16.5	17.5	21.5	72.7	18.175
T1K7	17.5	19	18.9	18	73.4	18.35
T1K8	17	14.5	13.7	16.5	61.7	15.425
T1K9	15.5	19.5	18	15.5	68.5	17.125
T2K1	26	28.5	25.5	28.5	108.5	27.125
T2K2	26	26.5	38.5	28.4	119.4	29.85
T2K3	35	25	27.5	23.5	111	27.75
T2K4	40.5	28.5	38.6	23.5	131.1	32.775
T2K5	27.5	34.5	38	32.5	132.5	33.125
T2K6	24	32	33	24.5	113.5	28.375
T2K7	25	24	33	22.5	104.5	26.125
T2K8	35	30	40.5	34.5	140	35
T2K9	31.5	32.5	28.2	23.5	115.7	28.925
T3K1	45.5	54.5	54.2	59.5	213.7	53.425
T3K2	48	48.5	57.2	51.5	205.2	51.3
T3K3	46	50	52.3	48.5	196.8	49.2
T3K4	56	56.5	49.2	54	215.7	53.925
T3K5	48	49	52.5	51.5	201	50.25
T3K6	45.1	52	56	49	202.1	50.525
T3K7	55	52	49	54.5	210.5	52.625
T3K8	55	51	57	54	217	54.25
T3K9	46.5	54	57.1	51.5	209.1	52.275
Jumlah	860.8	875.5	939.6	869.7	3545.6	
Rata-rata	31.8815	32.4259	34.8	32.2111		32.8296

Tabel Lampiran 5b. Sidik ragam panjang akar

SK	dB	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Blok	3	143.8259	47.94198	3.66628 *		
Perlakuan	26	23426.64	901.0244	68.9043 **	2.724	4.048
Faktor T	2	22965.5	11482.75	878.1237 **	1.624	1.992
Faktor K	8	131.1119	16.38898	1.25332 ns	3.114	4.888
Interaksi	16	330.0209	20.62631	1.57736 ns	2.054	2.746
Galat	78	1019.964	13.07646		1.774	2.248
Total	107	24590.43				

Keterangan ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata

Tabel Lampiran 6a. Data rata-rata berat kering akar (gr)

Perlakuan	Blok				Total	Rata-Rata
	I	II	III	IV		
T1K1	6.44	5.63	6.23	3.74	22.04	5.51
T1K2	4.57	3.63	2.04	3.29	13.53	3.3825
T1K3	2.7	2.3	1.44	1.87	8.31	2.0775
T1K4	3.99	3.05	1.6	2.28	10.92	2.73
T1K5	4.84	4.35	3.29	4.69	17.17	4.2925
T1K6	8.29	6.01	5.29	7.11	26.7	6.675
T1K7	4.32	5.91	3.43	5.1	18.76	4.69
T1K8	4.92	4.54	5.89	4.99	20.34	5.085
T1K9	2.2	2.77	1.84	3.29	10.1	2.525
T2K1	8.46	4.89	7.64	7.22	28.21	7.0525
T2K2	5.63	3.34	4.36	4.2	17.53	4.3825
T2K3	2.88	3.24	6.39	2.63	15.14	3.785
T2K4	4.19	3.61	2.54	2.3	12.64	3.16
T2K5	6.44	3.27	6.25	6.51	22.47	5.6175
T2K6	4.98	7.7	4.15	6.63	23.46	5.865
T2K7	7.1	3.23	4.02	3.04	17.39	4.3475
T2K8	4.88	7.3	7.05	4.6	23.83	5.9575
T2K9	3.28	2.27	2.65	2.73	10.93	2.7325
T3K1	8.47	5.52	6.63	8.46	29.08	7.27
T3K2	4.16	4.94	5.71	6.59	21.4	5.35
T3K3	4.36	2.1	5.97	3.84	16.27	4.0675
T3K4	4.1	4.14	2.7	3.4	14.34	3.585
T3K5	5.06	3.38	4.04	6.73	19.21	4.8025
T3K6	6.72	8.83	7.74	9.07	32.36	8.09
T3K7	5.43	3.64	4.49	3.77	17.33	4.3325
T3K8	4.37	3.96	3.2	3.38	14.91	3.7275
T3K9	4.07	2.24	2.83	2.51	11.65	2.9125
Jumlah	137.85	117.79	122.41	127.97	496.02	
Rata-rata	5.10556	4.36259	4.5337	4.73963		4.59278

