

**RESPON TANAMAN BUNGA MATAHARI
(*Helianthus annuus* L.) TERHADAP KONDISI
KEKURANGAN AIR**

Oleh :

FARDYANSJAH HASAN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG**

2011

**RESPON TANAMAN BUNGA MATAHARI
(*Helianthus annuus* L.) TERHADAP KONDISI
KEKURANGAN AIR**

Oleh

FARDYANSJAH HASAN

0610420020-42

SKRIPSI

**Disampaikan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG**

2011

RINGKASAN

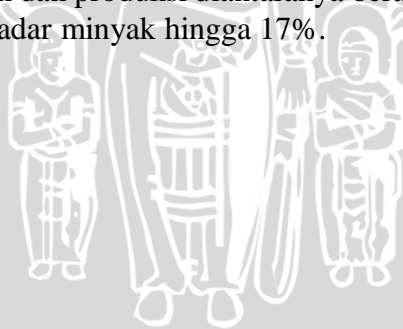
Fardiansjah Hasan. 0610420020- 42. Respon Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.) Terhadap Kondisi Kekurangan Air. Dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Eko Widaryanto, MS dan Dr. Ir. Mudji Santosa, MS.

Bunga matahari (*Helianthus annuus* L.) merupakan komoditas yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Sejalan peningkatan permintaan minyaknya untuk pembuatan kosmetika, budidaya mulai dilaksanakan di beberapa tempat di Jawa Tengah dan Jawa Timur. Walaupun budidaya bunga matahari telah dilaksanakan di Indonesia, masih banyak industri kosmetika Indonesia yang masih tetap harus mengimpor minyak tersebut. Selain itu industri kuaci, pakan burung dan hewan klangenan juga memerlukan ribuan ton biji bunga matahari sebagai bahan baku setiap tahunnya. Permasalahan serius mengenai pasokan biji bunga matahari dari dalam negeri, selain kualitas yang belum memadai, juga kontinuitas hasil yang belum dapat diandalkan (Paimin, 2004). Tanaman bunga matahari ialah jenis tanaman yang toleran terhadap kondisi kekeringan (Putnam, 1990), tetapi belum diketahui seberapa besar tingkat toleransi dan adaptasi tanaman terhadap kekurangan air. Hal ini dapat menjadi potensi untuk mengembangkan bunga matahari terutama pada lahan- lahan kering di Indonesia. Ariffin (2002) menjelaskan bahwa permasalahan utama yang dihadapi dalam budidaya lahan kering adalah kurangnya air dan akibatnya pada produksi yang rendah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi tanaman bunga matahari yang akan dikembangkan di lahan- lahan kering, terutama mengenai faktor ketersediaan air terhadap pertumbuhan bunga matahari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh tingkat pemberian air terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bunga matahari. Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini ialah semakin rendah ketersediaan air pada tanaman bunga matahari semakin menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil biji bunga matahari.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2010 hingga November 2010 di rumah kaca kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang di desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang dengan ketinggian tempat ± 303 m dpl dengan jenis tanah alfisol. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : Kamera, alat tulis, timbangan, penggaris/ meteran, gelas ukur, mikroskop, ember, label nama, cangkul, cetok, karung, tali ajir, gunting, thermometer, dan pot dengan diameter 40 cm. Bahan yang digunakan adalah aksesori benih tanaman bunga matahari aksesori HA-45, media tanah alfisol, pupuk Urea, SP-36, KCl, furadan dan pupuk kandang (kambing). Percobaan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 10 perlakuan. Perlakuan yang dilakukan ialah tingkat pemberian air (kapasitas lapang), yaitu: C0 = 100% KL fase vegetatif dan generatif (kontrol), C1 = 80% KL vegetatif dan generatif, C2 = 60% KL vegetatif dan generatif, C3 = 40% KL fase vegetatif dan generatif, C4 = 100% KL pada fase vegetatif dan 80% KL generatif, C5 = 100% KL fase vegetatif dan 60% KL generatif, C6 = 100% KL fase vegetatif dan 40% KL fase generatif, C7 = 80% KL fase vegetatif dan 100% KL fase generatif, C8 = 60% KL fase vegetatif dan 100% KL fase generatif, C9 = 40% KL fase vegetatif dan 100% KL fase generatif. Jadi terdapat 10 perlakuan, dimana setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 30 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdapat 2 sampel sehingga jumlahnya menjadi 60 tanaman. Pengamatan yang dilakukan pada variabel pertumbuhan dan hasil tanaman secara destruktif dan non destruktif. Pengamatan non destruktif meliputi: tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), diameter batang (mm), ketiganya di ukur setiap 2

minggu sekali yaitu pada umur 14, 28, 42, 56, 70, 84 HST kemudian umur berbunga serta kerapatan stomata (mm²diukur sekali saat tanaman berumur 100 HST menggunakan mikroskop fotomikrografi dengan pembesaran 400X. Pengamatan destruktif meliputi: Diameter bunga (cm), berat 100 biji, jumlah biji per bunga, persentase biji bernas, bobot segar (g) dan bobot kering (g) serta pengukuran kadar minyak bunga matahari dan hasil minyak per tanaman (g). Selain itu dilakukan pengamatan lingkungan yaitu analisis tanah sebelum penelitian dan pengukuran suhu rumah kaca selama penelitian. Pengolahan data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (Uji F taraf kesalahan 5%). Apabila terdapat pengaruh yang signifikan pada perlakuan, maka dilanjutkan dengan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% untuk mengetahui adanya perbedaan diantara perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman bunga matahari memberikan respon terhadap kondisi kekurangan air sehingga menimbulkan pengaruh penurunan pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman. Kondisi kekurangan air 60% KL (C2) hingga 40% KL (C3) di seluruh fase pertumbuhan menunjukkan penghambatan yang paling besar terhadap komponen pertumbuhan mulai tinggi, jumlah daun dan diameter batang. Kondisi kekurangan air hingga 40% KL dapat menghambat waktu munculnya bunga. Perlakuan pemberian air 80% KL pada fase vegetatif dan 100% KL pada fase generatif (C7) dapat menghasilkan berat 100 biji yang paling mendekati dengan hasil yang didapatkan perlakuan 100% KL pada fase vegetatif dan generatif (C0). Perlakuan 100% KL fase vegetatif dan 80% KL fase generatif (C4) serta perlakuan 80% KL fase vegetatif dan 100% KL fase generatif (C7) mampu menyamai (tidak berbeda nyata) hasil minyak per tanaman perlakuan pemberian air 100% KL fase vegetatif dan generatif. Kondisi kekurangan air yang ekstrim hingga 40% KL di seluruh periode pertumbuhan (C3) menunjukkan penurunan tertinggi terhadap seluruh pengamatan komponen panen dan produksi diantaranya berat 100 biji menurun hingga 30% dan juga menurunkan kadar minyak hingga 17%.



KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Respon Tanaman Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.) Terhadap Kondisi Kekurangan Air”**.

Dalam penulisan skripsi ini banyak bantuan yang penulis terima dari berbagai pihak. Berkaitan dengan hal tersebut, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Ir. Agus Suryanto, MS. selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Prof. Dr. Ir. Eko Widaryanto, MS selaku pembimbing utama, Dr. Ir. Mudji Santosa, MS selaku pembimbing pendamping, juga kepada Ibu Noer Rahmi Ardiarini, SP, MSi yang telah memberikan bimbingan serta semangat. Kepada kedua orang tua, adik serta keluarga yang selalu memberikan dorongan semangat, do'a maupun kasih sayang. Juga buat teman-teman Hortikultura 2006, teman-teman Gorontalo yang studi di Malang dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih ada kekurangan, namun penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi dan para pembaca. Kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan skripsi ini.

Malang, Mei 2011

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Manado 29 Desember 1988, putra dari Ayahanda Abdullah Hasan dan Ibunda Salma Bala. Pada tahun 1993 penulis mulai masuk pendidikan di TK Aisyiah Bustanul atfal Kota Manado kemudian tahun 1994 penulis melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri 02 Kota Manado dan lulus tahun 2000. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan di SLTP Negeri 02 Manado hingga lulus pada tahun 2003, kemudian melanjutkan pendidikan di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) Insan Cendekia Gorontalo dan lulus tahun 2006. Pada tahun yang sama penulis diterima di program studi Hortikultura, jurusan Budidaya Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui program PSB.



DAFTAR ISI

RINGKASAN

KATA PENGANTAR	i
RIWAYAT HIDUP	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Hipotesis	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Bunga Matahari	4
2.2 Cekaman Air pada Tanaman	5
2.3 Ketersediaan dan Kebutuhan Air Tanaman Bunga Matahari	6
2.4 Respon Bunga Matahari terhadap Kekurangan Air	7
3. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Metode Penelitian	11
3.4 Pelaksanaan Penelitian	12
3.5 Pemeliharaan	14
3.6 Pengamatan	14
3.7 Analisis Data	16
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	17
4.2 Pembahasan	27
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
 DAFTAR PUSTAKA	 34
LAMPIRAN	37



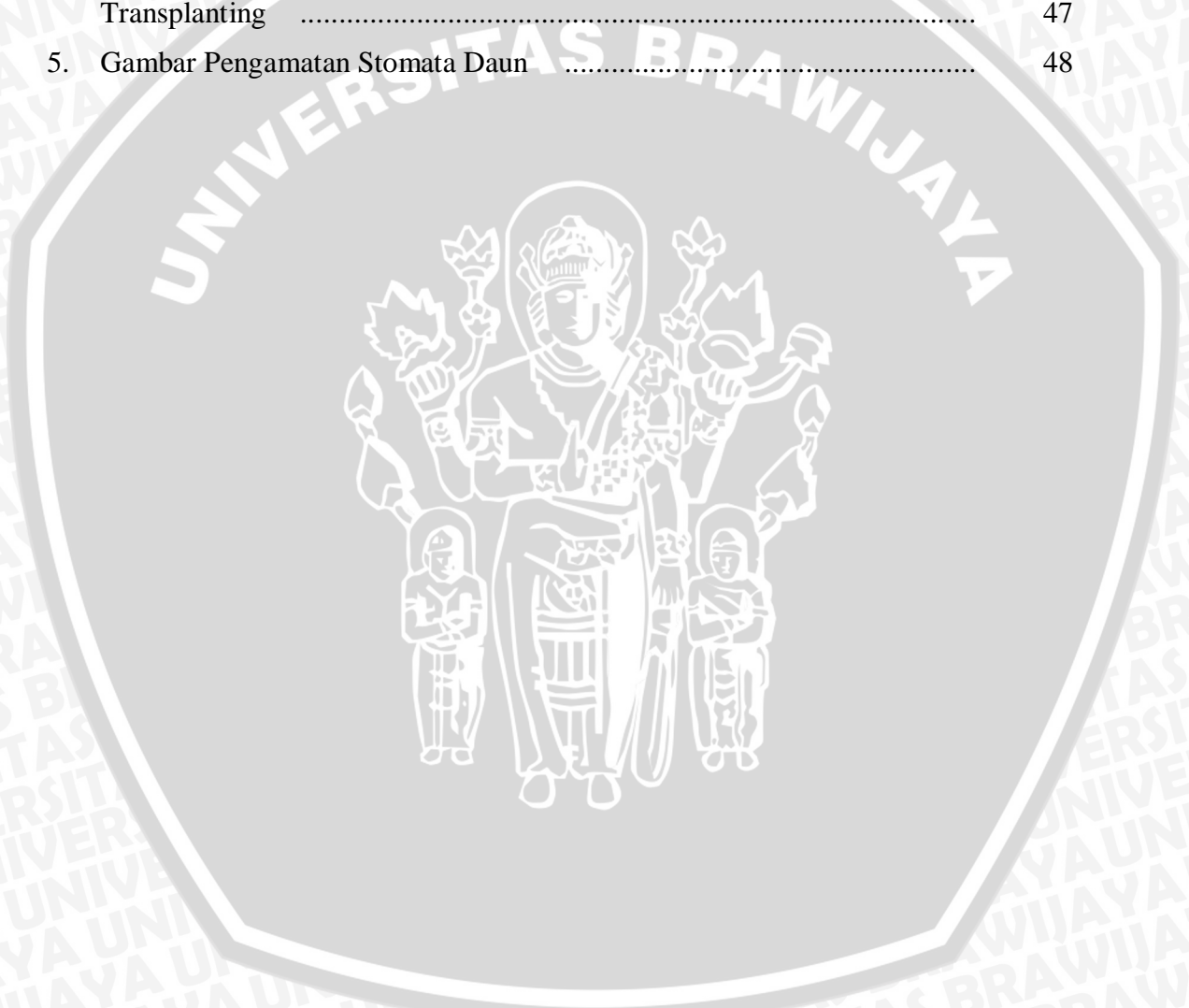
DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Pengaruh Tingkat Stress Air terhadap Hasil dan Kadar Minyak pada Beberapa Kultivar Bunga Matahari	10
2.	Rata- rata Tinggi Tanaman akibat Perlakuan Kodisi Kekurangan Air pada Berbagai Umur Pengamatan	17
3.	Rata- rata Jumlah Daun akibat Perlakuan Kondisi Kekurangan Air pada Berbagai Umur Pengamatan	18
4.	Rata- rata Diameter Batang akibat Perlakuan Kondisi Kekurangan Air pada Berbagai Umur Pengamatan	20
5.	Rata- rata Kerapatan Stomata akibat Perlakuan Kondisi Kekurangan Air pada Berbagai Umur Pengamatan	21
6.	Rata- rata Pengamatan Komponen Hasil Tanaman Bunga Matahari	24
7.	Rata- rata Hasil Tanaman Bunga Matahari	25



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tanaman Bunga Matahari	4
2.	Tanaman Bunga Matahari Umur 4 Minggu Setelah Transplanting	45
3.	Perbandingan Perkembangan Bunga Sampel Tanaman pada Umur 10 Minggu Setelah Transplanting	46
4.	Contoh Tanaman Bunga Matahari pada Umur 12 Minggu Setelah Transplanting	47
5.	Gambar Pengamatan Stomata Daun	48



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Denah Percobaan dan Petak Percobaan	37
2.	Perhitungan Kapasitas Lapang	39
3.	Perhitungan Kebutuhan Pupuk	40
4.	Analisis Kadar Minyak Bunga Matahari	41
5.	Hasil Analisis Contoh Tanah	42
6.	Perbandingan Hasil Biji Tanaman Bunga Matahari akibat Kondisi Kekurangan Air	43
7.	Keragaman Diameter Bunga Matahari akibat Perlakuan Kondisi Kekurangan Air	44
8.	Tanaman Bunga Matahari pada Berbagai Umur	45
9.	Gambar Stomata Daun Setiap Perlakuan	48
10.	Deskripsi Tanaman Bunga Matahari Aksesori HA-45	49
11.	Data Pengamatan Waktu Berbunga Tanaman Setiap Perlakuan	50
12.	Data Suhu Rumah Kaca Selama Penelitian	51
13.	Data Hujan Daerah Kepanjen Tahun 2010	52
14.	Tabel Analisis Ragam Jumlah Daun Tanaman	53
15.	Tabel Analisis Ragam Tinggi Tanaman	54
16.	Tabel Analisis Ragam Diameter Batang	55
17.	Tabel Analisis Ragam Kerapatan Stomata	56
18.	Tabel Analisis Ragam Komponen Hasil Tanaman	57
19.	Tabel Analisis Ragam Hasil	58

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.) merupakan tumbuhan semusim dari suku kenikir-kenikiran (Asteraceae) yang populer, baik sebagai tanaman hias maupun tanaman penghasil minyak. Tanaman ini berasal dari Meksiko dan Peru. Sejak awal tahun 1700-an menyebar ke banyak negara, serta dibudidayakan secara besar-besaran di Eropa, Amerika Serikat, kawasan Kaukasus, sepanjang sungai Wolga di Rusia, di kawasan Balkan dan juga Argentina. Pada awalnya tanaman bunga matahari menjadi makanan atau sayuran penduduk, kemudian diolah menjadi sumber minyak yang memiliki nilai tinggi serta banyak manfaatnya. Bunga matahari masuk kawasan Indonesia sejak tahun 1907 dibawa seorang ahli pertanian Belanda. Awalnya percobaan penanaman dilakukan di lahan seluas 1.750 m² di Kediri. Percobaan penanaman juga dilakukan di Aceh pada tahun 1912 (Cholid, 2009).

Di Indonesia, mula-mula bunga matahari atau bunga "srangenge" menurut orang Sunda, hanya merupakan tanaman hias. Sejalan peningkatan permintaan minyaknya untuk pembuatan kosmetika, budidaya mulai dilaksanakan di beberapa tempat di Jawa Tengah dan Jawa Timur. Walaupun budidaya bunga matahari telah dilaksanakan di Indonesia, masih banyak industri kosmetika Indonesia yang masih tetap harus mengimpor minyak tersebut dari beberapa negara penghasil khususnya Australia dan Amerika Serikat. Selain itu industri kuaci, pakan burung dan hewan klangenan juga memerlukan ribuan ton biji bunga matahari sebagai bahan baku setiap tahunnya (Cholid, 2009).

Menurut catatan Badan Pusat Statistik (BPS), ribuan ton biji bunga matahari harus diimpor setiap tahun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Pada tahun 1997 tercatat 5.089 ton biji senilai hampir US\$ 2,02 juta didatangkan dari Cina, Australia, Amerika Serikat dan Belgia. Selain berupa biji, impor juga dalam bentuk minyak. Pada tahun 1998 volume impor mencapai 381 ton senilai US\$489.121. sebanyak 280 ton diimpor pada tahun 1999 senilai US\$ 328.382. Permasalahan serius mengenai pasokan biji bunga matahari dari dalam negeri, selain kualitas yang belum memadai, juga kontinuitas hasil yang belum dapat diandalkan (Paimin, 2004).

Tanaman bunga matahari ialah jenis tanaman yang toleran terhadap kondisi kekeringan (Putnam, 1990), tetapi belum diketahui seberapa besar tingkat adaptasi

tanaman terhadap kekurangan air. Hal ini dapat menjadi potensi untuk mengembangkan bunga matahari terutama pada lahan- lahan kering di Indonesia karena tanaman bunga matahari dapat beradaptasi dengan kondisi kekurangan air. Ariffin (2002) menjelaskan bahwa permasalahan utama yang dihadapi dalam budidaya lahan kering adalah kurangnya air dan akibatnya pada produksi yang rendah.

