

**Pengaruh Cekaman Kekeringan Pada 10 Aksesori Bunga
Matahari (*Helianthus annuus* L.)**

Oleh:
FANNY ARINTA KUMALASARI



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG
2012**

**Pengaruh Cekaman Kekeringan Pada 10 Aksesi Bunga
Matahari (*Helianthus annuus* L.)**

Oleh:

FANNY ARINTA KUMALASARI

0710470019-47

SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG
2012**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGARUH CEKAMAN KEKERINGAN PADA 10
AKSESI BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus* L.)
Nama Mahasiswa : Fanny Arinta Kumalasari
NIM : 0710470019-47
Jurusan : Budidaya Pertanian
Program Studi : Pemuliaan Tanaman
Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pertama

Prof. Dr. Ir. Lita Soetopo
NIP. 19510408 197903 2 001

Kedua

Ir. Arifin Noor S. MSc.Ph.D
NIP. 19620417 198701 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian

Dr. Ir. Nurul Aini, MS
NIP. 19601012 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Noer Rahmi Ardiarini, SP., MSi
NIP. 19701118 199702 2 001

Penguji III

Prof. Dr. Ir. Lita Soetopo
NIP. 19510408 197903 2 001

Penguji II

Ir. Arifin Noor S, MSc., PhD
NIP. 19620417 198701 1 002

Penguji IV

Prof. Dr. Ir. Kuswanto, Ms
NIP. 19630711 198803 1 002

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

Fanny Arinta Kumalasari. 0710470019. PENGARUH CEKAMAN KEKERINGAN PADA 10 AKSESI BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus* L.). Dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Lita Soetopo dan Ir. Arifin Noor S. Msc.Ph.D

Bunga Matahari ialah salah satu tanaman minyak yang paling penting karena mengandung asam lemak tak jenuh yang tinggi, rendah kolesterol dan manfaat minyak dari kualitas yang diinginkan.

Menurut catatan Badan Pusat Statistik (BPS), ribuan ton biji bunga matahari harus diimpor setiap tahun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Mengingat kebutuhan dalam negeri yang cukup tinggi akan bunga matahari, menjadi peluang besar untuk mengembangkan produksi bunga matahari.

Nezami, *et al.* (2008) melaporkan toleransi defisit air jangka pendek, merupakan sifat bunga matahari yang bermanfaat untuk memproduksi hasil yang cocok di pertanian lahan kering. Hal ini dapat menjadi potensi untuk mengembangkan bunga matahari terutama pada lahan-lahan kering di Indonesia.

Ketersediaan lahan kering di Pulau Jawa lebih banyak daripada lahan sawah. Sehingga pemanfaatan lahan kering untuk lahan pertanian akan sangat mungkin dilakukan.

Penelitian ini sebagai langkah awal mengetahui pengaruh cekaman kekeringan pada bunga matahari untuk dapat digunakan sebagai informasi untuk menentukan akses yang toleran pada cekaman kekeringan. Informasi ini bermanfaat untuk program pemuliaan tanaman selanjutnya.

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang di desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang. Bahan yang digunakan untuk pelaksanaan penelitian terdiri atas : benih tanaman bunga matahari 10 akses bunga matahari, media tanah alfisol, pupuk NPK dan insectisida. Metode penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Tersarang (Nested Design) dengan menggunakan tiga ulangan. Tiap ulangan terdapat tiga polybag, satu polybag untuk pengamatan destruktif dan dua polybag untuk pengamatan non destruktif. Pemberian air dalam penelitian ini ialah perlakuan terkendali. Tingkat pemberian air dapat digolongkan ke dalam 2 kelompok yaitu pemberian air pada kondisi kekurangan (40% air tersedia pada kapasitas lapang) dan pada kebutuhan air normal (100% air tersedia pada kapasitas lapang).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa (1) Cekaman kekeringan (40% KL) akan mengakibatkan penurunan ukuran pada karakter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun, panjang akar, diameter bunga, bobot 100 biji dan persentase biji bernas. Namun pada persentase biji hampa mengalami peningkatan bunga matahari (2) Kondisi cekaman kekeringan akan mengakibatkan perbedaan karakter jumlah daun dan persentase biji bernas pada sepuluh akses bunga matahari, namun tidak mengakibatkan perbedaan pada karakter tinggi tanaman, diameter batang, luas daun, diameter bunga, panjang akar, bobot 100 biji dan persentase biji hampa.