Tabel Lampiran 6b. Sidik ragam berat kering akar

SK	dB	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Blok	3	9.39243	3.13081	2.40403 ns	2.724	4.048
Perlakuan	26	251.4173	9.6699	7.42516 **	1.624	1.992
Faktor T	2	13.05702	6.52851	5.013 **	3.114	4.888
Faktor K	8	201.1238	25.14047	19.30444 **	2.054	2.746
Interaksi	16	37.23652	2.32728	1.78703 *	1.774	2.248
Galat	78	101.5806	1.30232			
Total	107	24590.43				

Keterangan ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata

Tabel Lampiran 7a. Data rata-rata berat segar total tanaman (g)

Perlakuan	Blok				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
T1K1	173.99	149.24	195.32	141.52	660.07	165.0175
T1K2	177.29	135.31	97.14	114.11	523.85	130.9625
T1K3	99.15	126.07	92.75	65.82	383.79	95.9475
T1K4	92.08	89.92	61.16	84.91	328.07	82.0175
T1K5	156.26	131.36	141.55	114.29	543.46	135.865
T1K6	195.21	176	145.45	190.54	707.2	176.8
T1K7	118.49	158.06	86.67	136.28	499.5	124.875
T1K8	132.71	123.77	109.95	144.82	511.25	127.8125
T1K9	68.87	107.04	81.09	104.16	361.16	90.29
T2K1	218.13	203.06	189.47	188.31	798.97	199.7425
T2K2	199.79	102.57	184.78	141.96	629.1	157.275
T2K3	94.28	137.31	186.5	101.86	519.95	129.9875
T2K4	129.2	145.2	104.33	87.77	466.5	116.625
T2K5	210.7	169.12	136.7	184.5	701.02	175.255
T2K6	165.34	224.52	145.62	196.62	732.1	183.025
T2K7	193.91	131.72	135.36	134.14	595.13	148.7825
T2K8	121.87	145.14	172.8	135.72	575.53	143.8825
T2K9	110.36	97.35	118.19	135.16	461.06	115.265
T3K1	167.25	144.64	139.55	154.34	605.78	151.445
T3K2	97.79	141.9	123.17	130.5	493.36	123.34
T3K3	92.96	80.44	105.92	113.5	392.82	98.205
T3K4	90.04	111.74	63.99	78.46	344.23	86.0575
T3K5	99.35	100.71	124.51	169.44	494.01	123.5025
T3K6	157.37	155.93	128.64	156.25	598.19	149.5475
T3K7	95.64	95.58	89.24	99.31	379.77	94.9425
T3K8	79.76	85.64	61.57	75.92	302.89	75.7225
T3K9	93.62	70.8	62.22	61.1	287.74	71.935
Jumlah	3631.41	3540.14	3283.64	3441.31	13896.5	
Rata-rata	134.4967	131.1163	121.6163	127.4559		128.6713

Tabel Lampiran 7b. Sidik ragam berat segar total tanaman

SK	dB	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Blok	3	2461.404	820.468	1.40931 ns	2.724	4.048
Perlakuan	26	125200.5	4815.404	8.27139 **	1.624	1.992
Faktor T	2	35237	17618.5	30.26317 **	3.114	4.888
Faktor K	8	83795.48	10474.43	17.99186 **	2.054	2.746
Interaksi	16	6168.022	385.5014	0.66217 ns	1.774	2.248
Galat	78	45409.75	582.1763			
Total	107	173071.7				

Keterangan ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata

Tabel Lampiran 8a. Data rata-rata berat kering total tanaman (g)