Faktor air dalam fisiologi tanaman merupakan faktor utama yang sangat penting. Tanaman tidak akan dapat hidup tanpa air, karena air adalah bagian yang sangat penting dari kehidupan, bahkan makhluk lain akan punah tanpa air. Kramer menjelaskan tentang betapa pentingnya air bagi tumbuh- tumbuhan yakni air merupakan bagian dari protoplasma (85-90% dari berat keseluruhan bahagian hijau tumbuhan (jaringan yang sedang tumbuh) adalah air. Selanjutnya dikatakan bahwa air merupakan bahan yang penting dalam proses- proses fotosintesis dan dalam proses- proses metabolisme. Kekurangan air akan mengganggu aktivitas fisiologis maupun morfologis, sehingga mengakibatkan terhentinya pertumbuhan. Defisiensi air yang terus menerus akan menyebabkan perubahan pada tanaman dan pada gilirannya tanaman akan menurunkan hasil atau bahkan tanaman akan mati (Haryati, 2003).

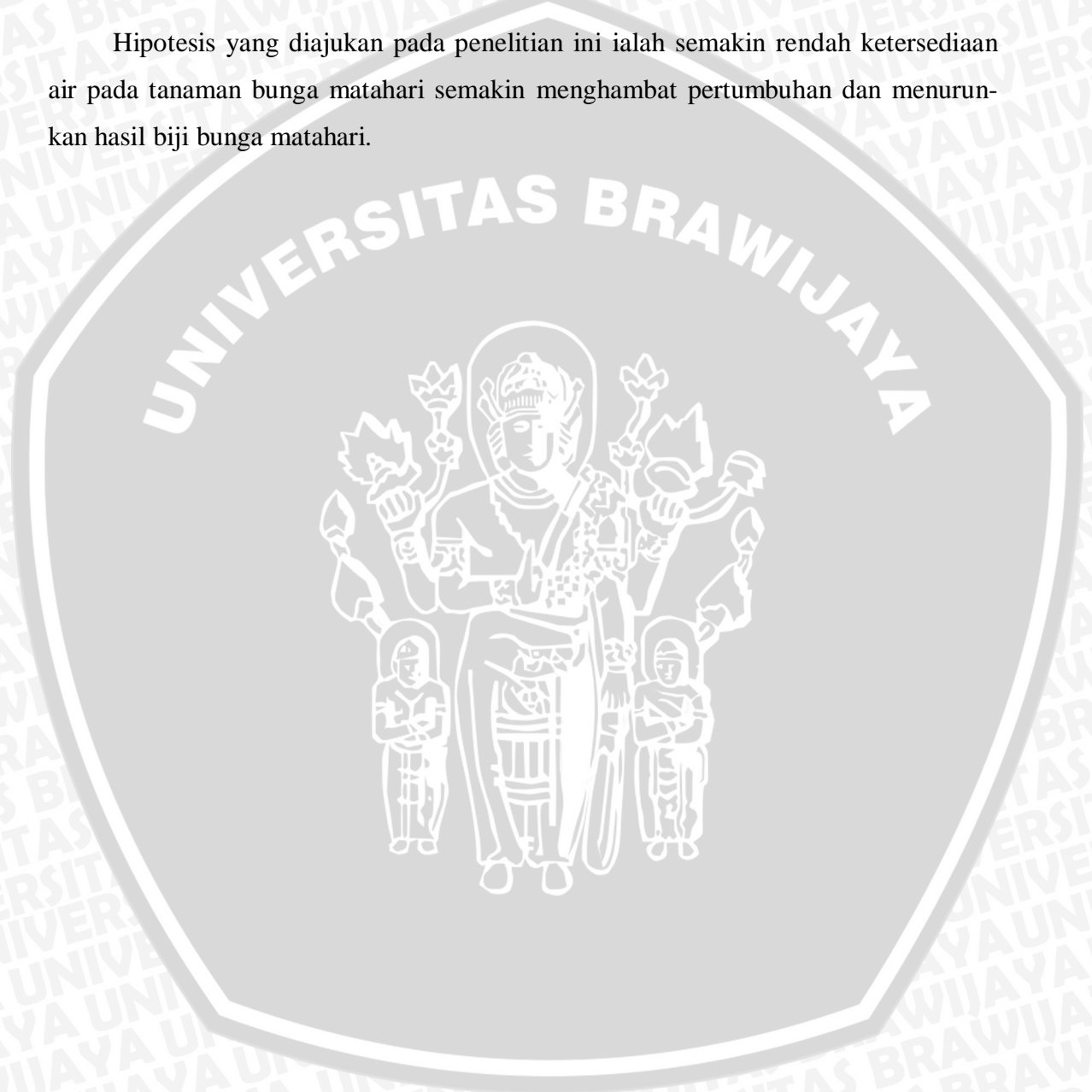
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi tanaman bunga matahari yang akan dikembangkan di lahan- lahan kering, terutama mengenai faktor ketersediaan air terhadap pertumbuhan bunga matahari. Benih yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benih aksesori dengan kode HA- 45. Benih dengan kode HA- 45 merupakan salah satu aksesori yang dikembangkan Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat (BALITTAS). Benih yang berasal dari Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang ini masih banyak dibudidayakan oleh petani di daerah Batu.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh tingkat pemberian air terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bunga matahari.

1.3 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini ialah semakin rendah ketersediaan air pada tanaman bunga matahari semakin menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil biji bunga matahari.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Bunga Matahari

Bunga matahari merupakan tanaman perdu, herba semusim, berbatang tegak dengan tinggi 1- 3 m, daun tunggal lebar, batang biasanya ditumbuhi rambut kasar, tegak, jarang bercabang. Bunga tersusun majemuk yang memiliki dua tipe bunga: bunga tepi atau bunga lidah yang membawa satu kelopak besar berwarna kuning cerah dan steril, dan bunga tabung yang fertil (Cholid, 2009).

Steenis (1992), menjabarkan taksonomi bunga matahari sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Asterales
Famili	: Asteraceae
Genus	: <i>Helianthus</i>
Species	: <i>Helianthus annuus</i>



Gambar 1. Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.)

Penyerbukan bunga matahari bersifat terbuka (silang), yang umumnya dibantu oleh serangga. Bunga matahari juga memiliki perilaku khas, yaitu bunganya selalu menghadap kearah matahari yang gejalanya disebut *heliotropisme*. Kapasitas fotosintesis meningkat 10% lebih karena pergerakan ini. Pada malam hari, bunga tertunduk ke bawah. Bijinya bertipe "*achane*". Pada tipe ini, buah dan biji tidak dapat dengan mudah dibedakan. Kepala bunga yang besar (*inflorescence*) dengan diameter bunga dapat mencapai 40 cm, dengan mahkota berbentuk pita disepanjang tepi cawan dengan ukuran melintang antara 10- 15 cm, berwarna kuning, dan ditengahnya ter-

dapat bunga- bunga kecil berbentuk tabung, warnanya coklat. Bila dibuahi, bunga- bunga kecil ini menjadi biji- biji yang berwarna hitam atau hitam bergaris- garis putih berkumpul di dalam cawan. Bila sudah matang, biji- biji ini mudah dilepaskan dari cawannya. Total waktu yang dibutuhkan untuk pengembangan bunga matahari dan waktu dari berbagai tahap perkembangan tergantung dari genetik tanaman dan lingkungan tumbuh. Secara umum, waktu yang dibutuhkan untuk menyempurnakan siklus hidupnya dari perkecambahan hingga panen adalah selama 120 hari (Cholid, 2009).

Bunga matahari dapat tumbuh pada daerah dengan ketinggian 0- 1.500 meter di atas permukaan laut (m dpl). Tanaman ini cocok di segala kondisi agroekosistem yang memiliki kelembaban cukup dan banyak mendapatkan sinar matahari langsung. Bunga matahari tumbuh baik pada tanah dengan drainase baik dan kemampuan memegang air sedang hingga tinggi, pH optimum berkisar pada 6,5-7,5 (Cholid, 2009).

2.2 Cekaman Air pada Tanaman

Segala perubahan kondisi lingkungan yang mengakibatkan tanggapan makhluk hidup menjadi lebih rendah dari pada tanggapan optimum dapat dikatakan sebagai cekaman. Bila kondisi lingkungan sedemikian rupa sehingga makhluk hidup tanggap secara maksimal terhadap suatu faktor lingkungan maka makhluk hidup itu tidak tercekam oleh faktor tersebut (Mahmuddin, 2009).

Kramer (1980), menyatakan bahwa tanaman mengalami cekaman air bila terjadi kehilangan air secara berlebihan atau tidak tercukupinya jumlah air yang diserap tanaman. Harjadi dan Yahya, (1988) juga menguatkan bahwa cekaman air dapat ditimbulkan oleh dua hal, yaitu kekurangan suplai air di daerah perakaran dan permintaan air yang berlebih pada daun yang disebabkan evapotranspirasi melebihi laju absorpsi air oleh akar, walaupun keadaan air tanah cukup. Ariffin (2002) menjelaskan bahwa dalam kehidupan tanaman, cekaman air terjadi dalam tiga dimensi yaitu cekaman karena kekurangan, kelebihan (tergenang) ataupun karena kadar logam maupun garam dalam air tinggi.

Terdapat empat faktor yang mempengaruhi terjadinya cekaman air yaitu:

- a) Faktor tanaman : Setiap tanaman mempunyai kebutuhan lingkungan yang berbeda- beda. Reaksi yang dapat ditimbulkan oleh tanaman dalam mengatasi

masalah variasi lingkungan khususnya kekurangan air juga berbeda- beda tergantung jenis dan fase pertumbuhannya.

- b) Faktor tanah : Kemampuan tanah untuk menyerap dan menyimpan air sangat menentukan kemampuan tanah dalam mendukung penyediaan air tanaman. Apabila tanah dalam fungsinya tidak mampu mencukupi kebutuhan tanaman dalam mengganti air yang ditranspirasikan tanaman maka tanaman itu menjadi layu.
- c) Kualitas salinitas air : tinggi rendahnya kadar garam dalam air merupakan faktor penentu kepekatan air, dan kepekatan air berpengaruh pada laju aliran air dari dalam tanah ke akar tanaman. Apabila pada suatu lahan yang salinitasnya tinggi tanaman akan mengalami cekaman kekurangan air, bahkan dapat mengalami plasmolisis.
- d) Faktor lingkungan : Faktor lingkungan yang sangat menentukan terjadinya cekaman air. Terdapat beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi yaitu:
 - Radiasi matahari : Merupakan penyedia energi yang akan digunakan untuk menguapkan air dari dalam tubuh tanaman.
 - Kelembaban udara : Apabila kelembaban udara rendah maka tekanan uap air di udara kecil, akibatnya laju evapotranspirasi tanaman semakin tinggi.
 - Suhu : suhu yang tinggi akan meningkatkan laju evapotranspirasi, sehingga kehilangan air semakin meningkat.
 - Angin : kecepatan angin yang semakin meningkat, perubahan keseimbangan uap air di atas permukaan tersebut semakin besar. Jika keseimbangan mengalami perubahan yang besar, maka laju pengaliran massa uap air permukaan ke udara semakin besar. (Ariffin, 2002)

2.3 Ketersediaan dan Kebutuhan Air Tanaman Bunga Matahari

Kadar air dalam tanaman sangat penting selain dalam tanah dan udara. Kebutuhan air pada tanaman dapat dipenuhi melalui tanah dengan jalan penyerapan oleh akar. Biasanya air yang diserap oleh akar sangat tergantung pada kondisi lingkungan diatas tanah. Ketersediaan air di dalam tanah ditentukan oleh nilai potensial air atau pF (kemampuan partikel tanah memegang air) dan kemampuan akar untuk menyerapnya. Besarnya partikel tanah menyerap air ditentukan oleh jumlah air di dalam tanah (Jumin, 1994).

Hanafiah (2005) menjelaskan bahwa nilai pF dapat dilihat dari klasifikasi lengas tanah berdasarkan tegangan lengas tanah yaitu kapasitas menahan air maksimum yaitu jumlah air yang dikandung tanah dalam keadaan jenuh, semua pori terisi penuh air ($pF = 0$), kapasitas lapang (*field capacity*) yaitu jumlah air yang terkandung tanah setelah air gravitasi hilang ($pF = 2,54$) dan titik layu tetap (*wilting point*) yaitu tingkat kelengasan tanah yang menyebabkan tumbuhan mulai memperlihatkan gejala layu ($pF = 4,2$).

Menurut Harjadi dan Yahya (1988) jumlah total air yang ada tidaklah sepenting ketersediaannya bagi tanaman. Air tersedia adalah tingkatan air yang berada antara titik layu permanen dan kapasitas lapang. Air ini disebut juga sebagai air kapiler dimana keberadaannya ditahan dalam pori tanah yang lebih kecil. Kapasitas lapang merupakan keadaan tanah cukup lembab yang menunjukkan jumlah air terbanyak yang dapat ditahan oleh tanah terhadap gaya gravitasi. Air yang dapat ditahan oleh tanah lalu diserap oleh akar tanaman atau menguap sehingga tanah makin lama makin kering. Pada saat akar tanaman tidak mampu lagi menyerap air dari tanah sehingga tanaman menjadi layu disebut layu sementara. Titik layu permanen adalah kandungan air tanah dimana akar tanaman mulai tidak mampu menyerap air dari tanah sehingga tanaman menjadi layu baik siang maupun malam (Hardjowigeno, 1997). Lakitan (1996) juga menambahkan bahwa di bawah titik layu permanen tanaman tidak mampu lagi menyerap air karena daya adhesi air dengan butir tanah terlalu kuat dibandingkan dengan daya serap tanaman.

Cekaman kekeringan pada tanaman disebabkan oleh kekurangan suplai air di daerah perakaran dan permintaan air yang berlebihan oleh daun dalam kondisi laju evapotranspirasi melebihi laju absorpsi air oleh akar tanaman. Serapan air oleh akar tanaman dipengaruhi oleh laju transpirasi, sistem perakaran, dan ketersediaan air tanah (Lakitan, 1996).

2.4 Respon Tanaman Bunga Matahari terhadap Kekurangan Air

Kekurangan air dapat menghambat laju fotosintesis, karena turgiditas sel penjaga stomata akan menurun sehingga menyebabkan stomata tertutup (Lakitan, 1996). Penutupan stomata pada kebanyakan spesies akibat kekurangan air pada daun akan mengurangi laju penyerapan CO_2 pada waktu yang sama dan pada akhirnya akan mengurangi laju fotosintesis (Goldworthy dan Fisher, 1995). Pertumbuhan tanaman

sangat dibatasi oleh jumlah air yang tersedia dalam tanah, karena air mempunyai peranan penting dalam proses kehidupan tanaman. Kekurangan air akan mengganggu aktivitas fisiologis maupun morfologis, sehingga mengakibatkan terhentinya pertumbuhan. Defisiensi air yang terus menerus dapat mengakibatkan berbagai perubahan yang tidak dapat balik (*irreversible*) dan pada gilirannya tanaman akan mati (Islami dan Utomo, 1995).

Respon tanaman yang mengalami cekaman kekeringan mencakup perubahan ditingkat seluler dan molekuler seperti perubahan pada pertumbuhan tanaman, volume sel menjadi lebih kecil, penurunan luas daun, daun menjadi tebal, adanya rambut pada daun, peningkatan ratio akar-tajuk, sensitivitas stomata, penurunan laju fotosintesis, perubahan metabolisme karbon dan nitrogen, perubahan produksi aktivitas enzim dan hormon, serta perubahan ekspresi gen (Kramer, 1980; Pugnaire, Serrano dan Pardos, 1999; Mullet dan Whissit, 1996; Navari-Izzo dan Rascio, 1999).

Secara umum tanaman akan menunjukkan respon tertentu bila mengalami cekaman kekeringan. Respon tanaman terhadap stres air sangat ditentukan oleh tingkat stres yang dialami dan fase pertumbuhan tanaman saat mengalami cekaman (Mansfield dan Atkinson, 1990). Menurut Pugnaire *et al.* (1999), bergantung pada responnya terhadap kekeringan, tanaman dapat diklasifikasikan menjadi (1) tanaman yang menghindari kekeringan (*drought avoiders*) dan (2) tanaman yang mentoleransi kekeringan (*drought tolerators*). Tanaman yang menghindari kekeringan membatasi aktivitasnya pada periode air tersedia atau akuisisi air maksimum antara lain dengan meningkatkan jumlah akar dan modifikasi struktur dan posisi daun. Tanaman yang mentoleransi kekeringan mencakup penundaan dehidrasi atau mentoleransi dehidrasi. Penundaan dehidrasi mencakup peningkatan sensitivitas stomata dan perbedaan jalur fotosintesis, sedangkan toleransi dehidrasi mencakup penyesuaian osmotik.

Kebutuhan air tanaman bunga matahari berbeda setiap fasenya. Periode kritis untuk kebutuhan air tanaman bunga matahari terjadi pada 20 hari sebelum berbunga dan 20 hari setelah berbunga. Periode paling kritis terutama pada saat pembentukan bunga, saat berbunga dan pembentukan biji (Anonymous, 2000). Hal ini juga sebelumnya telah diteliti dan dijelaskan oleh Unger (1982) bahwa bunga matahari ialah tanaman yang sensitif terhadap stress air, terutama pada saat sebelum pembungaan dan pembentukan biji.

Dari beberapa laporan penelitian disebutkan bahwa penurunan laju fotosintesis pada daun bunga matahari di pengaruhi oleh kekurangan air (Ben, Osmond, dan Sharkey, 1987; Graan dan Boyer, 1990). Pankovic, Sakac dan Kevresen (1999) menjelaskan juga bahwa kekurangan air dapat mengganggu pembentukan bunga hingga fase pembungaan penuh. Penelitian yang dilakukan Stegman dan Lement mengenai kekurangan air terhadap hasil bunga matahari menunjukkan bahwa kekurangan 20 % pemberian air mulai dari perkecambahan hingga fase R-2 (Mulai membentuk kuncup bunga) hanya mengurangi 5% hasil, tetapi kekurangan 20% air pada fase R-2 hingga R- 5.9 (Bunga 90% sempurna) dapat menurunkan hasil hingga 50% (Berglund, 2007).

Jumin (1994) menjelaskan bahwa jika suatu tanaman mengalami cekaman air yang semakin besar, diferensiasi organ-organ baru dan perluasan maupun pembesaran organ yang telah ada merupakan bagian yang pertama kali menunjukkan respon. Stres yang lebih lanjut akan menyebabkan berkurangnya laju fotosintesis. Defisit air pada saat proses fotosintesis berlangsung berakibat pada penurunan kecepatan fotosintesis. Hal ini sebagai akibat dari menutupnya stomata, meningkatnya resistensi mesofil yang akhirnya memperkecil efisiensi fotosintesis.