Fanny Arinta Kumalasari. 0710470019. THE EFFECT OF DROUGHT STRESS ON 10 SUNFLOWER (*Helianthus annuus* L.) ACCESSIONS. Under graduate Prof. Dr. Ir. Lita Soetopo dan Ir. Arifin Noor S. Msc.Ph.D

Sunflower is one of the most important oil crops, and due to its high content of unsaturated fatty acids and a lack of cholesterol, the oil benefits from a desirable quality. BPS reported that thousands of tons of sunflower seeds must be imported each year to reach the domestic demand. Given that domestic demand is high enough to be a sunflower, a great opportunity to develop the production of sunflower. Nezami, *et al.* (2008) reported that the ability of sunflower to extract water from deeper soil layers “when water stress during the early vegetative phase causes stimulation of deeper root system” and a tolerance of short periods of water deficit, are useful traits of sunflower for producing acceptable yields in dryland farming. Dry land would be very useful for the plantation because the availability on dry land more than wetland on Java.

This study as the first step to know the effect of drought on sunflowers to be used as information to determine the accession on drought-tolerance for breeding program as the first step. The hypothesis proposed in this study is there are any quantitative characters of difference on sunflower accessions caused by drought stress.

The experiment was conducted in greenhouse of brawijaya experiment field at Jatikerto village, Kromengan District, Malang on June-Oktober 2011. The material used are 10 sunflower accessions, alfisol soil media, NPK fertilizer and insecticide. The tool used are ruler, scale, measuring cups, buckets, labels, hoe sack, rope, paper bags, scissor, 45 cm diameter pots, trays, camera and stationery. Research method using by a nested design with three replication. Each replication consist of three polybags. One polybags for destructive observation and two polybags for non destructive observation. The treatment given is the level of water in the soil with filed capacity refers to water conditions, namely: 100% from total soil water capacity (normal) and 40% from total soil water capacity (drought).

The results of observations on ten sunflower accessions show that (1) the effect of drought stress was also caused a reduction in plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, head size, root length, 100-weight achene and percentage of fertile achenes per head but increased on percentage of sterile achenes per head (2) drought stress show that caused different on character number of leaves and the percentage of fertile achenes per head between the ten accessions. But not different on the character of the plant height, stem diameter, leaf area, head size, root length, 100-weight achene and percentage of sterile achenes per head.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa dilimpahkan sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian dengan judul **“PENGARUH CEKAMAN KEKERINGAN PADA 10 AKSESI BUNGA MATAHARI (*Helianthus annuus L.*)”** dengan baik,

Dengan kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lita Soetopo selaku pembimbing utama yang selama ini telah membimbing, memberi masukan serta atas kesabaran dan dedikasinya.
2. Bapak Ir. Arifin Noor S. MSc.Ph.D selaku pembimbing pendamping yang telah member bimbingan sehingga saya dapat lebih maju dalam berfikir, lebih sabar dan mampu memanfaatkan ilmu yang telah saya dapatkan selama ini.
3. Ibu Noer Rahmi Ardiarini, SP., MSi atas dukungan bahan penelitian dan semua kebutuhan dalam pelaksanaan penelitian, serta bimbingan dan arahan dalam pengerjaan penelitian ini.
4. Kedua orang tua dan kakak saya yang selalu mendukung, memberi motivasi dan doa untuk selalu bersabar dalam menghadapi segala kesulitan.
5. Supermansah yang banyak membawa perubahan moril dan motivasi untuk lebih tegar dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Okta Tri H sebagai sumber inspirasi ku untuk terus semangat dan berjuang menghadapi kesulitan dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Semua teman-teman di Pemuliaan Tanaman 2007 (khususnya Gita, Canda, Zahla, Tasa dan Eddy) atas kebersamaan yang tak terlupakan, bantuan dan perjuangan yang telah kami lewati bersama.

Penulis mohon maaf bila dalam penyusunan skripsi ini terdapat kesalahan dan kekurangan. Harapan penulis semoga penelitian yang telah saya lakukan dapat bermanfaat kita dan memberikan tambahan ilmu.