Perlakuan	Blok				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
T1K1	49.25	45.08	55.62	40.38	190.33	47.5825
T1K2	46.33	38.8	28.09	33.63	146.85	36.7125
T1K3	28.66	35.18	21.55	17.14	102.53	25.6325
T1K4	25.06	27.19	17.65	23.78	93.68	23.42
T1K5	40.85	39.49	35.03	33.1	148.47	37.1175
T1K6	55.94	48.14	37.11	46.22	187.41	46.8525
T1K7	32.67	43.64	25.03	36.51	137.85	34.4625
T1K8	34.77	55.54	36.11	40.45	166.87	41.7175
T1K9	17.03	26.29	22.05	25.73	91.1	22.775
T2K1	60.24	52.2	54.9	52.61	219.95	54.9875
T2K2	50.78	28.32	46.34	39.26	164.7	41.175
T2K3	23.55	36.3	56.84	26.95	143.64	35.91
T2K4	34.59	36.15	27.67	23.17	121.58	30.395
T2K5	57.83	43.69	43.8	50.09	195.41	48.8525
T2K6	45.75	60.17	41.02	56.44	203.38	50.845
T2K7	56.51	32.33	41.68	33.66	164.18	41.045
T2K8	28.06	55.13	50.96	35.49	169.64	42.41
T2K9	29.52	24.33	29.65	36.84	120.34	30.085
T3K1	49.63	42.27	44.01	46.54	182.45	45.6125
T3K2	30.06	37.15	39.01	40.23	146.45	36.6125
T3K3	26.9	21.59	32.28	28.15	108.92	27.23
T3K4	24.6	30.19	17.16	22.18	94.13	23.5325
T3K5	30.14	26.99	36.73	43.83	137.69	34.4225
T3K6	38.72	51.83	40.63	40.39	171.57	42.8925
T3K7	29.79	27.55	27.26	28.15	112.75	28.1875
T3K8	25.55	23.73	18.65	21.83	89.76	22.44
T3K9	25.47	19.44	18.2	16.66	79.77	19.9425
Jumlah	998.25	1008.71	945.03	939.41	3891.4	
Rata-rata	36.9722	37.3596	35.0011	34.793		36.0315

Tabel Lampiran 8b. Sidik ragam berat kering total tanaman

SK	dB	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Blok	3	141.6032	47.20106	0.88835 ns	2.724	4.048
Perlakuan	26	10052.19	386.6228	7.27645 **	1.624	1.992
Faktor T	2	2041.272	1020.636	19.20892 **	3.114	4.888
Faktor K	8	7254.942	906.8678	17.06775 **	2.054	2.746
Interaksi	16	755.9797	47.24873	0.88925 ns	1.774	2.248
Galat	78	4144.407	53.13343			
Total	107	14338.2				

Keterangan ** Berbeda sangat nyata
 * Berbeda nyata
 ns Berbeda tidak nyata

Tabel Lampiran 9. Temperatur rata-rata mingguan (°C)

Tanggal	Suhu pada			Rata-rata
	07.00	12.00	16.00	
06/04'99	23	31.9	29	27.97
14/04'99	24.3	31.5	26.5	27.43
20/04'99	24.5	30.5	24.5	26.5
27/04'99	23	30.3	26.7	26.67
04/05'99	20.1	29.5	23	24.2
11/05'99	20.3	30	25.5	25.27
18/05'99	21	30	26	25.67
25/05'99	20	27.5	22.5	23.33
01/06'99	19.5	27	22	22.83
08/06'99	24	30.9	26.6	27.17
14/06'99	22.5	29	25.2	25.57
21/06'99	23.1	29	25.5	25.87
28/06'99	23.7	28.9	25	25.87
06/07'99	24	28.5	26	26.17
13/07'99	21.2	27.6	25	24.6
20/07'99	24	27	23	24.67
30/07'99	21.5	28	25.3	24.93
06/08'99	22	28.4	25.3	25.23
13/08'99	23	29.6	26	26.2
Rerata	22.35263158	29.21578947	25.18947368	