Penelitian yang dilakukan Al- Ghamdi, Hussain dan AL-Noaim (1991) melaporkan dari penelitian yang dilakukan di Saudi Arabia tentang interval irigasi dan efektivitas penggunaan air tanaman bunga matahari terhadap hasil yaitu penggunaan 60 % air oleh tanaman layak digunakan untuk produksi tanaman bunga matahari. Pankovic *et al.*, (1998) juga melaporkan dari penelitian yang dilakukan tentang pengaruh kekurangan air pada daun bunga matahari terhadap fotosintesis, transport elektron dan metabolisme karbon mendapatkan hasil bahwa kapasitas fotosintesis dari daun bunga matahari menurun pada perlakuan 70% ketersediaan air daun.

Khan *et al.* (2000) dalam penelitiannya tentang pengaruh perbedaan tingkat pemberian air terhadap hasil kultivar bunga matahari mendapatkan hasil bahwa kondisi cekaman air 75% kapasitas lapang sudah dapat menurunkan hasil bunga matahari, keadaan tersebut akan bertambah parah apabila kondisi cekaman semakin berat hingga 25% kapasitas lapang (Tabel 1). Penurunan hasil terjadi pada semua parameter yang diamati yaitu diameter bunga, jumlah biji per bunga, berat 100 biji, serta kandungan minyak.

Tabel 1. Pengaruh Tingkat Pemberian Air Terhadap Hasil Bunga Matahari

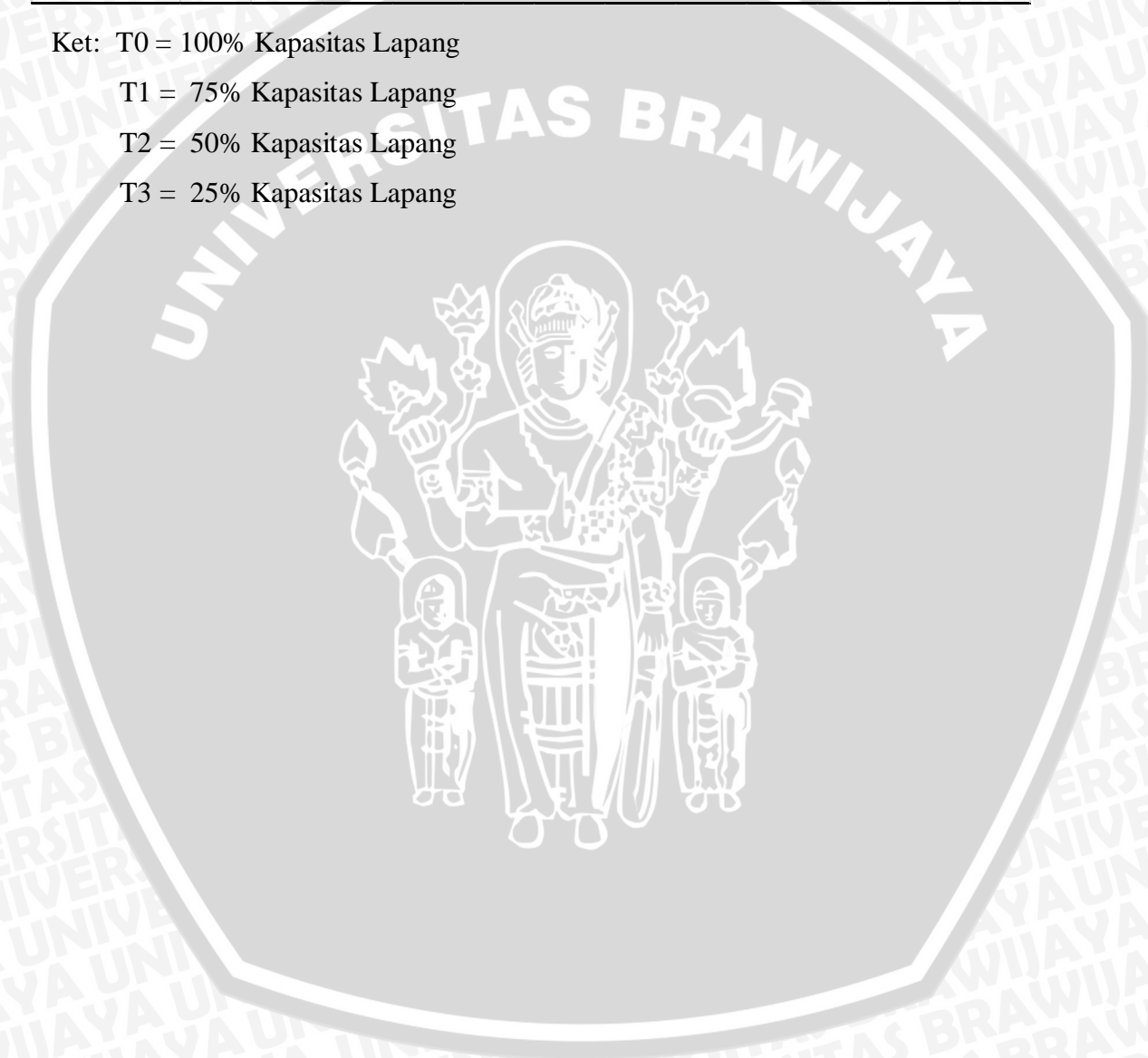
Varietas	FH-1				FH-3				FH-28			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
Diameter Bunga (cm)	6,64 a	5,94 c	5,34 e	3,44 g	6,40 b	5,84 d	5,50 d	3,24 i	6,28 b	5,52 d	4,68 f	3,3 gh
Jumlah biji/ bunga	170,0 ab	146,0 c	113,0 e	90,0 g	183,2 a	160,0 bc	118,2 abc	88,0 g	166,0 abc	144,0 c	106,8 f	71,8 h
berat 100 biji (g)	2,66 bc	2,60c	1,86 de	1,30 h	2,86 b	2,67 bc	1,71 def	1,61 efg	3,22 a	3,02 ab	1,97 d	1,4 gh
hasil biji/ tan (g)	3,88 a	2,86 de	1,65 g	0,82 h	3,89 a	3,32 c	1,80 f	0,81 h	3,78 b	2,90 d	1,78 f	0,6 i
kadar minyak biji (%)	37,77 a	34,98 bcde	34,59 cde	34,25 defg	36,41 abc	34,68 bcde	34,41 cdef	34,13 defg	34,92 bcd	32,69 efg	33,44 fg	31,9 g

Ket: T0 = 100% Kapasitas Lapang

T1 = 75% Kapasitas Lapang

T2 = 50% Kapasitas Lapang

T3 = 25% Kapasitas Lapang



3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang di Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang dengan ketinggian tempat ± 303 m dpl, rata-rata suhu harian 29°C dan kelembaban 50%. Penelitian akan dilaksanakan mulai 26 Juni 2010 – 20 November 2010.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : Kamera, alat tulis, timbangan, penggaris/ meteran, gelas plastik/ gelas ukur, mikroskop, ember, label nama, cangkul, cetok, karung, tali ajir, gunting, thermometer dan pot dengan diameter 40 cm. Bahan yang digunakan adalah aksesori benih tanaman bunga matahari dengan kode HA- 45, media tanah alfisol, pupuk Urea, SP 36, KCl, furadan 3G dan pupuk kandang (kotoran kambing).

3.3 Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Adapun perlakuan yang diberikan ialah tingkat ketersediaan air yang diberikan ke dalam tanah pada fase pertumbuhan tertentu dengan mengacu pada kapasitas lapang tanah, yaitu :

C0 = 100 % kapasitas lapang (KL) pada fase vegetatif tanaman bunga matahari dan fase generatif tanaman bunga matahari (kontrol).

C1 = 80 % KL pada fase vegetatif dan fase generatif.

C2 = 60 % KL pada fase vegetatif dan fase generatif.

C3 = 40 % KL pada fase vegetatif dan fase generatif.

C4 = 100 % KL pada fase vegetatif dan 80 % KL pada fase generatif .

C5 = 100 % KL pada fase vegetatif dan 60 % KL pada fase generatif .

C6 = 100 % KL pada fase vegetatif dan 40 % KL pada fase generatif .

C7 = 80 % KL pada fase vegetatif dan 100 % KL pada fase generatif.

C8 = 60 % KL pada fase vegetatif dan 100 % KL pada fase generatif.

C9 = 40 % KL pada fase vegetatif dan 100 % KL pada fase generatif.

Ket: Fase vegetatif = 1 – 35 HST (Hari Setelah Transplanting)

Fase generatif = 36 – 110 HST

Jadi terdapat 10 perlakuan, dimana setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 30 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdapat 2 sampel sehingga jumlahnya menjadi 60 tanaman.

3.4 Pelaksanaan

1. Penyiapan Benih

Penyiapan benih dimaksudkan untuk mempercepat perkecambahan benih dan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Langkah yang dilakukan yaitu:

- a. Benih direndam dalam air hangat selama 2 jam.
- b. Benih kemudian dikecambahkan dalam cawan petri.

2. Persiapan Media

Tanah yang digunakan dalam percobaan ialah tanah alfisol yang diambil dari kebun percobaan Jatikerto. Tanah yang diperoleh dikeringanginkan pada tempat terbuka selama 4 hari, kemudian tanah dihaluskan hingga remah dan merata, selanjutnya tanah dicampur dengan pupuk kandang kambing dengan perbandingan 6:1. Setelah itu dimasukkan ke dalam pot berukuran diameter 40 cm. Jarak tanam yang digunakan yaitu 80 cm x 60 cm.

3. Persemaian

Perkecambahan benih dilakukan pada cawan petri. Cawan petri yang telah dibersihkan, dialas dengan kertas tisu, kemudian dibasahi dengan air hingga lembab. Benih yang telah direndam kemudian diletakkan diatas kertas tisu yang ada pada cawan petri. Setelah benih berkecambah, (± 3 hari) dipindah ke dalam polibag kecil (10 cm diameter). Polibag diisi tanah yang dicampur dengan pupuk kotoran kambing dengan perbandingan 1:1. Benih yang telah berkecambah (± 3 hari) ditanam dalam polibag dengan kedalaman 1-2 cm. Penyiraman dilakukan setiap sore hari agar tanaman tidak kering. Penyiraman menggunakan gembor yang mempunyai lubang halus. Bibit dipindahkan ke pot setelah berumur ± 21 hari atau minimal memiliki 4 daun.

4. Penanaman

Bibit yang telah memenuhi syarat yaitu berumur ± 21 hari atau minimal memiliki 4 daun siap untuk ditransplanting ke pot. Penanaman diawali dengan pembuatan lubang tanam dalam media yang sebelumnya telah ditaburi furadan 3G sebanyak 5 g/ tanaman. Bibit dalam polibag dikeluarkan kemudian ditanam pada lubang. Tanah disekitar tanaman dipadatkan dan ditekan agar bibit dapat berdiri tegak. Setelah itu dilakukan penyiraman awal 100% kapasitas lapang pada semua sampel selama 3 hari. Perlakuan pemberian air mulai diterapkan mulai hari keempat.

5. Pemupukan

Pemupukan pertama yaitu sebelum penanaman. Campurkan pupuk kandang (kotoran kambing) dengan media tanah dengan perbandingan 6:1. Selanjutnya pemupukan yang diberikan berupa pupuk dasar dan pupuk susulan. Pupuk dasar yang diberikan berupa pupuk urea sebanyak 1,2 g/tanaman, SP-36 sebanyak 2,4 g/tanaman dan KCl sebanyak 1,2 g/tanaman. Pupuk dasar ini diberikan sehari setelah tanam dalam pot. Sedangkan pupuk susulan dibagi dalam dua tahap yaitu pada umur 36 HST berupa urea 2,4 g/tanaman, SP-36 sebanyak 4,8 g/tanaman, KCl sebanyak 2,4 g/tanaman dan pada umur 60 hari setelah tanam dengan dosis urea sebanyak 1,2 g/tanaman, SP-36 sebanyak 2,4 g/tanaman dan KCl sebanyak 1,2 g/tanaman. Cara pemberian pupuk ini ialah dengan cara ditugal di kanan dan kiri tanaman pada jarak 7 – 10 cm.

6. Pemberian air

Pemberian air dalam penelitian ini ialah perlakuan terkendali. Tingkat pemberian air dapat digolongkan ke dalam 2 kelompok yaitu pemberian air pada kondisi kekurangan (80%, 60%, 40% kapasitas lapang) dan pada kebutuhan air normal (100% kapasitas lapang). Pemberian air dilakukan dengan menggunakan gelas ukur yang didasarkan pada hasil perhitungan perlakuan pemberian air tanaman bunga matahari.

Perlakuan pemberian air pada fase vegetatif tanaman bunga matahari dimulai sejak 4 hari setelah tanaman ditransplanting hingga tanaman bunga matahari mulai membentuk kuncup bunga yaitu 35 hari setelah transplanting (HST). Setelah

tanaman mulai muncul bunga maka perlakuan pemberian air berpindah ke fase generatif yaitu 36-110 HST.

Penentuan jumlah air yang diberikan setiap hari mengacu pada setiap perlakuan. Terdapat sepuluh perlakuan tingkat perlakuan air yang perhitungannya terdapat pada lampiran 2. Sebelum dilakukan penyiraman, setiap pot di ditimbang sehingga dapat diketahui berapa air yang berkurang sehingga dapat ditentukan jumlah air yang ditambahkan untuk mencapai kondisi sesuai dengan perlakuan. Teknik pemberian air dilakukan dengan menyiram air hingga angka pada timbangan menunjukkan kondisi sesuai perlakuan ke tanaman dimana air disiramkan ke seluruh permukaan tanah dalam pot setiap pagi hari. Pada intinya teknik pemberian air yaitu menjaga agar air yang berada dalam tanah tetap pada kondisi sesuai perlakuan.

3.5 Pemeliharaan

Terdapat tahapan - tahapan dalam pemeliharaan yaitu:

- a) Penyulaman dilakukan bila ada bibit yang rusak atau mati. Penyulaman dilakukan 3- 5 hari setelah transplanting. Tanaman sulaman yaitu tanaman bunga matahari yang berumur sama dengan sampel percobaan.
- b) Pemasangan ajir
Pemasangan ajir dimulai pada umur 6 minggu setelah transplanting agar tanaman tidak rebah.
- c) Penyiangan dilakukan secara intensif sehingga semua tanaman bebas dari gulma, keadaan ini dipertahankan selama pertumbuhan tanaman.
- d) Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan menggunakan fungisida untuk mengendalikan cendawan dengan interval penyemprotan 5 - 7 hari. Hama ulat dan belalang dapat dikendalikan secara manual maupun melalui penyemprotan insektisida setiap 7 hari selama 1 bulan sebelum panen.

3.6 Pengamatan

Pengamatan dilakukan dengan cara non destruktif dan destruktif pada saat pertumbuhan dan panen dengan mengambil kedua sampel tanaman untuk tiap perlakuan. Pengamatan yang dilakukan meliputi:

1. Pengamatan non destruktif

a. Tinggi tanaman (cm)

Diukur mulai dari permukaan tanah hingga titik tumbuh dengan interval pengamatan 2 minggu sekali yaitu pada umur 14, 28, 42, 56, 70, 84 HST.

b. Jumlah daun

Dihitung daun yang berwarna hijau dan telah membuka sempurna dengan interval pengamatan 2 minggu sekali yaitu pada umur 14, 28, 42, 56, 70, 84 HST.

c. Diameter Batang (mm)

Diukur dengan interval pengamatan 2 minggu sekali yaitu pada umur 14, 28, 42, 56, 70, 84, HST.