Malang, 16 Februari 2012

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang 22 Juli 1989, putra dari Ayahanda Suprptomo dan Ibunda Runik Sulistyorini. Pada tahun 1993 penulis mulai masuk pendidikan di TK Dewi Sartika Kota Malang kemudian tahun 1995 penulis melanjutkan pendidikan dasar di SDN Dinoyo III Kota Malang dan lulus tahun 2001. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan di SMP Negeri 5 Malang hingga lulus pada tahun 2004, kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 8 Kota Malang dan lulus tahun 2007. Pada tahun yang sama penulis diterima di program studi Pemuliaan Tanaman, jurusan Budidaya Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui program SPMB (Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru).

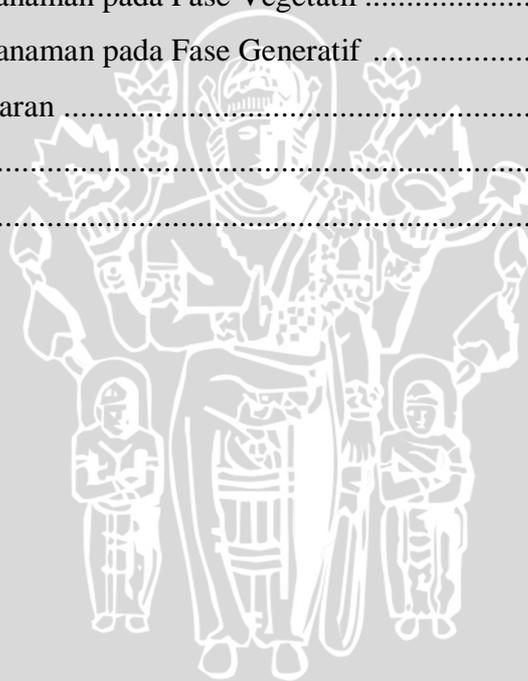
Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Teknologi Benih Tahun 2010, Pemuliaan Tanaman Tahun 2011 dan Bioteknologi Pertanian Tahun 2011.



DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| RINGKASAN | i |
| SUMMARY | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| RIWAYAT HIDUP | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | vi |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN | viii |
| 1. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Tujuan | 3 |
| 1.3 Hipotesis | 3 |
| 2. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Morfologi Bunga Matahari | 4 |
| 2.2 Syarat Tumbuh | 5 |
| 2.3 Cekaman Kekeringan | 6 |
| 2.4 Respon Bunga Matahari terhadap Cekaman Kekeringan | 6 |
| 2.5 Mekanisme Tanaman terhadap Cekaman Kekeringan | 7 |
| 2.6 Gen Kekeringan | 8 |
| 3. METODE PELAKSANAAN | |
| 3.1 Tempat dan Waktu | 11 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 11 |
| 3.3 Metode Penelitian | 11 |
| 3.4 Pelaksanaan Penelitian | 11 |
| 3.4.1 Penyiapan Benih | 11 |
| 3.4.2 Persiapan Media | 12 |
| 3.4.3 Persemaian | 12 |
| 3.4.4 Penanaman | 12 |

| | |
|---|----|
| 3.4.5 Pemberian Air | 12 |
| 3.4.5 Pemeliharaan | 13 |
| 3.4.5 Pengamatan | 14 |
| 3.5 Analisis Data | 15 |
| | |
| 4. Hasil dan Pembahasan | |
| 4.1 Hasil | 17 |
| 4.1.1 Rata-rata Karakter Kuantitatif Pada Sepuluh Aksesori..... | 17 |
| 4.1.2 Persentase Penurunan Karakter Kuantitatif pada Sepuluh Aksesori Akibat Cekaman Kekeringan..... | 18 |
| 4.2 Pembahasan | 20 |
| 4.2.1 Karakter Tanaman pada Fase Vegetatif | 20 |
| 4.2.2 Karakter Tanaman pada Fase Generatif | 23 |
| 5. Kesimpulan dan Saran | 26 |
| DAFTAR PUSTAKA | 27 |
| LAMPIRAN | 29 |