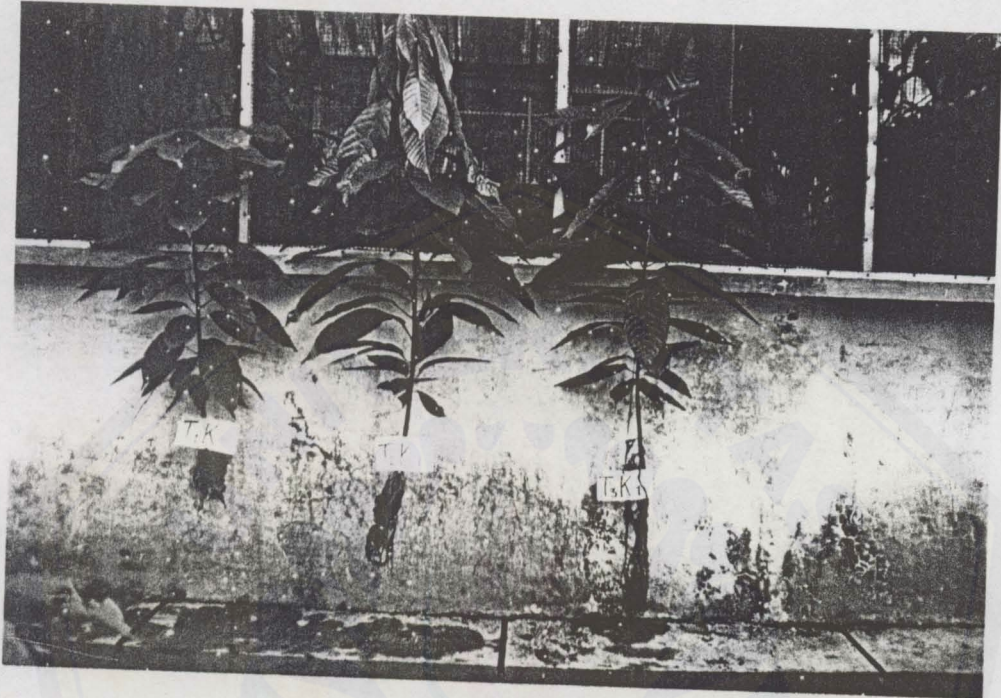
Tabel Lampiran 10. Kelembaban rata-rata mingguan (%)

Tanggal	Kelembaban pada			Rata-rata
	07.00	12.00	16.00	
06/04'99	96	56	72	74.67
14/04'99	97	52	75	74.67
20/04'99	95	55	80	76.67
27/04'99	97	58	66	73.67
04/05'99	92	54	68	71.33
11/05'99	95	65	75	78.33
18/05'99	94	55	80	76.33
25/05'99	92	50	75	72.33
01/06'99	95	63	76	78
08/06'99	93	52	65	70
14/06'99	93	62	71	75.33
21/06'99	96	80	75	83.67
28/06'99	95	62	73	76.67
06/07'99	97	66	72	78.33
13/07'99	95	72	75	80.67
20/07'99	93	67	72	77.33
30/07'99	95	65	85	81.67
06/08'99	93	63	79	78.33
13/08'99	96	80	85	87
Rerata	94.68421053	61.94736842	74.68421053	

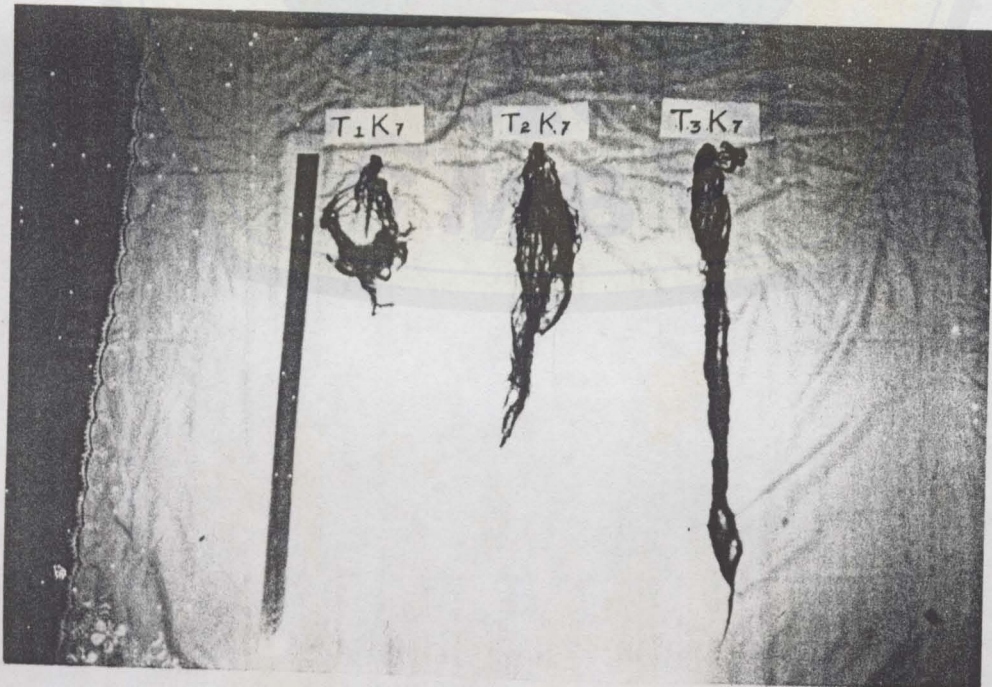
Tabel Lampiran 11. Hasil analisa tanah Glei Humik KP. Kaliwining