2. Pengamatan Destruktif

- a. Kerapatan stomata daun dihitung berdasarkan jumlah stomata pada luas bidang pandang kemudian dibagi dengan luas bidang pandang pada mikroskop dengan perbesaran 400 X. Sampel pengukuran diambil pada umur 100 HST. Luas bidang pandang (LBP) dihitung menurut rumus:

$$\text{LBP} = \frac{1}{4} d^2, \text{ dimana } d \text{ adalah diameter bidang pandang}$$

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{stomata}}{\text{LBP}}$$

b. Berat 100 biji (gram)

Pengamatan dilakukan dengan menimbang bobot 100 biji bunga matahari (destruktif saat panen).

c. Jumlah biji per tanaman (destruktif saat panen).

d. Persentase biji bernas (destruktif saat panen).

e. Berat biji per tanaman (gram)

f. Bobot segar tanaman (gram)

g. Bobot kering tanaman (gram)

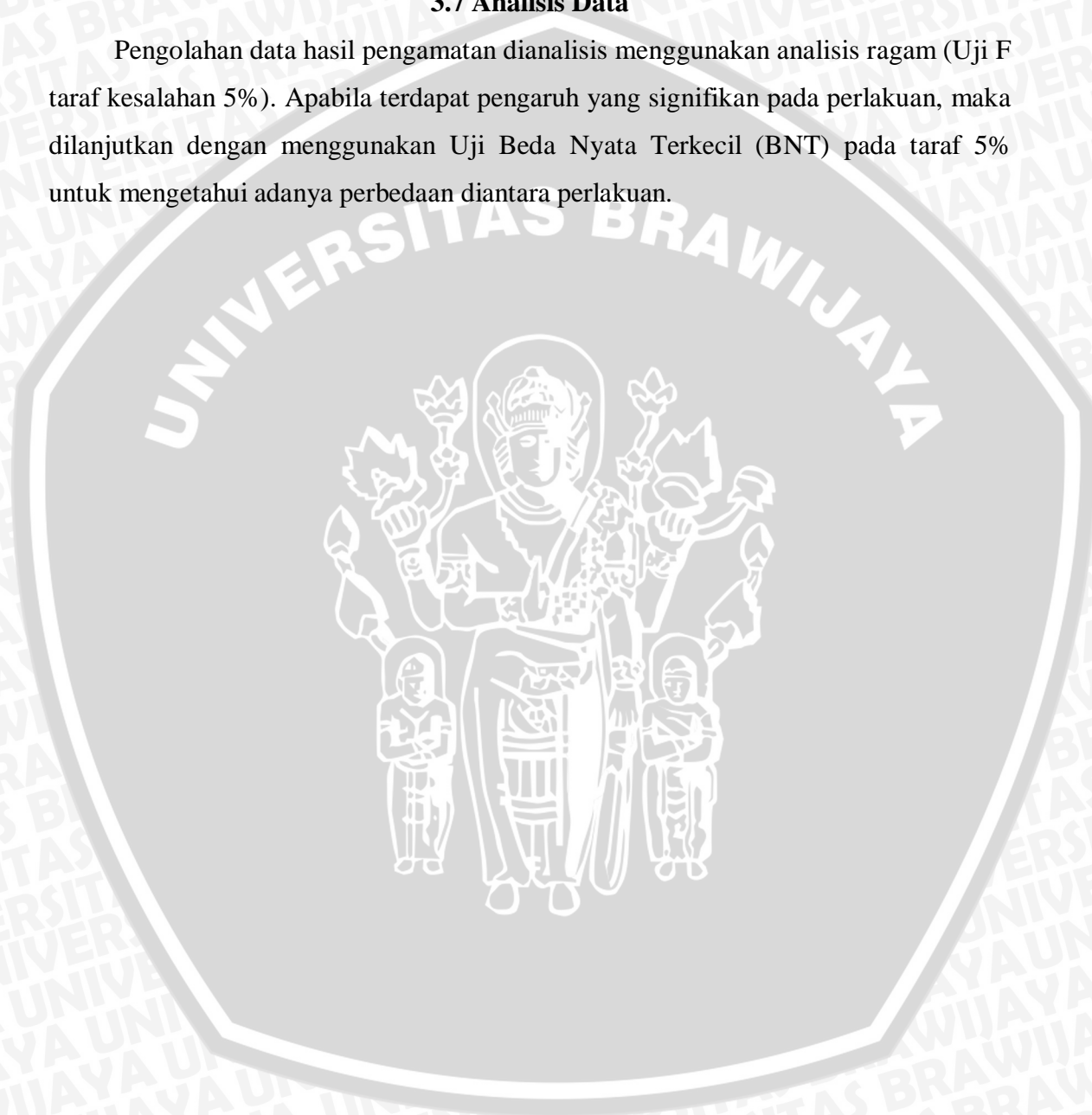
h. Pengukuran persentase kadar minyak bunga matahari. Pengukuran kadar minyak dilakukan di Lab. Balai Penelitian Tanaman Serat, Karang Ploso, Malang dengan metode Soxhlet

Selain itu juga, dilakukan pengamatan lingkungan yang digunakan sebagai data penunjang. Pengamatan lingkungan dilakukan pada suhu ruangan di dalam rumah

kaca dengan menggunakan termometer dan analisis tanah yang dilakukan sebelum penelitian. Analisis tanah dilakukan dengan mengambil sampel tanah penelitian pada kedalaman 0-15 cm dan 15- 30 cm. Analisis tanah dilakukan di laboratorium kimia dan fisika tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

3.7 Analisis Data

Pengolahan data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (Uji F taraf kesalahan 5%). Apabila terdapat pengaruh yang signifikan pada perlakuan, maka dilanjutkan dengan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% untuk mengetahui adanya perbedaan diantara perlakuan.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian air berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada semua umur pengamatan (Lampiran 13). Rata-rata tinggi tanaman bunga matahari disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata- rata Tinggi Tanaman akibat Perlakuan Kondisi Kekurangan Air

Perlakuan Kapasitas Lapang (KL)	Tinggi Tanaman					
	Umur Pengamatan (hst)					
	14	28	42	56	70	84
CO (100% Veg- Gen)	21,68 e	57,52 d	102,7 e	149,6 e	165,7 e	168 f
C1 (80% Veg-Gen)	19,9 de	52,95 c	95,35 d	132 d	148,4 bc	155,8 cd
C2 (60% Veg-Gen)	15,5 bc	38,43 b	67,6 c	107,8 b	142,6 b	145,8 b
C3 (40% Veg-Gen)	11,4 a	22,68 a	44,98 a	79,15 a	113,2 a	133,2 a
C4 (100% Veg - 80% Gen)	21,02 de	58,32 d	101,7 e	145,3 e	154,1 cd	159,1 de
C5 (100% Veg - 60% Gen)	20,03 de	57,62 d	100,2 de	132,7 d	148,6 bc	151,2 bc
C6 (100% Veg - 40% Gen)	18,65 d	57,58 d	98,73 de	120,5 c	142,8 b	145,9 b
C7 (80% Veg - 100% Gen)	19,42 de	56,83 cd	99,5 de	128,4 cd	158,8 de	163,7 ef
C8 (60% Veg - 100% Gen)	15,88 c	38,90 b	67,6 c	107,1 b	154,6 cd	157,7 cd
C9 (40% Veg - 100% Gen)	13,25 ab	25,68 a	55,13 b	101,3 b	150,4 bc	168,1 f
BNT 5%	2,451	4,363	4,941	8,06	7,989	6,515
KK (%)	8,084	5,452	3,456	3,903	3,149	2,453

Keterangan: Angka- angka yang didampingi dengan huruf yang sama, pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%, hst= hari setelah transplanting, veg: fase vegetatif (1-35 hst), gen: fase generatif (36- 110 hst)

Pada umur pengamatan 14, 28, 42 hari setelah transplanting (hst), yaitu perlakuan pemberian air fase vegetatif menunjukkan adanya penghambatan perkembangan tinggi tanaman mulai dari awal pengamatan pada perlakuan 60 % KL (C2 dan C8) hingga 34% dan semakin terhambat pada perlakuan pemberian air 40% KL (C3 dan C9) hingga 56% pada umur 42 hst. Sedangkan perlakuan 80% KL (C1 dan C7) masih bisa menyamai pertumbuhan tinggi tanaman perlakuan C0 (100% KL). Hal ini dapat dilihat dari data pada Tabel 2 di mana perlakuan C1 dan C7 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan C0 kecuali perlakuan C1 pada umur pengamatan 42 hst. Begitupun dengan perlakuan pemberian air 100% KL pada fase vegetatif (C4, C5 dan C6) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan C0. Terdapat kecenderungan bahwa semakin rendah kapasitas lapang (KL) semakin menghambat pertumbuhan tinggi.

Sedangkan pada umur pengamatan 56 hst, yaitu setelah perlakuan pemberian air fase generatif, dimana perlakuan C4, C5, C6 yang sebelumnya diberikan 100% KL kemudian diturunkan menjadi 80% KL, 60% KL, dan 40% KL mulai terlihat mengalami penghambatan (berbeda nyata dengan perlakuan C0 kecuali perlakuan C4). Penurunan pertambahan tinggi tanaman semakin meningkat seiring bertambahnya umur tanaman. Perlakuan C6 mengalami penurunan tinggi tanaman hingga 14% pada umur 84 hst. Sedangkan perlakuan C8 dan C9 yang sebelumnya diberikan 60% KL dan 40% KL pada fase vegetatif kemudian ditingkatkan menjadi 100% KL pada fase generatif terlihat mengalami percepatan perkembangan tinggi tanaman. Peningkatan tertinggi dihasilkan perlakuan C9 pada umur 84 hst, dimana rata-rata tinggi tanaman tidak berbeda nyata dengan perlakuan C0.

4.1.2 Jumlah Daun

Hasil analisis ragam terhadap jumlah daun menunjukkan perbedaan nyata hampir pada semua umur pengamatan (Lampiran 12). Hanya pada umur 84 hst tidak terdapat perbedaan nyata. Rata-rata jumlah daun tanaman bunga matahari disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Bunga Matahari akibat Perlakuan Kondisi Kekurangan Air

Perlakuan Kapasitas Lapang (KL)	Jumlah Daun					
	Umur Pengamatan (hst)					
	14	28	42	56	70	84
CO (100% Veg- Gen)	10,33 e	18,67 d	26,83 e	33,00 e	32,67 d	25,67
C1 (80% Veg-Gen)	10,17 e	17,17 d	25,33 de	30,67 cd	31,83 cd	26,5
C2 (60% Veg-Gen)	8,00 cd	12,67 bc	20,83 c	27,33 b	29,33 b	23,17
C3 (40% Veg-Gen)	4,67 a	8,33 a	14,67 a	21,0 a	24,67 a	26,17
C4 (100% Veg - 80% Gen)	9,67 e	18,33 d	26,33 de	33,17 e	32,33 d	26,5
C5 (100% Veg - 60% Gen)	9,83 e	17,17 d	25,50 de	30,85 d	30,83 bcd	24,5
C6 (100% Veg - 40% Gen)	9,33 de	17,17 d	24,83 d	30,67 cd	29,83 bc	25
C7 (80% Veg - 100% Gen)	10,17 e	17,50 d	25,33 de	33,00 e	32,83 d	25,5
C8 (60% Veg - 100% Gen)	7,17 bc	13,67 c	22,33 c	28,00 b	31,33 bcd	24,67
C9 (40% Veg - 100% Gen)	6,00 ab	11,33 b	19,00 b	28,67 bc	31,17 bcd	25
BNT 5%	1,458	1,612	1,802	2,133	2,006	tn
KK (%)	9,965	6,183	4,549	4,196	3,81	4,975

Keterangan: Angka- angka yang didampingi dengan huruf yang sama, pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 hst= hari setelah transplanting, veg: fase vegetatif (1-35 hst), gen = fase generatif (36- 110 hst)

Pada umur pengamatan 14 hst, perlakuan pemberian air 80% KL (C1 dan C7) tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan C0 (100% KL) dan bertahan hingga umur pengamatan 42 hst dimana perlakuan C1 (80% KL Veg- Gen) dan C7 (

80% KL Veg- 100% KL Gen) masih bisa menyamai rata- rata jumlah daun perlakuan C0. Tetapi pada perlakuan (C2 dan C8) yaitu pemberian air 60% KL mulai terlihat adanya penghambatan hingga 22% terhadap jumlah daun sejak umur pengamatan 14 hst hingga 42 hst. Rata- rata jumlah daun semakin menurun pada perlakuan pemberian air 40% KL (C3 dan C9) dimana penghambatan meningkat hingga 45 % pada umur pengamatan 42 hst.

Pada umur pengamatan 56 hst, perlakuan C1 (80% KL Veg - Gen) yang pada tiga pengamatan awal tidak menunjukkan perbedaan dengan perlakuan C0 mulai terjadi penghambatan terhadap jumlah daun. Sedangkan perlakuan C4 yang sebelumnya diberikan 100% KL dan kemudian diturunkan menjadi 80% KL pada fase generatif belum menunjukkan perbedaan dengan perlakuan C0 (100% KL). Perlakuan C5 dan C6 yang juga sebelumnya diberikan 100% KL dan kemudian diturunkan kapasitas lapang menjadi 60% KL dan 40 % KL mulai menunjukkan penghambatan terhadap pertambahan jumlah daun pada umur 56 hst dan 70 hst hingga 9%. Hasil sebaliknya didapatkan perlakuan pemberian air pada fase vegetatif 60% KL dan 40% KL dan dinaikkan menjadi 100% KL pada fase generatif (C8 dan C9) dimana rata- rata jumlah daun terus meningkat mulai umur pengamatan 56 hst sampai umur 70 hst hingga bisa menyamai rata- rata jumlah daun perlakuan C0.

4.1.3 Diameter Batang

Hasil analisis ragam diameter batang tanaman bunga matahari menunjukkan adanya pengaruh kondisi kekurangan air terhadap diameter batang pada semua umur pengamatan (Tabel 4). Dari data pada tiga pengamatan awal, perlakuan 100% KL pada fase vegetatif (C4, C5 dan C6) tidak berbeda nyata dengan perlakuan C0. Begitupun dengan perlakuan pemberian air 80% KL pada fase vegetatif (C1 dan C7) yang masih bisa menyamai hasil diameter batang perlakuan C0 (100% KL). Penurunan diameter batang mulai terlihat sejak awal pengamatan pada perlakuan pemberian air 60% KL (C2 dan C8) dimana diameter batang turun hingga 39% pada umur pengamatan 42 hst. Penurunan lebih besar ketika perlakuan pemberian air hanya 40% KL (C3 dan C9) hingga 54%.

Pada umur pengamatan 56 hst dimana perlakuan pemberian air berganti ke fase generatif, perlakuan C1 (80% KL fase vegetatif dan generatif) mulai menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap C0. Perlakuan C5 dan C6 yang diturunkan kapasitas

lapangnya menjadi 60% KL dan 40% KL juga menunjukkan penghambatan hingga terlihat perbedaan nyata dengan perlakuan C0. Hanya perlakuan C4 (diturunkan menjadi 80% KL) dan C7 (dinaikkan menjadi 100% KL) yang tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan C0.

Tabel 4. Rata- rata Diameter Batang akibat Perlakuan Kondisi Kekurangan Air

Perlakuan Kapasitas Lapang (KL)	Diameter Batang (mm)					
	Umur Pengamatan (hst)					
	14	28	42	56	70	84
CO (100% Veg- Gen)	5,85 c	10,58 d	17,27 e	19,68 e	21,00 g	21,52 f
C1 (80% Veg-Gen)	6,90 c	10,20 d	16,83 e	18,35 d	19,63 ef	20,25 def
C2 (60% Veg-Gen)	3,50 b	6,57 c	10,55 c	13,80 b	15,80 b	17,83 b
C3 (40% Veg-Gen)	1,87 a	3,30 a	7,93 a	12,23 a	13,60 a	15,42 a
C4 (100% Veg - 80% Gen)	5,72 c	10,08 d	17,23 e	19,07 de	20,05 f	20,88 ef
C5 (100% Veg - 60% Gen)	5,67 c	9,90 d	16,93 e	18,45 d	19,10 de	19,57 cd
C6 (100% Veg - 40% Gen)	5,60 c	9,95 d	16,87 e	16,75 c	18,40 cd	18,82 bc
C7 (80% Veg - 100% Gen)	5,75 c	10,13 d	16,60 e	18,80 de	19,97 ef	20,90 ef
C8 (60% Veg - 100% Gen)	3,63 b	6,70 c	11,57 d	15,70 c	17,93 c	19,75 cde
C9 (40% Veg - 100% Gen)	1,75 a	4,27 b	8,78 b	14,57 b	17,58 c	20,50 def
BNT 5%	1,442	0,961	0,67	1,05	0,94	1,288
KK (%)	18,183	6,859	2,779	3,658	2,996	3,843

Keterangan: Angka- angka yang didampingi dengan huruf yang sama, pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%, hst= hari setelah transplanting, KL= Kapasitas Lapang, veg= fase vegetatif (1-35 hst), gen= fase generatif (36- 110 hst)

Pada umur pengamatan 70 hst dan 84 hst, penghambatan semakin terlihat pada perlakuan C5 dimana rata- rata diameter batang turun 10% dan semakin menurun pada perlakuan C6 hingga 13 %. Penurunan yang paling signifikan terjadi ketika kondisi kekurangan air berlangsung di seluruh periode penanaman dimana kondisi kekurangan air hingga 40% KL dapat mereduksi diameter batang hingga 30% pada umur pengamatan 84 hst. Sedangkan perlakuan pemberian air 60% KL (C8) dan 40% KL (C9) pada fase vegetatif dan 100% KL pada fase generatif menunjukkan hasil diameter batang tidak terdapat perbedaan nyata dengan perlakuan C0 pada umur pengamatan 84 hst.

4.1.4 Kerapatan Stomata

Berdasarkan hasil analisis ragam, terlihat adanya pengaruh kondisi kekurangan air terhadap kerapatan stomata (Tabel 5). Perlakuan pemberian air 80% KL diseluruh periode tanam (C1) masih bisa menyamai kerapatan stomata perlakuan C0 (100% KL Veg - Gen). Penurunan kerapatan stomata mulai terlihat pada kondisi kekurangan air

60% KL (C2) dimana kerapatan stomata turun 21% dan semakin turun pada perlakuan kondisi kekurangan air 40% KL (C3) hingga 23%. Pada perlakuan C4, C5 dan C6 dimana kondisi kekurangan air hanya belangsung pada fase generatif saja (100% KL pada fase vegetatif) menunjukkan bahwa kondisi kekurangan 80% KL hingga 60% KL masih bisa menyamai kerapatan stomata perlakuan C0. Tetapi kondisi kekurangan air meningkat 40% KL pada fase generatif (C6) kerapatan stomata turun hingga 14%.

Tabel 5. Rata- rata Kerapatan Stomata Tanaman Bunga Matahari akibat Perlakuan Kondisi Kekurangan Air

Perlakuan	Kapasitas Lapang	Stomata	
		Kerapatan Stomata Bagian Bawah Daun (per mm ²)	Kerapatan Stomata Bagian Atas Daun (per mm ²)
CO (100% Vegetatif dan Generatif)		107,93 c	62,28
C1 (80% Vegetatif dan Generatif)		105,98 c	61,39
C2 (60% Vegetatif dan Generatif)		87,05 ab	61,22
C3 (40% Vegetatif dan Generatif)		85,81 a	56,26
C4 (100% Vegetatif - 80% Generatif)		107,75 c	60,86
C5 (100% Vegetatif - 60% Generatif)		101,56 c	58,39
C6 (100% Vegetatif - 40% Generatif)		93,06 b	59,62
C7 (80% Vegetatif - 100% Generatif)		107,57 c	57,68
C8 (60% Vegetatif - 100% Generatif)		86,87 ab	55,56
C9 (40% Vegetatif - 100% Generatif)		83,69 a	55,5
BNT 5%		7,128	tn
KK (%)		4,328	5,069

Ket: Angka- angka yang didampingi dengan huruf sama, pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%, vegetatif (1-35 HST), generatif = (36- 110 HST), tn= tidak nyata

Pada perlakuan C7, C8 dan C9 dimana kondisi kekurangan air hanya berlangsung pada fase vegetatif saja, terlihat bahwa perlakuan C8 meskipun pada fase generatif diberikan 100% KL (sebelumnya 60% KL) tetap mengalami penurunan kerapatan stomata hingga 21%. Begitupun dengan perlakuan C9 (40% KL Veg - 100% KL Gen) yang tetap turun hingga 24%. Sedangkan pada pengamatan kerapatan stomata pada bagian atas daun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata diantara perlakuan (Tabel 5).