DAFTAR TABEL

| No | Teks | Halaman |
|-----|--|---------|
| 1. | Rata-rata Tinggi Tanaman, Diameter Batang, Jumlah Daun, Luas Daun Pada 10 Aksesi pada Kondisi Tercekam (40% KL) dan Tidak Tercekam (100% KL) | 17 |
| 2. | Rata-rata Panjang akar, Diameter Bunga, Bobot 100 Biji, Persentase Biji Bernas dan Persentase Biji Hampa Pada 10 Aksesi Kondisi Tercekam (40% KL) dan Tidak Tercekam (100% KL) | 18 |
| 3. | Persentase penurunan pada karakter kuantitatif akibat cekaman kekeringan | 19 |
| 4. | Analisis Ragam Penurunan Tinggi Tanaman | 42 |
| 5. | Analisis Ragam Penurunan Diameter Batang | 42 |
| 6. | Analisis Ragam Penurunan Jumlah Daun | 42 |
| 7. | Analisis Ragam Penurunan Luas Daun | 42 |
| 8. | Analisis Ragam Penurunan Panjang Akar | 42 |
| 9. | Analisis Ragam Penurunan Diameter Bunga | 43 |
| 10. | Analisis Ragam Penurunan Bobot 100 Biji | 43 |
| 11. | Analisis Ragam Penurunan Persentase Biji Bernas | 43 |
| 12. | Analisis Ragam Penurunan Persentase Biji Hampa | 43 |

DAFTAR GAMBAR

| No | Teks | Halaman |
|----|---|---------|
| 1. | Produk gen yang terinduksi oleh respon dan toleransi cekaman kekeringan: protein fungsional dan protein regulator | 10 |

| No | Lampiran | Halaman |
|----|---|---------|
| 1. | Penurunan (a) tinggi tanaman, (b) diameter batang, (c) jumlah daun, (d) luas daun, (e) panjang akar, (f) diameter bunga, (g) bobot 100 biji, (h) persentase biji bernas dan grafik peningkatan (i) persentase biji bernas pada kondisi tercekam dibandingkan tidak tercekam | 44 |
| 2. | Gambar Daun Menggulung Pada Kondisi Tercekam dan Tidak Tercekam Yang Diamati Pada Saat Kritis Ketersediaan Air Tanah..... | 46 |
| 3. | Gambar Bentuk akar bunga matahari pada kondisi tercekam (40%) dan tidak tercekam (100%)..... | 48 |
| 4. | Gambar Diameter Bunga Sepuluh Aksesi Bunga Matahari Pada Kondisi Tercekam dan tidak tercekam | 49 |
| 5. | Gambar Tinggi Tanaman Sepuluh Aksesi Bunga Matahari Pada Kondisi Tercekam dan Tidak Tercekam | 51 |

DAFTAR LAMPIRAN

| No | Teks | Halaman |
|-----|---|---------|
| 1. | Denah lahan percobaan | 29 |
| 2. | Pemberian Air | 30 |
| 3. | Perhitungan Pupuk | 31 |
| 4. | Deskripsi Aksesori Bunga Matahari | 32 |
| 5. | Analisis Varian Pengamatan Kuantitatif..... | 41 |
| 6. | Grafik Penurunan Pada Kondisi Tercekam Dibandingkan Tidak Tercekam | 44 |
| 7. | Penampilan Karakter Kualitatif Bentuk Daun Menggulung | 46 |
| 8. | Penampilan Kualitatif Bentuk Akar | 48 |
| 9. | Penampilan Kualitatif bunga | 49 |
| 10. | Penampilan Perbandingan Tinggi Tanaman Pada Kondisi Tercekam Dan Tidak Tercekam | 51 |
| 11. | Hasil Uji Minyak Biji Bunga Matahari | 52 |
| 12. | Data Curah Hujan | 53 |

I. 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. Bunga matahari dapat dimanfaatkan sebagai penghasil minyak, bahan baku makanan ringan kuaci, pakan ternak, tanaman hias dan obat. Sebagai tanaman penghasil minyak, bunga matahari ialah salah satu tanaman minyak yang paling penting karena mengandung asam lemak tak jenuh yang tinggi, rendah kolesterol dan manfaat minyak dari kualitas yang diinginkan (Nezami, *et al*, 2008). Minyak biji bunga matahari memiliki kualitas yang hampir setara dengan minyak zaitun, sehingga sering digunakan sebagai minyak sayur bumbu salad, juga sebagai bahan baku industri kosmetik dan pelumas.