Unsur	Kadar		Rerata
	I	II	
pH (H ₂ O)	5.9	6	5.95
C organik (%)	1.52	1.39	1.455
N organik (%)	0.17	0.17	0.17
C / N	9	8	8.5
P Bray I (ppm)	17	19	18
K tertukar (me)	0.61	0.71	0.66
Ca tertukar (me)	7.91	13.1	10.505
Mg tertukar (me)	3.37	5.42	4.395
SO ₄ (ppm)	14	39	26.5
Cu (ppm)	14	14	14
Zn (ppm)	8	12	10
Fe (ppm)	2	3	2.5
Mn total	110	90	100

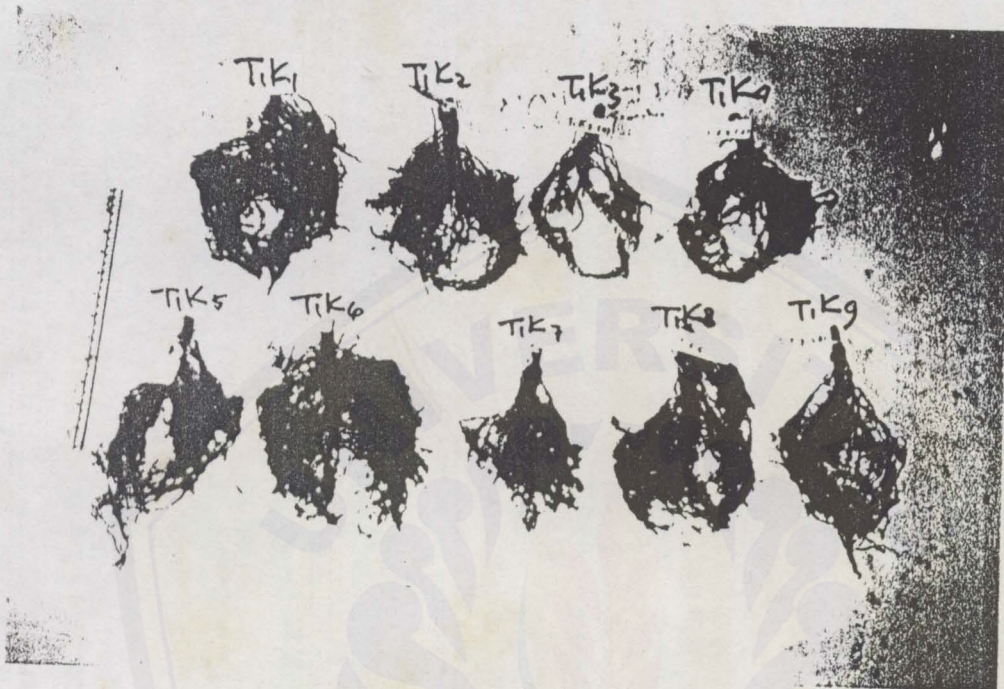
Lampiran gambar 1. Habitus kakao umur 140 HST pada berbagai perlakuan tinggi muka air tanah



Lampiran gambar 2. Akar kakao umur 140 HST pada berbagai perlakuan tinggi muka air tanah



Lampiran gambar 3. Akar beberapa macam klon kakao lindak pada perlakuan tinggi muka air tanah 20 cm dari permukaan tanah



Lampiran gambar 4. Akar beberapa macam klon kakao lindak pada perlakuan kontrol