4.1.5 Bobot Segar Tanaman

Dari hasil analisis ragam, seluruh perlakuan kondisi kekurangan air menunjukkan penghambatan terhadap bobot segar tanaman bunga matahari (Tabel 6). Pada semua perlakuan pemberian air 80% KL baik hanya pada fase vegetatif (C7), hanya

berlangsung pada fase generatif (C4) dan pada seluruh periode penanaman (C1) menunjukkan hasil bobot segar yang tidak berbeda nyata. Penurunan bobot segar terbesar ditunjukkan oleh pemberian air 80% KL di seluruh periode penanaman (C1) yaitu 4%. Pada perlakuan pemberian air 60% KL dan 40% KL, dapat dilihat bahwa kondisi kekurangan air tanaman bunga matahari lebih menurunkan ketika terjadi pada fase generatif (C5 dan C6), dimana bobot segar tanaman turun hingga 13% pada perlakuan C6 dibanding perlakuan kondisi kekurangan air 40% KL pada fase vegetatif dan 100% KL pada fase generatif (C9) yang menurun hanya 5% dan masih mampu menyamai hasil bobot segar perlakuan C7 (80% KL Veg- 100% KL Gen).

4.1.6 Bobot Kering Tanaman

Hasil analisis ragam pengamatan bobot kering tanaman menunjukkan perbedaan nyata diantara perlakuan (Tabel 6). Perlakuan pemberian air 100% KL pada fase vegetatif dan 80% KL pada fase generatif (C4) dan perlakuan pemberian air 80% KL pada fase vegetatif dan 100% KL pada fase generatif (C7) masih bisa menyamai hasil bobot kering perlakuan C0 (100% KL fase vegetatif dan generatif). Sedangkan perlakuan pemberian air 80% KL diseluruh fase pertumbuhan (C1) dengan nyata mereduksi bobot kering tanaman dan semakin menurun pada perlakuan pemberian air 60% KL (C2) dan 40% KL (C3) hingga 32%. Pada perlakuan pemberian air 60% KL dan pemberian air 40% KL, dapat dilihat bahwa kondisi kekurangan air tanaman bunga matahari lebih menurunkan bobot kering tanaman ketika terjadi pada fase generatif (C5 dan C6), terutama pada perlakuan C6 yaitu perlakuan pemberian air 100% KL fase vegetatif dan 40% KL pada fase generatif dimana bobot kering tanaman turun hingga 16% dibanding perlakuan C9 yaitu perlakuan pemberian air 40% KL fase vegetatif dan 100% KL fase generatif yang menurun 5%.

4.1.7 Komponen Hasil

4.1.7.1 Diameter Bunga

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan kondisi kekurangan air berpengaruh nyata terhadap pengamatan diameter bunga (Tabel 6). Perlakuan kondisi kekurangan air 80% KL hanya pada fase vegetatif (C4) dan perlakuan kondisi kekurangan air 80% KL hanya pada fase generatif (C7) tidak terdapat perbedaan nyata dengan perlakuan 100% KL pada seluruh periode pertumbuhan (C0). Perlakuan

pemberian air yang semakin menurun sampai 40% KL semakin menghambat diameter bunga tanaman hingga 36%.

Perlakuan pemberian air 100% KL pada fase vegetatif dan 60% KL pada fase generatif (C5) dapat mereduksi diameter bunga sampai 18%. Penghambatan diameter bunga lebih besar terjadi pada perlakuan C6 dimana pemberian air yang pada fase vegetatif 100% KL kemudian diturunkan menjadi 40 % KL yaitu 28%. Reduksi hingga 19% juga terjadi pada perlakuan pemberian air 60% KL pada fase vegetatif dan 100% KL fase generatif (C8) dan perlakuan pemberian air 40% KL fase vegetatif dan 100% KL fase generatif (C9). Perlakuan pemberian air 40% KL pada fase vegetatif dan generatif menunjukkan penghambatan yang paling besar hingga 36% terhadap diameter bunga tanaman bunga matahari.

4.1.7.2 Persentase biji bernas

Berdasarkan hasil analisis ragam terhadap persentase biji bernas dari bunga matahari tidak menunjukkan perbedaan yang nyata diantara perlakuan pemberian air. Rata-rata persentase biji bernas disajikan pada Tabel 6.

4.1.7.3 Berat 100 Biji

Dari hasil analisis ragam terdapat perbedaan nyata diantara perlakuan terhadap pengamatan berat 100 biji tanaman bunga matahari (Tabel 6). Pemberian air 100% KL pada fase vegetatif dan 80% KL pada fase generatif (C4) dan perlakuan pemberian air 80% KL fase vegetatif dan 100% KL fase generatif (C7) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 100% KL (C0) bahkan perlakuan pemberian air 80% KL di seluruh periode penanaman (C1) bisa menyamai hasil berat 100 biji perlakuan pemberian air C0. Penurunan hasil mulai terlihat pada pemberian air 60% KL (C2) dimana berat 100 biji turun sebesar 30% dan semakin menurun pada perlakuan pemberian air 40 % KL (C3) hingga 48%. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh perlakuan C5 dimana terjadi penurunan berat 100 biji ketika jumlah air yang sebelumnya diberikan 100% KL kemudian diturunkan menjadi 60% KL pada fase generatif dan semakin menurun pada perlakuan C6 (diturunkan 40% KL pada fase generatif) hingga 29%. Sebaliknya perlakuan kondisi kekurangan air 60% KL pada fase vegetatif dan 100% KL pada fase generatif (C8) masih bisa menyamai hasil berat 100 biji perlakuan C0, sedangkan perlakuan kondisi kekurangan air 40% KL pada fase

vegetatif dan 100% KL pada fase generatif (C9) menunjukkan penurunan hasil berat 100 biji hingga 30%.

Tabel 6. Pengamatan Komponen Hasil Tanaman Bunga Matahari akibat Perlakuan Kondisi Kekurangan Air

Perlakuan Kapasitas Lapang	Diameter Bunga (cm)	Persentase Biji Bernas (%)	Berat 100 biji (g)	Bobot Segar Tanaman (g)	Bobot Kering Tanaman (g)
CO (100% Veg- Gen)	16,20 de	75,7	6,22 d	1068,17 f	341,33 e
C1 (80% Veg-Gen)	14,20 bc	76,6	5,98 d	1021,00 e	323,83 cd
C2 (60% Veg-Gen)	11,40 a	79,1	4,37 b	865,33 b	276,83 b
C3 (40% Veg-Gen)	10,40 a	70,7	3,23 a	583,50 a	231,00 a
C4 (100% Veg - 80% Gen)	14,90 cd	75	5,77 cd	1032,33 e	329,33 cde
C5 (100% Veg - 60% Gen)	13,20 b	78,6	4,87 bc	956,50 cd	318,00 c
C6 (100% Veg - 40% Gen)	11,60 a	82,5	4,41 b	928,33 c	287,50 b
C7 (80% Veg - 100% Gen)	16,70 e	73,4	6,37 d	1033,33 e	338,33 de
C8 (60% Veg - 100% Gen)	13,00 b	80,9	5,62 cd	974,50 d	323,00 c
C9 (40% Veg - 100% Gen)	13,10 b	81	4,32 b	1009,83 e	323,83 cd
BNT 5%	1,393	tn	1,024	30,973	14,951
KK (%)	6,033	6,291	11,678	1,906	2,818

Keterangan: Angka- angka yang didampingi dengan huruf yang sama, pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%, veg: fase vegetatif (1-35 HST), gen= fase generatif (36- 100 HST)

4.1.7.4 Kadar Minyak Bunga Matahari

Dari data hasil pengujian kadar minyak yang disajikan pada Tabel 7, dapat dilihat adanya respon dari perlakuan kondisi kekurangan air terhadap persentase kadar minyak biji. Perlakuan kondisi kekurangan air 80% KL selama periode penanaman (C1) masih bisa menyamai hasil minyak perlakuan C0 (100% KL). Reduksi kadar minyak mulai terlihat ketika kondisi kekurangan air meningkat 60% KL (C2) dimana kadar minyak turun 7% dan semakin menurun seiring meningkatnya kondisi kekurangan air hingga 40% KL (C3) sebesar 17%. Sedangkan pada perlakuan C4 (100% KL fase vegetatif - 80% KL fase generatif) tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan hasil kadar minyak perlakuan C0.

Kadar minyak biji mulai turun pada perlakuan C5 (100% KL fase vegetatif - 60% KL fase generatif) dan perlakuan C6 (100% KL fase vegetatif - 40% KL fase generatif). Sebaliknya pada perlakuan C7 (100% KL fase vegetatif - 40% KL fase generatif) dan C8 (100% KL fase vegetatif - 40% KL fase generatif) dimana kondisi kekurangan air hanya terjadi pada fase vegetatif masih bisa menyamai hasil perlakuan

C0. Penurunan terjadi pada perlakuan C9 yaitu kondisi kekurangan 40% KL pada fase vegetatif dan 100% KL pada fase generatif yaitu sebesar 12%.

4.1.7.5 Jumlah Biji per Bunga

Perlakuan kondisi kekurangan air tidak menunjukkan pengaruh terhadap rata-rata jumlah biji per bunga. Tetapi apabila dilihat dari Tabel 7, Perlakuan C0 (100% KL) menunjukkan hasil yang lebih tinggi, meskipun secara statistik tidak menunjukkan perbedaan nyata. Dapat dilihat juga bahwa terdapat penghambatan pengisian biji bunga matahari akibat kondisi kekurangan air sehingga jumlahnya lebih sedikit. Kondisi kekurangan air hingga 40% KL selama periode pertumbuhan (perlakuan C3) menurunkan jumlah biji sampai dengan 23%.

Tabel 8. Rata-rata Hasil Tanaman Bunga Matahari

Perlakuan (Kapasitas Lapang)	Kadar Minyak (%)	Jumlah Biji per Bunga	Berat Biji Kering Matahari per Tanaman (g.tan ⁻¹)	Hasil Minyak Tanaman (g.tan ⁻¹)
CO (100% Veg- Gen)	46,99 cd	539,5	35,81 g	16,85 h
C1 (80% Veg-Gen)	45,38 bcd	460,17	29,61 def	13,44 efg
C2 (60% Veg-Gen)	43,41 abc	466,5	20,17 b	8,75 b
C3 (40% Veg-Gen)	39,16 a	413,33	13,50 a	5,29 a
C4 (100% Veg - 80% Gen)	48,29 d	512,17	30,29 ef	14,63 fgh
C5 (100% Veg - 60% Gen)	43,69 abc	528	26,15 cde	11,43 cde
C6 (100% Veg - 40% Gen)	45,38 bcd	496,17	22,00 bc	9,95 bc
C7 (80% Veg - 100% Gen)	46,83 cd	481,33	33,04 fg	15,47 gh
C8 (60% Veg - 100% Gen)	46,43 cd	526,17	27,42 de	12,65 def
C9 (40% Veg - 100% Gen)	41,1 ab	506,67	24,94 bcd	10,34 bcd
BNT 5%	1,086	tn	4,81	2,619
KK (%)	6,0197	12,062	10,665	12,849

Ket: Angka- angka yang didampingi dengan huruf yang sama, pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%, veg: fase vegetatif (1-35 HST) gen = fase generatif (36- 100 HST)

4.1.7.6 Berat Biji per Bunga

Dari data hasil pengamatan berat biji per bunga yang disajikan pada Tabel 7, dapat dilihat adanya respon dari perlakuan kondisi kekurangan air terhadap berat biji. Perlakuan kondisi kekurangan air selama periode penanaman mulai dari 80% KL (C1) mulai menurunkan berat biji dan semakin menurun pada perlakuan 40% KL (C3) hingga 57%.

Perlakuan C4 (100% KL fase vegetatif – 80% KL fase generatif) juga menunjukkan penurunan terhadap hasil berat biji dan semakin menurun pada

perlakuan C5 (100% KL fase vegetatif – 60% KL fase generatif) dan perlakuan C6 (100% KL fase vegetatif – 40% KL fase generatif) hingga 38%. Sebaliknya pada perlakuan C7 (100% KL fase vegetatif – 40% KL fase generatif) dimana kondisi kekurangan air hanya terjadi pada fase vegetatif masih bisa menyamai hasil perlakuan C0. Penurunan terjadi pada perlakuan kondisi kekurangan 60% KL (C8) dan 40% KL (C9) pada fase vegetatif dan 100% KL pada fase generatif hingga 30%.

4.1.7.7 Hasil Minyak per Tanaman

Terdapat pengaruh dari perbedaan pemberian air terhadap hasil minyak bunga matahari per tanaman. Dapat dilihat dari Tabel 7 bahwa kondisi kekurangan air mempengaruhi hasil yang dapat diperoleh. Kondisi kekurangan air selama periode penanaman mulai dari 80% KL (C1), 60% KL (C2) hingga 40% KL (C3) secara bertahap pemberian tersebut semakin menurunkan hasil minyak per tanaman hingga 69% pada pemberian air 40% KL.

Penurunan juga ditunjukkan ketika perlakuan kondisi kekurangan air terjadi pada fase generatif (100% KL pada fase vegetatif) diantaranya perlakuan C5 (60% KL pada fase generatif) yang turun 32% dan perlakuan C6 (40% KL pada fase generatif) yang turun hingga 41% sedangkan perlakuan C4 (80% KL pada fase generatif) masih bisa menyamai hasil minyak perlakuan C0. Begitupun pada perlakuan C7 (80% KL fase vegetatif – 100% KL fase generatif) dimana hasil minyak masih bisa menyamai hasil perlakuan 100% KL (C0). Penurunan mulai terjadi pada perlakuan C8 (60% KL fase vegetatif – 100% KL fase generatif) dimana hasil turun 25% dan semakin turun hingga 39% pada perlakuan C9 (40% KL fase vegetatif – 100% KL fase generatif).

4.2 Pembahasan

Kondisi kekurangan air pada tanaman bunga matahari berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, kerapatan stomata, diameter bunga, berat 100 biji, bobot segar dan kering tanaman, jumlah biji per bunga, berat biji per bunga, kadar minyak dan hasil minyak per tanaman.

Jika dilihat dari peubah pertumbuhan, diperoleh hasil bahwa tanaman bunga matahari yang mendapatkan air 80% kapasitas lapang (KL) baik hanya pada fase vegetatif saja (C7), pada fase generatif saja (C4) masih mampu menyamai hasil tinggi, jumlah daun dan diameter batang perlakuan C0 (100% KL fase vegetatif dan fase generatif). Sedangkan perlakuan 80% KL pada fase vegetatif dan generatif (C1) terlihat mengalami penghambatan. Dari hasil pengamatan terhadap peubah tinggi tanaman, perlakuan 80% KL pada fase vegetatif dan generatif (C1) mulai menunjukkan penghambatan sampai dengan 7% pada umur 56 hst hingga 84 hst. Penurunan kapasitas lapang menjadi 60% KL (C2) dan 40% KL (C3) pada seluruh periode tanam lebih menurunkan peubah tinggi tanaman dari awal hingga akhir pengamatan (Tabel 2). Kapasitas lapang 60% dapat mereduksi tinggi tanaman sampai dengan 22% sedangkan kapasitas lapang 40% mereduksi hingga 39%.

Pengamatan jumlah daun dan diameter batang juga menunjukkan hasil yang sama dengan pengamatan tinggi dimana perlakuan kondisi kekurangan air menurunkan jumlah daun dan diameter batang dibandingkan dengan perlakuan kontrol 100% KL (tabel 3 dan 4). Perlakuan C4, C5, dan C6 yang pada fase vegetatif diberikan perlakuan 100% KL menunjukkan perkembangan tinggi, jumlah daun dan diameter batang yang baik seperti perlakuan C0. Tetapi ketika diturunkan menjadi 80%, 60% dan 40% KL pada fase generatif terlihat mengalami penghambatan pertumbuhan. Perlakuan C4 mulai menunjukkan penghambatan pada umur pengamatan 70 hst, sedangkan perlakuan C5 dan C6 sudah terlihat sejak 56 hst (Tabel 2,3 dan 4). Sedangkan perlakuan C7 (80% KL Veg - 100% KL Gen), C8 (60% KL Veg - 100% KL Gen) dan C9 (40% KL Veg - 100% KL Gen) mengalami penghambatan pertumbuhan pada fase vegetatif, kemudian terjadi percepatan pertumbuhan di fase generatif akibat perlakuan yang ditingkatkan menjadi 100% KL.

Whigham dan Minor (1978) menjelaskan bahwa cekaman kekurangan air yang terjadi pada fase vegetatif mengakibatkan daun yang terbentuk lebih kecil, berkurang-

nya diameter batang dan tanaman menjadi lebih pendek. Penjelasan tersebut diperkuat juga oleh Islami dan Utomo (1995) bahwa tanaman yang menderita cekaman, air secara umum mempunyai ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh normal. Herawati T, dan Setiamihardja (2000) juga menambahkan bahwa setelah terjadi cekaman umumnya terjadi percepatan pertumbuhan, akan tetapi ukuran daun lebih kecil dibandingkan dengan daun tanaman yang ada dalam keadaan normal.

Mekanisme yang terjadi pada tanaman yang mengalami stress air ialah dengan mengembangkan mekanisme respon terhadap kekeringan. Pengaruh yang dapat dilihat adalah pada jumlah dan ukuran daun untuk meminimumkan kehilangan air. Mekanisme ini di satu pihak mempertahankan kelangsungan hidup tanaman tetapi di pihak lain mengurangi bobot kering tanaman (Gardner *et al*,1991). Menurut Harjadi dan Yahya (1988), cekaman kekeringan yang sedikit saja sudah cukup menyebabkan lambat atau berhentinya pembelahan dan pembesaran sel. Hal ini terlihat jelas pada perlakuan pemberian air 40% kapasitas lapang dimana tanaman bunga matahari air berupaya memperlambat pertumbuhannya dengan memperpanjang fase vegetatif (Lampiran 11) sehingga awal munculnya bunga mengalami kemunduran. Perlakuan C0 (100% KL pada fase vegetatif dan fase generatif) mulai muncul bunga pada umur 37 hari setelah transplanting sedangkan tanaman bunga matahari pada perlakuan C3 (40% KL pada fase vegetatif dan fase generatif) mulai muncul bunga pada umur 56 hari setelah transplanting.

Jumin (1994) menjelaskan bahwa jika suatu tanaman mengalami cekaman air yang semakin besar, diferensiasi organ-organ baru dan perluasan maupun pembesaran organ yang telah ada merupakan bagian yang pertama kali menunjukkan respon. Stres yang lebih lanjut akan menyebabkan berkurangnya laju fotosintesis. Defisit air pada saat proses fotosintesis berlangsung berakibat pada penurunan kecepatan fotosintesis. Hal ini sebagai akibat dari menutupnya stomata, meningkatnya resistensi mesofil yang akhirnya memperkecil efisiensi fotosintesis. Sufiyanto (2004) dalam penelitiannya melaporkan peranan air sangat mempengaruhi proses pembungaan dimana pemberian air normal setiap harinya lebih cepat membantu proses pembungaan dibandingkan pemberian air setengah ataupun sepertiga dari kebutuhan air normal setiap harinya.