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 dkk, 2009). Menurut data 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. Tingginya permintaan akan bunga matahari didalam negeri merupakan peluang untuk mengembangkan bunga

matahari di Indonesia. Namun, cekaman kekeringan menjadi kendala besar yang dapat menurunkan hasil biji tanaman.

Cekaman kekeringan pada tanaman dapat terjadi karena ketersediaan air tidak cukup dan tranpirasi yang berlebihan atau kombinasi kedua faktor tersebut. Tanaman juga mengalami kekeringan walaupun tersedia air cukup. Hal tersebut dapat terjadi apabila kecepatan absorpsi air tidak seimbang dengan proses kehilangan air melalui proses transpirasi (Haryati, 2003). Cekaman kekeringan akan menimbulkan pengaruh yang kompleks terhadap tanaman. Secara morfologi dan fisiologi pengaruh defisit air dapat dilihat dari penampilan luas daun individu, kecepatan muncul daun, aktivitas asimilasi CO₂, membuka menutup stomata, kecepatan pertumbuhan biji dan pengisian biji (Kalefetoğlu and Ekmekçi, 2005).

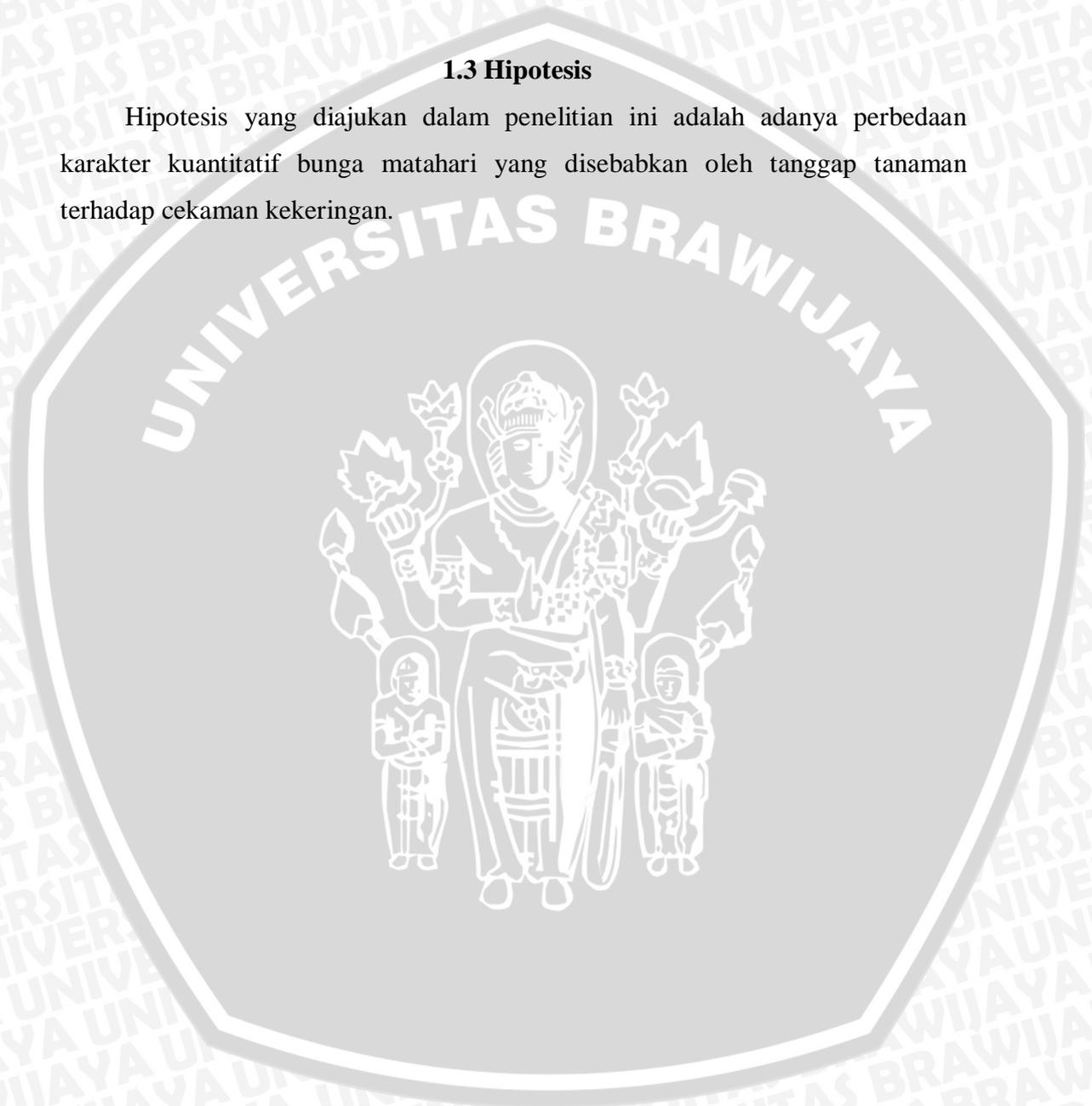
Bunga matahari dikategorikan sebagai tanaman yang sensitif kekeringan pada tingkat rendah sampai menengah. Telah ditemukan bahwa kuantitas dan distribusi air memiliki dampak signifikan pada hasil biji dan minyak di bunga matahari. Nezami, *et al* (2008) melaporkan bahwa kemampuan bunga matahari untuk menyerap air dari lapisan tanah yang lebih dalam, saat stres air selama fase vegetatif awal menyebabkan stimulasi sistem akar yang lebih dalam dan toleransi defisit air jangka pendek, merupakan sifat bunga matahari yang bermanfaat untuk memproduksi hasil yang cocok di pertanian lahan kering. 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. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi tanaman bunga matahari yang akan dikembangkan di lahan-lahan kering, terutama mengenai pengaruh cekaman kekeringan pada pertumbuhan bunga matahari. Sehingga dapat digunakan sebagai rekomendasi untuk program pemuliaan selanjutnya.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh cekaman kekeringan pada sepuluh aksesi bunga matahari.