Air di dalam jaringan tanaman selain berfungsi sebagai penyusun utama jaringan yang aktif mengadakan kegiatan fisiologis, juga berperan penting dalam memelihara turgiditas yang diperlukan untuk pembesaran dan pertumbuhan sel

(Kramer, 1980). Peranan yang penting ini menimbulkan konsekuensi bahwa secara langsung atau tidak langsung defisit air tanaman akan mempengaruhi semua proses metabolisme dalam tanaman yang mengakibatkan terganggunya proses pertumbuhan (Pugnaire dan Pardos, 1999). Kramer (1980) juga menjelaskan bahwa kekurangan air di dalam jaringan tanaman dapat disebabkan oleh kehilangan air yang berlebihan pada saat transpirasi melalui stomata dan sel lain seperti kutikula atau disebabkan oleh keduanya. Namun lebih dari 90% transpirasi terjadi melalui stomata di daun. Selain berperan sebagai alat untuk penguapan, stomata juga berperan sebagai alat untuk pertukaran CO₂ dalam proses fisiologi yang berhubungan dengan produksi.

Stomata berperan penting sebagai alat untuk adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Pada kondisi cekaman kekeringan maka stomata akan menutup sebagai upaya untuk menahan laju transpirasi (Pugnaire dan Pardos, 1999). Beberapa tanaman beradaptasi terhadap cekaman kekeringan dengan cara mengurangi ukuran stomata dan jumlah stomata (Price dan Courtois, 1991). Dari penjelasan diatas, dapat dilihat di tabel 5 bahwa tanaman mencoba beradaptasi dengan kondisi kekurangan air dengan menurunkan kerapatan stomata daun. Perlakuan C4 (100% KL Veg - 80% KL Gen) dan C7 (80% KL Veg - 100% KL Gen) tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan C0 (100% KL veg- gen). Perlakuan 80% KL di seluruh fase pertumbuhan masih mampu menyamai kerapatan stomata perlakuan C0 begitupun dengan perlakuan C5 (100% KL Veg - 60% KL Gen). Sedangkan perlakuan C3 (40% KL veg- gen) dan C9 (40% KL Veg- 100% KL Gen) menunjukkan kerapatan stomata terendah. Perlakuan C6 yang pada fase vegetatif diaplikasikan 100% KL, kemudian diturunkan menjadi 40% KL pada fase generatif menunjukkan adaptasi terhadap cekaman dengan mengurangi jumlah stomatanya. Dickson *et al.* (2000) menyatakan bahwa semakin banyak stomata pada daun atau semakin tinggi kerapatan stomata berarti semakin banyak ruang pada daun yang dapat melepaskan air ke atmosfer. Adanya perbedaan dalam struktur dan kerapatan stomata pada umumnya diikuti oleh perubahan aktivitas fisiologi tanaman.

Tanaman yang mengalami kekurangan air baik hanya pada fase vegetatif, generatif atau selama pertumbuhannya kecuali perlakuan C7 (80% KL Veg - 100% KL Gen) memiliki diameter bunga yang lebih rendah dari perlakuan C0 (100% KL Veg- Gen). Berat 100 biji tanaman juga menunjukkan hasil yang berbanding lurus dengan diameter bunga. Terlihat perbedaan nyata diantara perlakuan terhadap berat

100 biji (Tabel 6). Kondisi kekurangan air yang semakin berat (60% KL - 40% KL) sangat mempengaruhi komponen hasil bunga matahari. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Khan *et al.* (2000) dalam penelitiannya di Pakistan dimana stress air dapat menurunkan komponen hasil bunga matahari diantaranya diameter bunga, berat 100 biji. Hal ini diduga karena adanya perubahan lingkungan tumbuh terhadap ketersediaan air (kondisi kering) yang akan menghambat serapan air dan hara oleh tanaman serta menurunkan laju fotosintesis sehingga akan membatasi tingkat produksi fotosintat serta alokasinya ke bagian reproduktif. Jika pada media tumbuh tidak cukup tersedia air untuk mengganti sejumlah air yang dievapotranspirasikan maka tanaman akan mengalami gangguan terhadap aktivitas pertumbuhan maupun kemampuan berproduksi (Ariffin, 2002) dan hal ini nampak dengan terbentuknya bunga yang kecil termasuk biji yang kecil (dapat dilihat dari berat 100 biji).

Pengaruh lingkungan diantaranya rata-rata suhu setiap hari di dalam rumah kaca sangat tinggi berkisar antara 27°C – 34°C (Lampiran 11) sehingga proses transpirasi dan evaporasi sangat tinggi. Menurut Ariffin (2002), suhu udara merupakan faktor lingkungan yang mempunyai kontribusi yang cukup besar terhadap laju transpirasi dan evaporasi, semakin tinggi suhu udara maka laju transpirasi dan laju evaporasi semakin tinggi juga. Mekanisme proses transpirasi dan evaporasi berfungsi untuk menjaga keseimbangan suhu di dalam tubuh tanaman sehingga aktifitas enzimatis pada proses biokimia dalam rangkaian fotosintesis dapat berjalan normal. Semakin besar evapotranspirasi yang terjadi pada tanaman bunga matahari berarti kehilangan air pada tanaman dan media tumbuhnya juga semakin besar.

Menurut Doorenbos dan Kassam (1979) dan Putnam (1990) suhu optimum pada siang hari untuk pertumbuhan tanaman bunga matahari berkisar antara 21°C – 26°C . Suhu rata-rata harian pada siang hari dalam rumah kaca berkisar antara 34°C – 37°C (Lampiran 11). Suhu ini berpengaruh pada besarnya proses transpirasi dan menutupnya stomata serta reaksi enzim. Suhu yang terlalu tinggi menyebabkan transpirasi yang tinggi sehingga air yang menguap dari tanaman semakin banyak. Jumlah air yang tersedia dalam tanah sedikit akan menyebabkan tanaman menjadi layu. Di samping itu, juga di lampirkan data curah hujan (lampiran 13) sebagai data penunjang untuk mengetahui keadaan lapang (luar rumah kaca) pada saat penelitian.

Blum (1996) menyatakan bahwa pada saat pasokan air tidak mencukupi kebutuhan evapotranspirasi (tanaman mengalami stress air), transpirasi dan asimilasi

cenderung mulai menurun. Lebih lanjut Havaux (1992) menyatakan bahwa kapasitas fotosintesis dapat digunakan sebagai penanda respon tanaman terhadap cekaman kekeringan. Bobot kering tanaman, merupakan peubah yang dapat menggambarkan kapasitas fotosintesis tanaman. Ini diperkuat oleh pendapat Levitt (1980) yang menyatakan bahwa penurunan taraf biomassa tanaman merupakan salah satu bentuk tanggapan tanaman terhadap cekaman kekeringan.

Dari penjelasan diatas, dapat dilihat bahwa tanaman yang mengalami kekurangan pasokan air dari tanah akan terhambat pembentukan organnya sehingga pada akhirnya akan menurunkan berat kering tanaman. Tanaman yang mendapat air pada kondisi kapasitas lapang (C0) menghasilkan bobot kering tertinggi. Perlakuan kapasitas lapang 60% KL (C2) dan 40% KL (C3) selama pertumbuhan paling menghambat penambahan biomassa tanaman hingga 32 %. Menurut Ariffin (2002), tanaman yang mengalami cekaman kekurangan air akan mengalami gangguan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Pertumbuhan dan hasil tanaman lebih dikenal sebagai proses perubahan penampilan suatu tanaman atau organisme akibat bertambahnya umur meliputi perubahan ukuran, jumlah maupun bobot terhadap sebagian ataupun keseluruhan organ tanaman.

Pada pengukuran kadar minyak, dapat dilihat dari tabel 6 bahwa kondisi kekurangan air dapat menurunkan kadar minyak bunga matahari. Kadar minyak perlakuan C4 (100% KL vegetatif - 80% KL generatif) dan C7 (80% KL vegetatif - 100% KL generatif) menunjukkan perbedaan yang tidak nyata dengan hasil kadar minyak perlakuan C0 (100% KL vegetatif - generatif). Perlakuan C8 (60% KL vegetatif - 100% KL generatif) dan C1 (80% KL vegetatif dan generatif) juga masih bisa menyamai hasil kadar minyak perlakuan C0. Perlakuan kapasitas lapang 80% (perlakuan C1), 60% (perlakuan C2), 40% (perlakuan C3) selama pertumbuhan secara bertahap semakin menurunkan kadar minyak bunga matahari. Hasil ini sama dengan yang dilaporkan Khan *et al.* (2000) dalam penelitiannya di Pakistan dimana perlakuan kapasitas lapang yang semakin rendah, akan menurunkan kadar minyak matahari.

Kondisi kekurangan air juga mempengaruhi jumlah biji perbunga meskipun dari hasil analisis ragam tidak menunjukkan perbedaan nyata. Dari hasil biji yang ada pada tabel 7, jumlah biji terendah dihasilkan oleh perlakuan kapasitas lapang 60% KL (C2) dan 40% KL (C3) selama periode pertumbuhan. Penghambatan juga terlihat pada berat biji per bunga dimana perlakuan kondisi kekurangan air selama periode pena-

naman (perlakuan C3) dapat menurunkan berat biji per bunga hingga 57%. Ariffin (2002) menjelaskan bahwa tanaman yang mengalami cekaman kekurangan air akan mengalami gangguan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Pertumbuhan dan hasil tanaman lebih dikenal sebagai proses perubahan penampilan suatu tanaman atau organisme akibat bertambahnya umur meliputi perubahan ukuran, jumlah maupun bobot terhadap sebagian ataupun keseluruhan organ tanaman.

Pada pengamatan hasil minyak per tanaman pada tabel 7 dapat dilihat bahwa meskipun kadar minyak perlakuan C1 dan C8 masih mampu menyamai hasil kadar minyak perlakuan C0 tetapi hasil minyak per tanaman mengalami penurunan hingga 24%. Ini dikarenakan berat biji yang dihasilkan perlakuan C1 dan C8 lebih rendah daripada perlakuan C0. Hasil yang sama juga dilaporkan Khan *et al.* (2000) dimana kadar minyak turun seiring menurunnya jumlah air yang tersedia dalam tanah.

Pada tanaman bunga matahari kondisi kekurangan air menimbulkan pengaruh penurunan pertumbuhan tanaman sejak di awal pengamatan. Seiring dengan semakin bertambah umur tanaman, cekaman kekeringan semakin nyata menekan pertumbuhan yang diindikasikan semakin rendah hasilnya (Tabel 2-7). Kondisi kekurangan air 80% KL (C4 dan C7) secara umum masih bisa menyamai pertumbuhan dan hasil tanaman kecuali perlakuan C1 yang pemberian airnya di seluruh periode penanaman. Penurunan mulai ditunjukkan ketika diberi cekaman 60% KL tanaman bunga matahari dengan memberikan respon memperlambat pertumbuhan dan perkembangan semua organ tanaman. Perlambatan terus terjadi seiring dengan semakin berat tingkat cekaman kekeringan (40% KL). Memperlambat pertumbuhan dan perkembangan organ tanaman merupakan suatu mekanisme tanaman menghadapi cekaman kekeringan. Oleh karena ketika tanaman bunga matahari mengalami kondisi kekurangan air, ia berupaya mempertahankan pertumbuhan dengan mengurangi penggunaan air dengan memperkecil semua permukaan tanaman yang berhubungan dengan evapotranspirasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kondisi kekurangan air dibawah 80% kapasitas lapang dapat menurunkan pertumbuhan tanaman juga menghambat pembungaan dan pembentukan biji bunga matahari.
2. Tanaman bunga matahari tidak tahan terhadap kondisi kekurangan air sampai dengan 40% kapasitas lapang karena dapat menurunkan kadar minyak hingga 17%.

5.2 Saran

Perlakuan pemberian air 80% kapasitas lapang pada fase vegetatif dan 100% KL pada fase generatif dapat digunakan dalam budidaya tanaman bunga matahari.



DAFTAR PUSTAKA

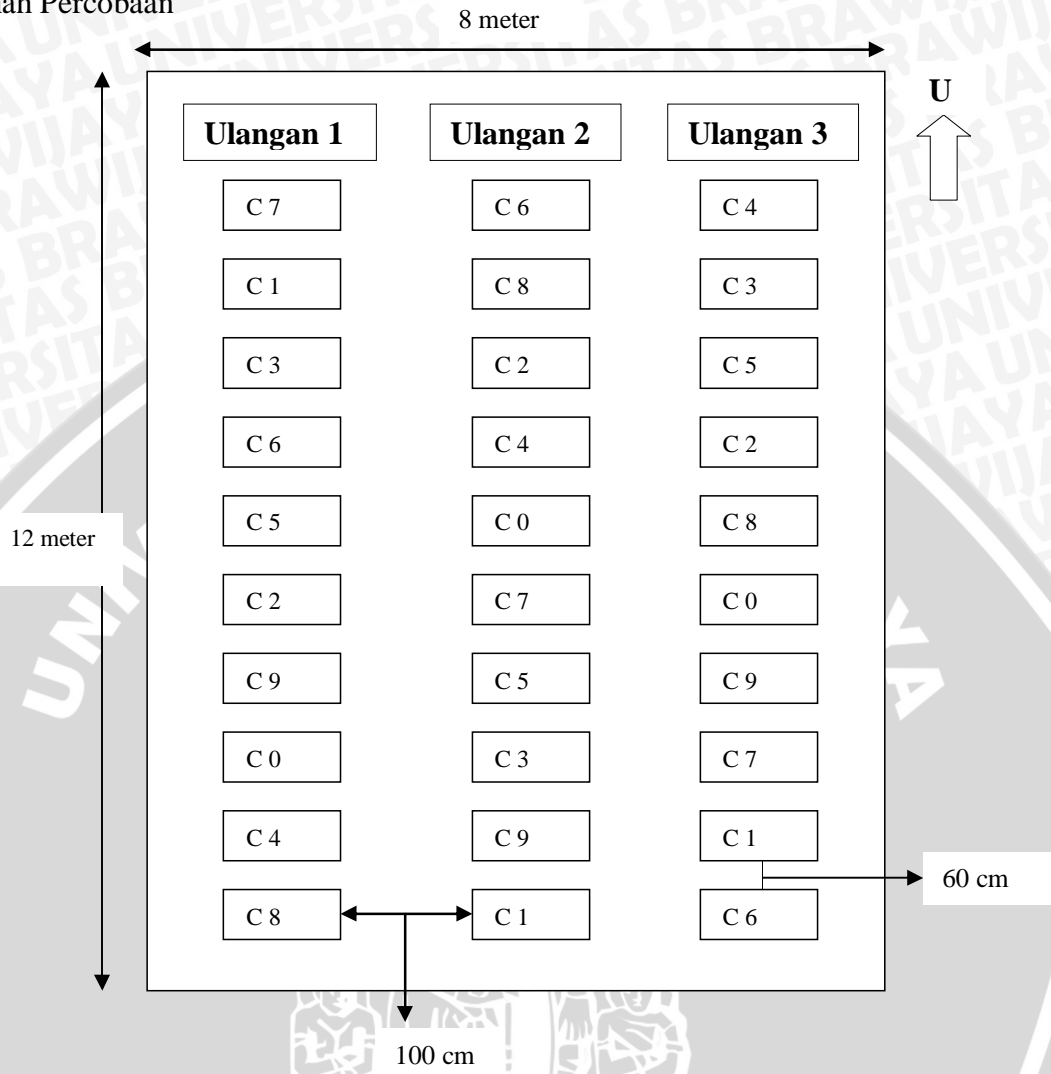
- Al-Ghamdi A, Hussain G, AL-Noaim H. 1991. Effect of irrigation intervals on yield and water use efficiency of sunflower (*Helianthus annuus* L.). King Faisal University. Al-Ahsa, Saudi Arabia . 5(4): 289-296
- Anonymous. 2000. Water Management of Sunflower. [Ikisan.com/ Introduction /Method Of Irrigation > Irrigation Schedule > Water Utilization And Its Effects](http://ikisan.com/Introduction/Method%20Of%20Irrigation%20Irrigation%20Schedule%20Water%20Utilization%20And%20Its%20Effects). [Diakses tanggal 3 Maret 2010].
- Arrifin. 2002. Cekaman Air dan Kehidupan Tanaman. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. p. 1- 12
- Ben GY, Osmond CB; Sharkey TD. 1987. Comparisons of photosynthetic response of *Xanthium strumarium* and *Helianthus annuus* to chronic and acute water stress in sun and shade, Plant physiology. 84(2): 476-482
- Berglund, R. 2007. Sunflower Production. ND Agricultural Experiment Station. North Dakota State University. p. 16
- Blum, A. 1996. Crop response to drought and the interpretation of adaptation. Plant Growth Regulation 20(2): 135-148.
- Cholid, M, Nurindah, Herwati, Anik. 2009. Tanaman Perkebunan Penghasil Bahan Bakar Nabati. IPB Press. Bogor. p. 23- 53
- Dickson R.E. 2000. Forest atmosphere carbon transfer and storage – II (FACTS–II). The aspen free-air CO₂ and O₃ enrichment (FACE) project: an overview. USDA Forest Service, in press. p.68
- Doorenbos, J. and A. H. Kassam. 1979. Yield Responses to Water. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Rome. Italy. p. 33
- Gardner, F.P., R. B. Pearce, R dan I. Mitchell. 1985. Fisiologi Tanaman Budidaya. Herawati Susilo (Penerjemah) Jakarta: Universitas Indonesia. p. 84-92
- Goldsworthy, P. R dan N. M. Fisher. 1995. Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. p. 404.
- Graan T. and Boyer JS. 1990. Very high CO₂ partially restores photosynthetiand partitioning of dry matter in sunflower. Plant 181(1): 378-384.
- Harjadi, S.S dan S. Yahya. 1988. Fisiologi Stres Lingkungan. Bogor. PAU Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Hal.136-176.
- Hardjowigeno, S. 1997. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta. p. 148
- Haryati. 2003. Pengaruh Cekaman Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman. Perpustakaan Digital USU. Program Studi Hasil Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan. p. 1-4
- Havaux, M. 1992. Stress tolerance of photosystem-II in vivo-antagonistic effects of water, heat, and photoinhibition stresses. Plant Phsyiol. 100(1): 424- 432.
- Herawati, T dan R Setiamihardja.2000. Diktat kuliah pemuliaan tanaman lanjutan. Fakultas pertanian. Universitas Padjajaran, Bandung. p. 16-21

- Islami, T. dan W. H. Utomo. 1995. Hubungan Tanah, Air dan Tanaman. IKIP Semarang Press. Semarang. p. 191- 203
- Jumin, H. B. 1994. Pengantar Agronomi. Rajawali Press. Jakarta. p. 140
- Khan Ameer, Iqbal Muhammad and Ahmad Iftikhar. 2000. Effect of Diffeterent water Stress Levels on Yield and Oil Content of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Cultivars. Pakistan J. Biol Sci. University of Agriculture. Pakistan. 3(10): 1632-1633
- Kramer, P. J. 1980. Drought, Stress and the Origin of Adaptation, In: N.C Turner and P.J. Kramer, Adaptation of Plants to Water and High Temperatur Stress. Jhon Wiley, Inc. New York. p.50-64.
- Lakitan, B. 1996. Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman. Rajawali Pers. Jakarta. p. 82-146
- Levitt, J. 1980. Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress. New York. p. 437- 439
- Mahmuddin. 2009. Cekaman Pada Makhluk Hidup. <http://www.wordpress.com/mahmuddin.blogspot.com/Ekologi>. [Diakses 16 Maret 2010]
- Mansfield., T.A. and C. J. Atkinson. 1990. Stomatal behavior in water stressed plants. In Alscher ang Cumming (Ed.). Stress respons in plant: adaptation and acclimation mechanisms. Wiley-Liss, Inc., New York. p. 241-246
- Mullet, J.E. and M.S. Whitsitt. 1996. Plant cellular responses to water deficit. Plant Growth Reg. 20: 119-124.
- Navari-Izzo, F. and N. Rascio. 1999. Plant response to water-defisit conditions. In M. Pessarakli (Ed.). Handbook of plant and crop stress. 2bd. Marcell Dekker. New York. p. 231-270
- Paimin, R. 2004. Supaya Matahari Tumbuh Bernas. Artikel Perkebunan. Bunga Matahari 1. Program PPS Universitas Brawijaya Malang. p. 372
- Pankovic, D., Sakac, Z., and Kevressen S. 1999. Acclimation to Long-term Water Deficit in The Leaves of Two Sunflower Hybrids. J. Exp. Botany. New York. 50(12): 127-138
- Pugnaire, F. I., L. Serrano and J. Pardos. 1999. Constrains by water stress on plant growth. In M. Pessarakli (Ed.). Handbook of Plant and Crop. New York. p. 271-283
- Putnam, D.H. 1990. Alternative field crops manual. Dept of Agronomy and Plant Genetics University of Minnesota. Sunflower Chapter. p. 1-2
- Steenis. 1992. Flora. PT. Pradya Paramitha. Jakarta. p.413
- Sufianto, 2004. Kajian Cekaman Air dan Jumlah Ginofor Kacang Tanah (*Arachis hypogeal* L.). Tropika. Jurnal Penelitian Pertanian. 12 (2).
- Unger, P.W. 1982. Time and frequency of irrigation effects on sunflower production and water use. Soil Sci. Soc. Am. J. 36:1072-1076.

Whigham, D. K., and H. C. Minor. 1978. Agronomic Characteristic and Environmental Stress. *In* A. G. Norman (Eds) Soybean: Physiology, Agronomy, and Utilization. Academic Press. New York. p. 77–118.



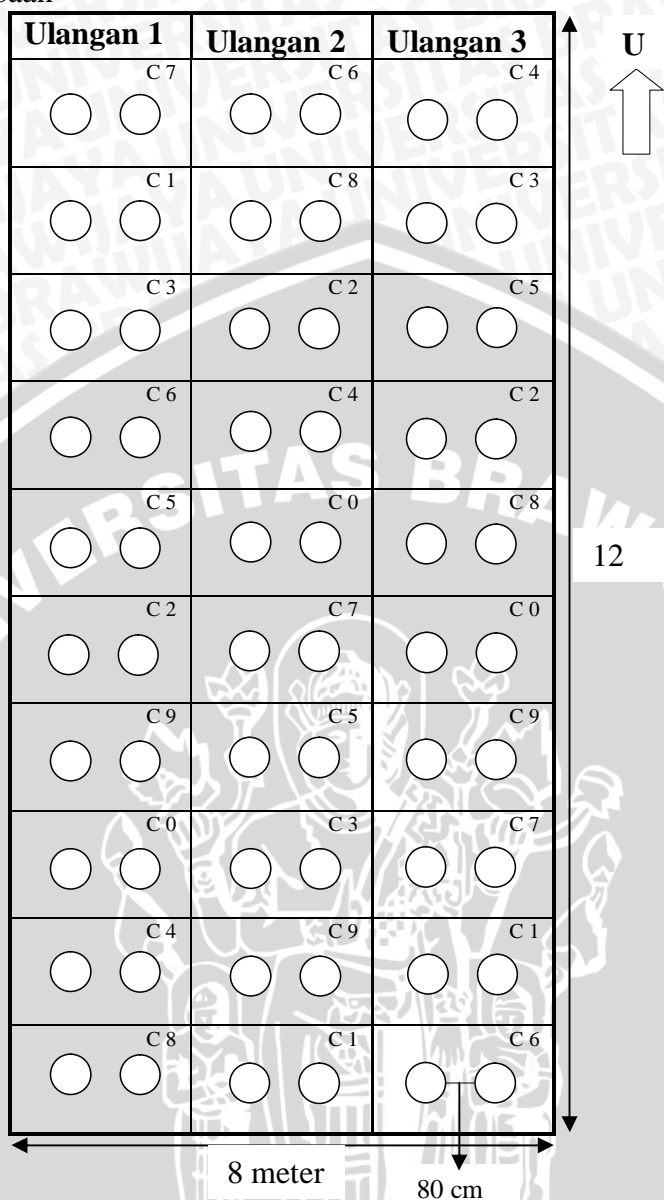
Lampiran 1. Denah Percobaan dan Petak Percobaan
Denah Percobaan



Keterangan :

- C0 = 100 % pada fase vegetatif dan generatif (kontrol).
- C1 = 80 % pada fase vegetatif dan generatif.
- C2 = 60 % pada fase vegetatif dan generatif.
- C3 = 40 % pada fase vegetatif dan generatif.
- C4 = 100 % pada fase vegetatif dan 80 % pada fase generatif.
- C5 = 100 % pada fase vegetatif dan 60 % pada fase generatif.
- C6 = 100 % pada fase vegetatif dan 40 % pada fase generatif.
- C7 = 80 % pada fase vegetatif dan 100 % pada fase generatif.
- C8 = 60 % pada fase vegetatif dan 100 % pada fase generatif.
- C9 = 40 % pada fase vegetatif dan 100 % pada fase generatif.

Petak Percobaan



Keterangan :

Ukuran pot : 40 cm (diameter)

Jarak antarpot : 80 cm x 60 cm

Jarak antar ulangan : 100 cm

Lampiran 2. Perhitungan Kapasitas Lapang.

Diketahui :

Jenis tanah : Alfisol

Berat pipa = 36,6 gram

BTKU = 100 gram

BTKO + pipa = 114,6 gram \longrightarrow BTKO = 114,6 g - 36,6 g = 78 gram

BTKL + pipa = 161,4 gram \longrightarrow BTKL = 161,4 g - 36,6 g = 124,8 gram

$$\text{KAKU} = \frac{\text{BTKU} - \text{BTKO}}{\text{BTKO}} \times 100\% = \frac{100\text{g} - 78\text{g}}{78\text{g}} \times 100\% = 28,2\%$$

$$\text{KAKL} = \frac{\text{BTKL} - \text{BTKO}}{\text{BTKO}} \times 100\% = \frac{124,8\text{g} - 78\text{g}}{78\text{g}} \times 100\% = 60\%$$

Air maksimal yang ditambah untuk mencapai kapasitas lapang

$$= \frac{\text{KAKL} - \text{KAKU}}{100\%} \times \text{Berat tanah yang dipakai} = \frac{(60 - 28)\%}{100\%} \times 15 \text{ kg}$$

$$= 4,77 \text{ kg}$$

Massa jenis air $1\text{g}/\text{cm}^3$, maka :

$$1\text{g}/\text{cm}^3 = 1\text{kg}/\text{dm}^3$$

4,77 kg : setara dengan : 4,77 liter air.

Jadi, jumlah air yang ditambahkan pada tanah 15 kg =

$$100\% \text{ KL} = 4,77 \text{ kg}$$

$$80\% \text{ KL} = 80/100 \times 4,77 \text{ kg} = 3,82 \text{ kg}$$

$$60\% \text{ KL} = 60/100 \times 4,77 \text{ kg} = 2,86 \text{ kg}$$

$$40\% \text{ KL} = 40/100 \times 4,77\text{kg} = 1,90 \text{ kg}$$

Keterangan:

BTKU : Berat Tanah Kering Udara (gram)

BTKO : Berat Tanah Kering Oven (gram)

BTKL : Berat Tanah Kapasitas Lapang (gram)

KAKU : Kadar Air Kering Udara (%)

KAKL : Kadar Air Kapasitas Lapang (%)

Lampiran 3. Perhitungan Kebutuhan Pupuk

Diketahui:

Pupuk Urea : 100 kg/ha = 100.000 gram/ ha

SP36 : 200 kg/ha = 200.000 gram/ ha

KCl : 100 kg/ha = 100.000 gram/ha

Jarak tanam : 60 cm x 80 cm = 0,6 m x 0,8 m = 0,48 m²

$$\text{Jumlah tanaman} = \frac{10.000 \text{ m}^2}{0,48 \text{ m}^2} = 20.833 \text{ tanaman}$$

• Pupuk Urea = 100 kg/ ha

$$\text{Jumlah pupuk/ tanaman} = \frac{100.000 \text{ g}}{20.833} = 4,8 \text{ gram/ tanaman}$$

Pemberian pupuk : Awal (1 HST) = ¼ dosis = 1,2 gram

Tengah (36 HST) = ½ dosis = 2,4 gram

Akhir (60 HST) = ¼ dosis = 1,2 gram

Pupuk SP 36 = 200 kg/ ha

$$\text{Jumlah pupuk/ tanaman} = \frac{200.000 \text{ g}}{20.833} = 9,6 \text{ gram/ tanaman}$$

Pemberian pupuk : Awal (1 HST) = ¼ dosis = 2,4 gram

Tengah (36 HST) = ½ dosis = 4,8 gram

Akhir (60 HST) = ¼ dosis = 2,4 gram

• Pupuk KCl = 100 kg/ ha

$$\text{Jumlah pupuk/ tanaman} = \frac{100.000 \text{ g}}{20.833} = 4,8 \text{ gram/ tanaman}$$

Pemberian pupuk : Awal (1 HST) = ¼ dosis = 1,2 gram

Tengah (36 HST) = ½ dosis = 2,4 gram

Akhir (60 HST) = ¼ dosis = 1,2 gram

Lampiran 4. Hasil Analisis Kadar Minyak Bunga Matahari

DEPARTEMEN PERTANIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TANAMAN PERKEBUNAN

BALAI PENELITIAN TANAMAN TEMBAKAU DAN SERAT

Jalan Raya Karangploso
Kotak Pos 199
Malang - 65126

Telpon : (0341) 491447
Faximile: (0341) 485121
E-mail : balittas@litbang.deptan.go.id

LABORATORIUM EKOFISIOLOGI DAN MUTU HASIL

Asal Contoh : Ibu Dian (Universitas Brawijaya)
Macam Contoh : Serbuk biji bunga matahari kupas
Jumlah Contoh : 30 (tiga puluh)
Macam Analisa : Kadar minyak
Hasil Analisa :

No.	Identitas Contoh	Kadar minyak WB (%)	Kadar air (%)	Kadar Minyak DB (%)
1.	C0V1	44,217	8,206	48,170
2.	C1V1	42,204	8,209	45,978
3.	C2V1	41,519	9,091	45,671
4.	C3V1	36,833	9,431	40,668
5.	C4V1	43,704	10,112	48,621
6.	C5V1	42,389	8,643	46,399
7.	C6V1	42,263	8,485	46,182
8.	C7V1	42,343	7,662	45,857
9.	C8V1	44,203	8,622	48,374
10.	C9V1	37,329	8,970	41,007
11.	C0V2	43,475	7,371	46,935
12.	C1V2	43,600	8,250	47,520
13.	C2V2	36,654	7,711	39,717
14.	C3V2	36,763	8,696	40,264
15.	C4V2	44,617	7,241	48,100
16.	C5V2	37,712	5,425	39,875
17.	C6V2	42,843	7,698	46,416
18.	C7V2	43,342	7,162	46,686
19.	C8V2	39,141	7,181	42,169
20.	C9V2	42,253	7,482	45,670
21.	C0V3	41,758	6,984	44,893
22.	C1V3	38,796	8,998	42,632
23.	C2V3	41,269	7,937	44,827
24.	C3V3	31,802	12,957	36,536
25.	C4V3	44,875	6,817	48,158
26.	C5V3	42,068	6,101	44,801
27.	C6V3	39,580	9,127	43,555
28.	C7V3	44,453	7,309	47,958
29.	C8V3	44,755	8,192	48,748
30.	C9V3	32,580	11,069	36,635

Keterangan: WB = Wet Base; DB = Dry Base

Malang, 15 Desember 2010

Kepala Seksi Jasa Penelitian,

Ketua Laboratorium,

Analisis,



Ir. Erena Nurdijati, MSc
NIP. 19640903199003 2 001

Ir. A.S. Murdiyati, MS
NIP. 19520815 197903 2 001

Wiediarto Apriantono, SP

Lampiran 5. Hasil Analisis Contoh Tanah

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
Jalan Veteran Malang 65145



Telp. : 0341 - 551611 psw. 316, 553623 Fax : 0341 - 564333, 560011 e-mail : soilub@brawijaya.ac.id

Nomor : 348 / H.10.4 / KT / T / 2010
Mohon maaf, bila ada kesalahan dalam penulisan : Nama, Gelar, Jabatan dan Alamat

HASIL ANALISIS CONTOH TANAH

a.n. : Fardiansyah
Alamat : Jl. Gajayana Gg I C No.708 - Malang
Lokasi : Jatikerto

Terdapat kering oven 105°C

No.Lab	Kode	pH 1:1		C. organik	N. total	C/N	P. Bray1	K	Na	Ca	Mg	KTK	Jumlah Basa	K B	Pasir	Debu	Liat	Tekstur
		H ₂ O	KCl 1M															
TNH 635	Tanah	6.0	5.4	0.64	0.20	3	119.36	1.07	0.84	6.25	0.32	18.42	8.48	46	37	39	24	Lempung

Keterangan
KTK : Kapasitas Tukar Kation
KB : Kejenuhan Basa



Ketua Lab. Kimia Tanah
Prof. Dr. Ir. Syekmani, MS
NIP. 19480723 197802 1 001

Didukung Laboratorium, Analisa lengkap dan khusus untuk kepentingan Mahasiswa, Dosen dan Masyarakat. LAB. KIMIA TANAH : Analisa Kimia Tanah / Tanaman, dan Rekomendasi Pemupukan
 LAB. FISIKA TANAH: Analisa Fisik Tanah, Perancangan Konservasi Tanah dan Air, serta Rekomendasi Irigasi LAB. PEDOLOGI, PENGINDERAAN JAUH & PEMETAAN: Interpretasi Foto Udara, Pembuatan Peta, Survei Tanah dan Evaluasi Lahan, Sistem Informasi Geografi dan Pengambilan Bahan Organik dan Pengelolaan Kesuburan Tanah
Secara Biologi LAB. BIOLOGI TANAH : Analisa Kualitas Bahan Organik dan Pengelolaan Kesuburan Tanah
CD: Dokumen hasil analisis: Jnr. 101346.xls

Lampiran 6. Perbandingan Hasil Biji Tanaman Bunga Matahari akibat Kondisi Kekurangan Air



Lampiran 7. Keragaman Diameter Bunga Matahari Akibat Perlakuan Kondisi Kekurangan Air



Lampiran 8. Gambar Tanaman Bunga Matahari



Ulangan 1



Ulangan 2



Ulangan 3

Gambar 2. Tanaman Bunga Matahari Umur 4 Minggu Setelah Transplanting



Gambar 3. Perbandingan Perkembangan Tanaman Pada Umur 10 Minggu Setelah Transplanting



Gambar 4. Contoh Pengamatan Tanaman Bunga Matahari Pada Umur 12 Minggu Setelah Transplanting

Keterangan :

C0 = 100 % KL pada fase vegetatif dan generatif (kontrol).

C1 = 80 % KL pada fase vegetatif dan generatif.

C2 = 60 % KL pada fase vegetatif dan generatif.

C3 = 40 % KL pada fase vegetatif dan generatif.

C4 = 100 % KL pada fase vegetatif dan 80 % KL pada fase generatif .

C5 = 100 % KL pada fase vegetatif dan 60 % KL pada fase generatif .

C6 = 100 % KL pada fase vegetatif dan 40 % KL pada fase generatif .

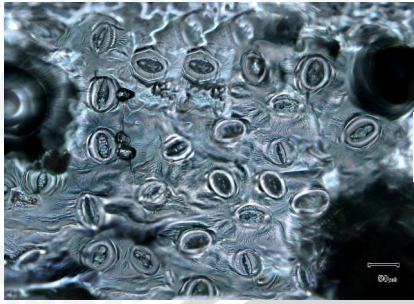
C7 = 80 % KL pada fase vegetatif dan 100 % KL pada fase generatif.

C8 = 60 % KL pada fase vegetatif dan 100 % KL pada fase generatif.

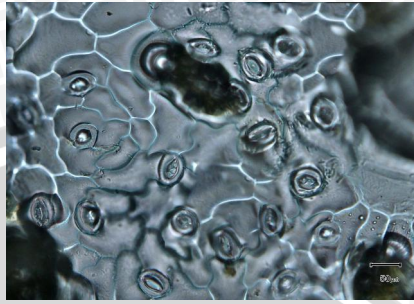
C9 = 40 % KL pada fase vegetatif dan 100 % KL pada fase generatif.