1.3 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah adanya perbedaan karakter kuantitatif bunga matahari yang disebabkan oleh tanggap tanaman terhadap cekaman kekeringan.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi Bunga Matahari

Tanaman bunga matahari ialah tanaman herba tegak tahunan yang tingginya mencapai 4 m berasal dari daerah Amerika Utara, Meksiko, Chili, dan Peru. Akar tunjangnya kuat dan dalam dengan banyak akar samping. Batang tegak tetapi agak melengkung pada tanaman yang dewasa, jenis yang liar mempunyai banyak percabangan sedang yang sudah dibudidayakan agak jarang percabangannya. Daunnya menjantung dan berhadapan, daun yang lebih besar menjadi bundar telur dan berseling dalam spiral. Helaian daun menjantung hingga membundar telur, tepinya bergerigi, kedua sisinya ditutupi bulu yang berkelenjar dan tanpa kelenjar.

Bunga matahari dibagi menjadi dua tipe berdasarkan kegunaannya, yaitu tipe I untuk produksi minyak dan tipe II untuk produksi non minyak. Biji bunga matahari tipe I mengandung 38-50% minyak dan 20% protein, mempunyai ciri-ciri berwarna hitam dan langsing (lambung biji tipis). Tipe II mempunyai biji dengan kandungan minyak yang rendah dan bergaris-garis serta mempunyai lambung biji yang lebih tipis.

Kultivar bunga matahari memiliki sifat yang berbeda-beda, terutama tinggi tanaman; jumlah, diameter dan warna bunga; ukuran, bentuk dan warna biji, kadar kulit dan kadar minyak biji serta kesesuaian pada lingkungan. Namun pada dasarnya kultivar tersebut dapat digolongkan ke dalam tiga tipe berdasarkan pertumbuhannya, yaitu berukuran besar (*giant types*), semi kecil (*semi-dwarf type*) dan kecil (*dwarf type*) (Berglund, 2007).

Perbungaan bongkol di ujung, kadang-kadang jatuh, cawan datar sampai cembung atau cekung, berbulu. Bunga bagian luar steril tetapi sangat menarik, mudah gugur, daun mahkota menjorong, warna kuning, kadang-kadang putih, oranye atau merah, bunga bagian dalam biseksual, tersusun spiral melingkar dari pusat bongkol. Buahnya seperti cawan (bunga matahari biasanya menghasilkan biji), bundar telur terbalik, agak menyegi empat dengan ujung rompong, dengan pangkal membulat, bervariasi ukuran dan warnanya, warna putih, krem, coklat, ungu, hitam, atau putih abu-abu dengan garis hitam. Biji dengan kulit biji tipis, satu lapisan endosperma, embrio lurus yang umumnya terdiri atas 2 biji