KL= Kapasitas Lapang

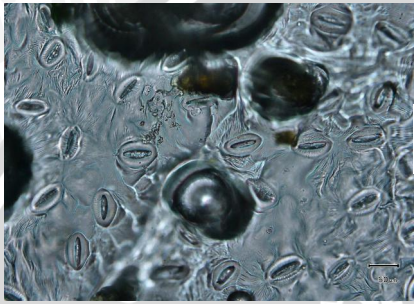
Lampiran 9. Gambar Pengamatan Stomata Daun Menggunakan Mikroskop Fotomikrografi Dengan Perbesaran 400X



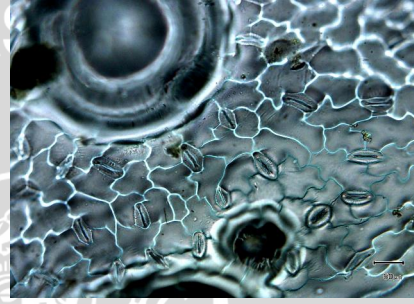
C0



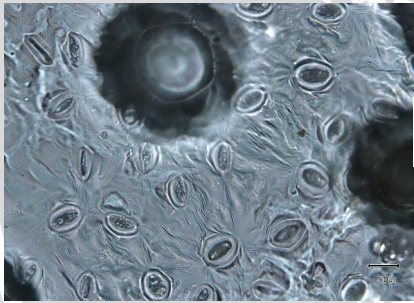
C1



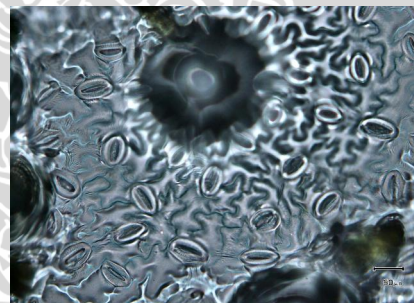
C2



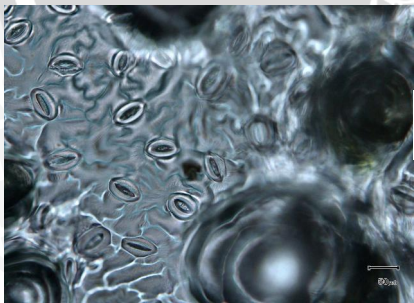
C3



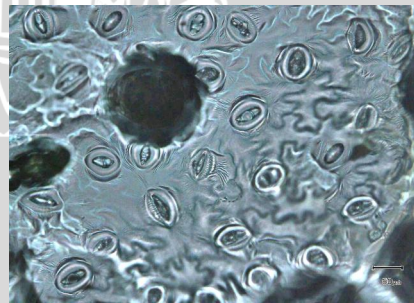
C4



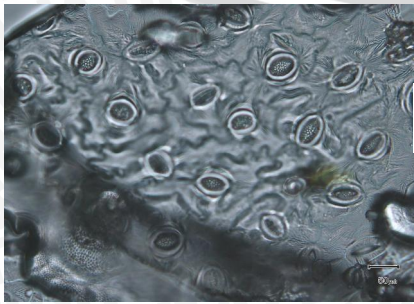
C5



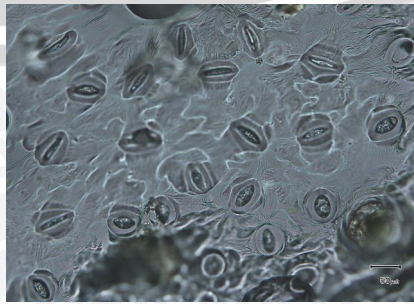
C6



C7



C8



C9

Lampiran 10. Deskripsi Tanaman Bunga Matahari Akses HA-45

Asal Tanaman : Kecamatan Tumpang, Kabupaten Malang

Perawakan : Memiliki batang kokoh dengan rata-rata tinggi tanaman kriteria sedang (181.2 cm)

Perakaran : Akar serabut

Batang : Berbatang tegak tetapi melengkung pada fase generatif akhir,
Merupakan tanaman herba dan batangnya berbulu

Percabangan : Tidak memiliki cabang

Bunga : Memiliki bunga tunggal

Diameter Batang: Rata- rata 18.6 cm

Biji : Warna biji coklat garis putih dan bentuk biji Rounded (membulat).
Rata-rata berat biji per *head* 59.9 g

Umur Tanaman: \pm 130 hari

Kadar Minyak : 45- 48%

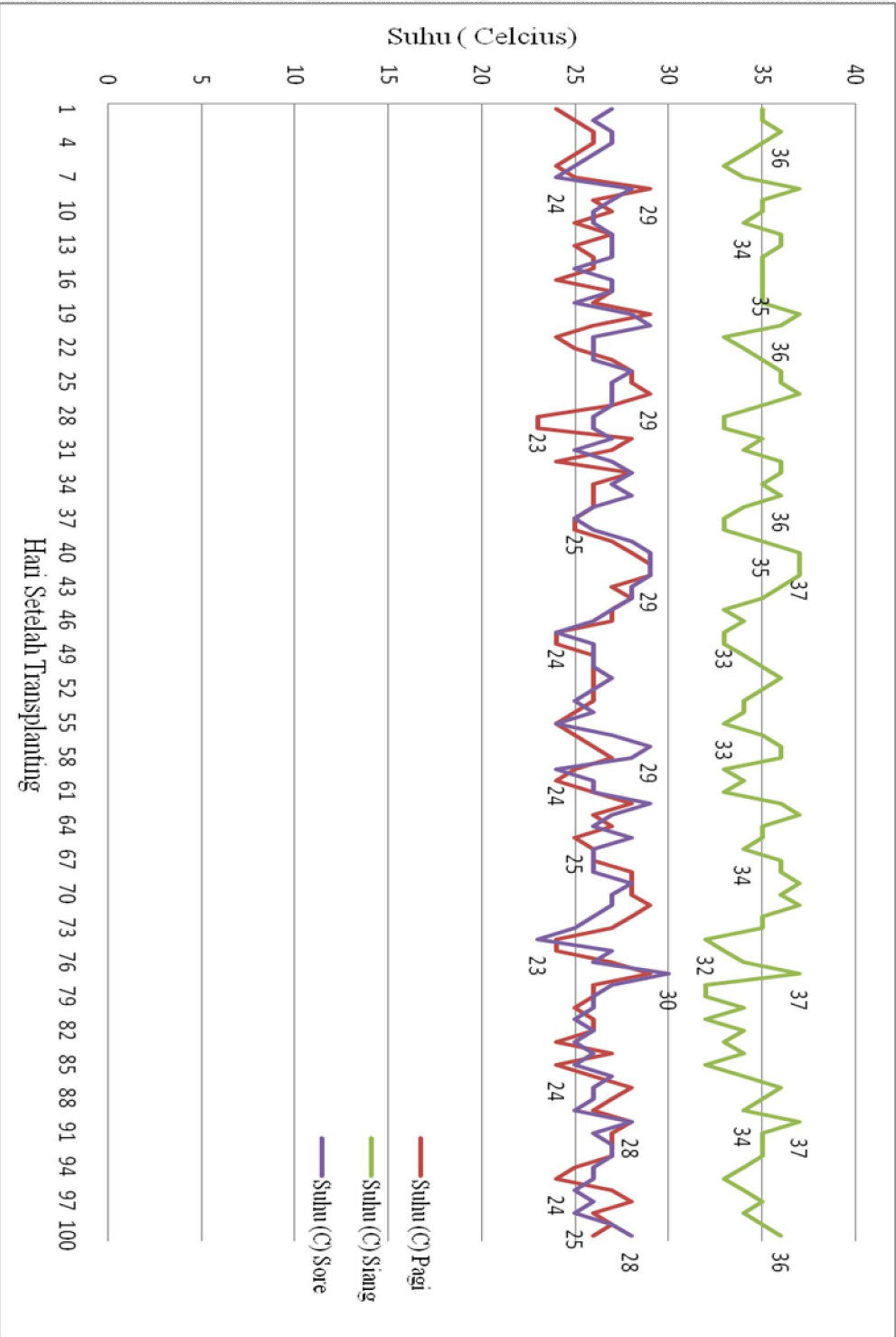


Lampiran 11. Data Pengamatan Waktu Berbunga Tanaman Setiap Perlakuan

Perlakuan Kapasitas Lapang (KL)	Waktu Munculnya Berbunga	
	Umur (Hari Setelah Transplanting)	Tanggal
CO (100% Veg- Gen)	37	23/08/2010
C1 (80% Veg-Gen)	39	25/08/2010
C2 (60% Veg-Gen)	43	29/08/2010
C3 (40% Veg-Gen)	56	11/09/2010
C4 (100% Veg - 80% Gen)	36	22/07/2010
C5 (100% Veg - 60% Gen)	37	23/08/2010
C6 (100% Veg - 40% Gen)	37	23/08/2010
C7 (80% Veg - 100% Gen)	40	26/08/2010
C8 (60% Veg - 100% Gen)	42	28/08/2010
C9 (40% Veg - 100% Gen)	50	05/09/2010



Lampiran 12. Data Suhu Rumah Kaca Selama Penelitian



Lampiran 13. Data Hujan Daerah Kepanjen Tahun 2010



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN KLIMATOLOGI KARANGPLOSO

JL. ZENTANA 33 KARANGPLOSO MALANG

Telp : (0341) 464827, 461595 ; Fax : (0341) 464827 ; Email : zentana33@yahoo.com , zentana33@hotmail.com

DATA HUJAN

NAMA POS : **Kepanjen**
NOMOR POS : **39a53**
ELEVASI : **335 m**

No.	TAHUN		Jan	Peb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nop	Des	J M L
5	2010	CH	241	309	424	429	281	244	163	122	323	321	374	0	3231
		HH	20	13	20	19	13	13	7	7	18	13	15	0	158
		HM	53	49	66	92	64	72	44	34	59	73	103	0	103

Keterangan

- CH : Jumlah curah hujan dlm 1 bulan (mm)
HH : Jumlah hari hujan dalam satu bulan (hari)
HM : Curah hujan tertinggi dlm bulan tsb
* : Alat rusak / data tidak masuk
- : Tidak ada hujan

A.N. Kepala Stasiun Klimatologi
Karangploso Malang
Kecamatan Observasi dan Informasi



RAHMA GULLOH AJI, SP.
NIP. 19760216 199203 1 001



Lampiran 14. Tabel Analisis Ragam Jumlah Daun

SK	db	KT						F hitung						F tabel 5%
		14 hst	28 hst	42 hst	56 hst	70 hst	84 hst	14 hst	28 hst	42 hst	56 hst	70 hst	84 hst	
Ulangan	2	1,408	1,3	0,975	1,117	1,033	6,608	1,948 tn	1,472 tn	0,883 tn	0,722 tn	0,756 tn	4,181 *	3,555
Perlakuan	9	11,90 4	36,53 3	45,59 6	40,73 2	17,34 2	3,189	16,46 1 **	41,53 8 **	41,27 7 **	26,34 **	12,68 9 **	2,018 tn	2,456
Galat	18	0,732	0,883	1,105	1,546	1,367	1,581							
Total	29													

KK (%) = 9,965 6,183 4,549 4,196 3,810 4,975



Lampiran 15. Tabel Analisis Ragam Tinggi Tanaman

SK	Db	KT						F hitung						F tabel 5%
		14 hst	28 hst	42 hst	56 hst	70 hst	84 hst	14 hst	28 hst	42 hst	56 hst	70 hst	84 hst	
Ulangan	2	0,464	0,692	3,048	8,832	7,695	2,238	0,227 tn	0,107 tn	0,367 tn	0,4 tn	0,355 tn	0,155 tn	3,555
Perlakuan	9	36,20	592,99	1467,37	1409,71	595,879	367,417	17,738 **	91,648 **	176,839 **	63,852 **	27,469 **	25,470 **	2,456
Galat	18	2,041	6,47	8,298	22,078	21,693	14,425							
Total	29													

KK (%) = 8,084 5,452 3,456 3,903 3,149 2,453



Lampiran 16. Tabel Analisis Ragam Diameter Batang Tanaman

SK	db	KT						F hitung						F tabel 5%
		14 hst	28 hst	42 hst	56 hst	70 hst	84 hst	14 hst	28 hst	42 hst	56 hst	70 hst	84 hst	
Ulangan	2	1,24	0,12	0,04	0,02	0,16	0,68	1,76 tn	0,37 tn	0,26 tn	0,04 tn	0,52 tn	1,2 tn	3,555
Perlakuan	9	9,76	22,44	44,85	19,53	14,85	9,8	13,82 **	71,46 **	293,75 **	52,08 **	49,34 **	17,38 **	2,456
Galat	18	0,71	0,31	0,15	0,38	0,3	0,56							
Total	29													

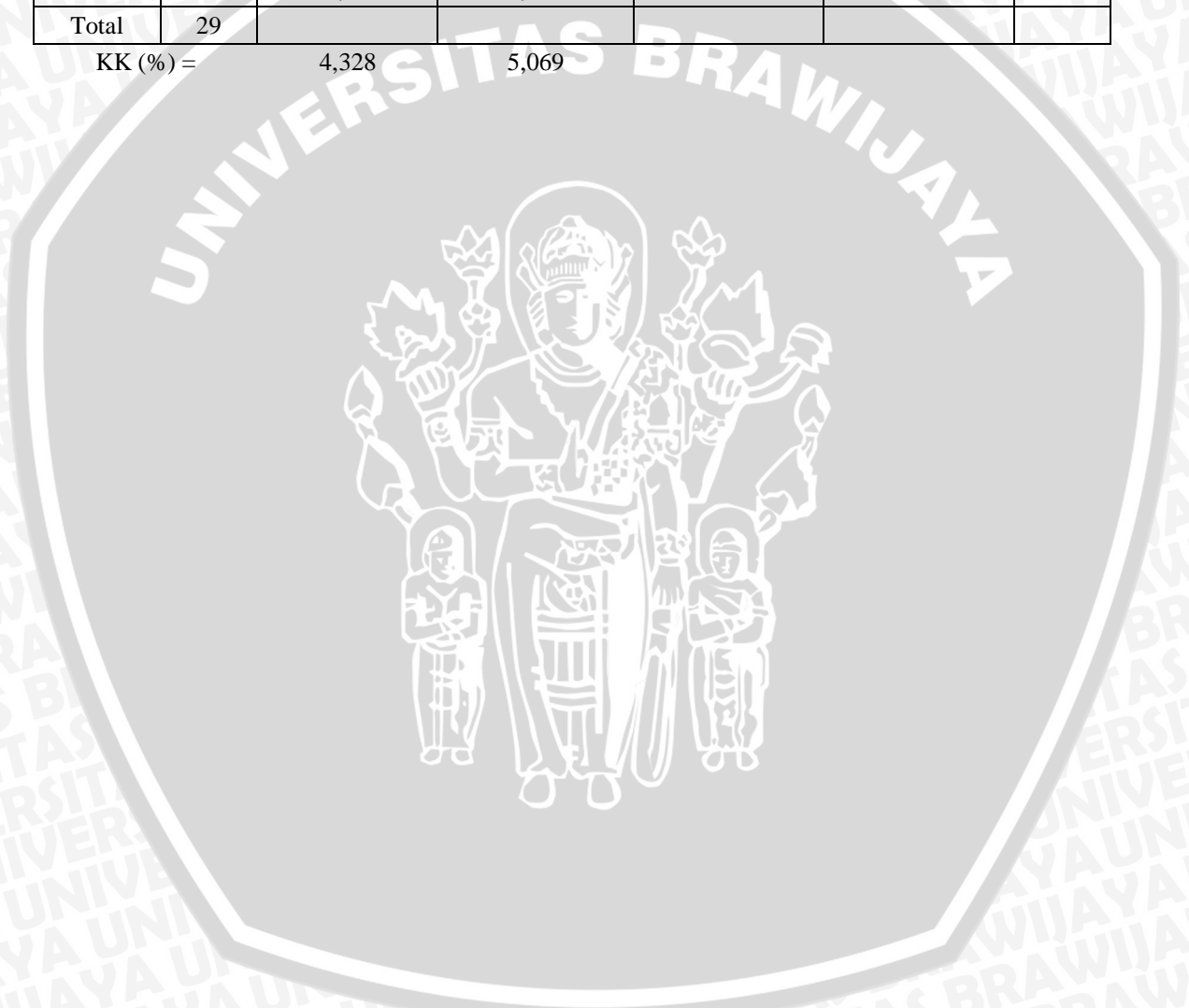
KK (%) = 18,183 6,859 2,779 3,658 2,996 3,843



Lampiran 17. Tabel Analisis Ragam Kerapatan Stomata

SK	db	KT		F hitung		F tabel 5%
		Kerapatan Stomata Bawah Daun	Kerapatan Stomata Atas Daun	Kerapatan Stomata Bawah Daun	Kerapatan Stomata Atas Daun	
Ulangan	2	30,916	9,053	1,764 tn	1,018 tn	3,555
Perlakuan	9	322,3	20,31	18,388 **	2,283 tn	2,456
Galat	18	17,528	8,897			
Total	29					

KK (%) = 4,328 5,069



Lampiran 18. Tabel Analisis Ragam Komponen Hasil Tanaman Bunga Matahari

SK	db	KT					F hitung					F tabel 5%
		Diameter Bunga	% Bijib bernas	Berat 100 biji	Bobot Segar	bobot Kering	Diameter Bunga	% Bijib bernas	Berat 100 biji	Bobot Segar	bobot Kering	
Ulangan	2	0,818	11,788	0,58	422,66	86,57	1,24 tn	0,498 tn	1,64 tn	1,3 tn	1,14 tn	3,555
Perlakuan	9	12,79	41,593	3,17	59612,15	3538,81	19,396 **	1,757 tn	8,89 **	182,85 **	46,59 **	2,456
Galat	18	0,659	23,679	0,36	326,01	75,96						
Total	29											

KK (%) = 6,033 6,291 11,678 1,906 2,818



Lampiran 19. Tabel Analisis Ragam Hasil Tanaman Bunga Matahari

SK	db	KT				F hitung				F tabel 5%
		Kadar Minyak	Jumlah Biji per Bunga	Berat Biji per Bunga	Hasil Minyak/Tanaman	Kadar Minyak	Jumlah Biji per Bunga	Berat Biji per Bunga	Hasil Minyak/Tanaman	
Ulangan	2	7,22	5566,52	25,35	5,81	1,001 tn	1,57 tn	3,22 tn	2,49 tn	3,555
Perlakuan	9	24,21	4438,2	128,6	35,88	3,36 *	1,26 tn	16,35 **	15,39 **	2,456
Galat	18	7,2	63648,62	7,86	3691,26					
Total	29									

KK (%) = 6,011 12,061 10,664 12,849