(Wardiyono, 2009). Bunga matahari dikenal berperilaku heliotropik, yaitu pada siang hari permukaan bunga menghadap ke arah matahari dan pada malam hari bunga tertunduk ke arah bawah. Bunga matahari menghasilkan akar pada kedalaman sekitar 4 kaki, tetapi dapat menyerap air pada kedalaman ini (Berglund, 2007). Bunga matahari mempunyai kemampuan untuk menyerap air dari lapisan tanah yang lebih dalam, saat stres air selama fase vegetatif awal menyebabkan stimulasi sistem akar yang lebih dalam dan toleransi defisit air jangka pendek, merupakan sifat bunga matahari yang bermanfaat untuk memproduksi hasil yang cocok di pertanian lahan kering (Nezami *et al*, 2008).

2.2 Syarat Tumbuh

Bunga matahari umumnya dibudidayakan di daerah dingin hingga subtropis. Di daerah tropis bunga matahari dapat tumbuh baik di dataran rendah hingga dataran tinggi pada ketinggian hingga 1500 m dpl. dengan temperatur optimum 23-27 °C dan kelembaban yang relatif kering.

Tanaman bunga matahari sangat cocok tumbuh pada tanah berpasir hingga tanah liat dengan pH berkisar dari 6,5 sampai 7,5 (Franzen, 2007). Tanaman ini tidak dapat hidup di daerah yang tergenang air karena perakarannya mudah membusuk, sehingga memerlukan drainase yang baik. Kebutuhan air selama masa pertumbuhan tanaman umumnya berkisar antara 300 dan 700 mm, walaupun hal ini bergantung pada kultivar tanaman, tipe tanah dan iklim. Curah hujan lebih dari 1000 mm dapat meningkatkan resiko perendaman lahan serta kondisi lingkungan tersebut mendukung timbulnya penyakit tanaman. Bunga matahari akan lebih baik pertumbuhannya apabila ditanam di lahan terbuka dengan penyinaran cahaya matahari langsung. Di daerah yang memiliki iklim empat musim, hari cahaya panjang menyebabkan tanaman menjadi tinggi. Pada saat pembentukan dan pematangan biji, tanaman memerlukan kondisi udara yang kering untuk mendapat kualitas biji yang baik. Tanaman yang tumbuh di daerah beriklim panas menghasilkan biji bunga matahari dengan kadar minyak relatif rendah dengan komposisi asam linoleat yang rendah dan asam oleat yang tinggi dibandingkan dengan biji yang diperoleh dari daerah beriklim dingin.

Pada saat pembentukan dan pematangan biji, tanaman memerlukan kondisi udara yang kering untuk mendapat kualitas biji yang baik. Tanaman yang tumbuh di daerah beriklim panas menghasilkan biji bunga matahari dengan kadar minyak relatif rendah dengan komposisi asam linoleat yang rendah dan asam oleat yang tinggi dibandingkan dengan biji yang diperoleh dari daerah beriklim dingin.

2.3 Cekaman Kekeringan

Cekaman kekeringan pada tanaman dapat terjadi karena ketersediaan air tidak cukup dan tranpirasi yang berlebihan atau kombinasi kedua faktor tersebut. Tanaman juga mengalami kekeringan walaupun tersedia air cukup. Hal tersebut dapat terjadi apabila kecepatan absorpsi air tidak seimbang dengan proses kehilangan air melalui proses transpirasi (Haryati, 2003).

Ciri morfologi pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan dapat dilihat pada organ daun dan akar. Cekaman kekeringan mengakibatkan penurunan pembentukan dan perluasan daun, peningkatan penuaan dan kerontokan daun, atau kombinasi keduanya. Panjang akar berpengaruh terhadap jumlah air yang diserap. Rendahnya kadar air tanah akan menurunkan panjang akar, kedalaman penetrasi dan diameter akar (Haryati, 2003).

Kekeringan selama fase vegetatif tanaman berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil bunga matahari. Selama perkembangan vegetatif, mengurangi tinggi batang utama, diameter batang, jumlah daun dan luas daun (Turhan dan Baser, 2004). Sementara peningkatan panjang akar terjadi pada kondisi kekeringan akan mengakibatkan ukuran daun, batang, bunga dan biji mengalami penurunan. Kualitas minyak bunga matahari belum terpengaruh oleh cekaman kekeringan (Petcu *et al.*, 2001). Hal ini didukung pula oleh penelitian Vijay (2004) bahwa kekeringan akan mempengaruhi setiap tahap pertumbuhan dan hasil panen bunga matahari terutama pada fase pembungaan mengalami penurunan secara maksimum.

2.4 Respon Bunga Matahari terhadap Cekaman Kekeringan

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 (Kalefetoğlu and Ekmekçi, 2005). Respon terhadap stres kekeringan dapat terjadi dalam beberapa detik (seperti perubahan dalam phosphorylation status protein) atau dalam hitungan menit dan jam (seperti perubahan dalam ekspresi gen).

Cekaman lingkungan sangat mempengaruhi aktivitas metabolisme. Hal ini mengakibatkan tanaman menampilkan reaksi untuk mempertahankan hidupnya. Respon tanaman untuk mempertahankan diri terhadap kekurangan air berbeda-beda, tergantung spesies maupun stadia pertumbuhan tanaman. Reaksi yang ditimbulkan tanaman sebagai upaya untuk mempertahankan diri agar kehilangan air dapat diperkecil diwujudkan dalam bentuk mekanisme membuka dan menutupnya stomata, lapisan kutikula, keberadaan bulu-bulu pada permukaan daun dan lain-lain, yang semuanya berperan sebagai faktor penghambat (resistensi) terhadap laju kehilangan air dari jaringan tanaman (Ariffin, 2002)

Telah ditemukan bahwa baik jumlah dan distribusi air memiliki dampak signifikan pada biji dan hasil minyak bunga matahari (Petcu *et al.*, 2001). Pada kondisi cekaman kekeringan menekan sifat tanaman bunga matahari untuk dapat menunjukkan respon perubahan seperti peningkatan panjang akar, tetapi sebaliknya diameter berkurang. Menurut Turhan dan Baser (2004) bahwa kekeringan selama fase vegetatif tanaman mengurangi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun dan luas daun bunga matahari.

Bunga matahari lebih peka terhadap defisit air selama pembungaan, pembentukan total periode vegetatif dan periode vegetatif awal dan akhir. perencanaan penyediaan air untuk periode pertumbuhan tanaman harus mempertimbangkan alokasi optimal pasokan air untuk selama periode total pertumbuhan, namun terbatasnya pasokan akan diarahkan ke kebutuhan air penuh tanaman yaitu selama masa pertumbuhan yang paling sensitif dari pada

menyebarkan persediaan yang terbatas untuk durasi total pertumbuhan (Rauf, 2008). Akibatnya, bunga matahari tumbuh di bawah pasokan air yang terbatas seperti di lahan kering; penggunaan harus diprogram sehingga air yang cukup tersedia di dalam tanah selama periode berbunga dan pembentukan biji.

2.5 Mekanisme Toleransi Tanaman Terhadap Cekaman Kekeringan

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. Bila tanaman dihadapkan pada kondisi kering terdapat dua macam tanggapan yang dapat memperbaiki status air, yaitu (1) tanaman mengubah distribusi asimilat baru untuk mendukung pertumbuhan akar dengan mengorbankan tajuk, sehingga dapat meningkatkan kapasitas akar menyerap air serta menghambat pemebaran daun untuk mengurangi transpirasi; (2) tanaman akan mengatur derajat pembukaan stomata untuk menghambat kehilangan air lewat transpirasi (Kalefetoğlu and Ekmekçi, 2005).

Dalam ilmu genetika tanaman menggunakan 3 mekanisme dalam merespon kekeringan yaitu dengan mekanisme scape, avoidance (penghindaran) dan mekanisme toleransi. Tanaman pada umumnya menggunakan lebih dari satu mekanisme dalam merespon kekeringan pada waktu yang bersamaan. 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 (Kalefetoğlu and Ekmekçi, 2005).

Senyawa osmotik yang banyak dipelajari pada toleransi tanaman terhadap kekeringan antara lain prolin, asam absisik, protein dehidrin, total gula, pati, sorbitol, vitamin C, asam organik, asparagin, glisin-betain, serta superoksida dismutase dan K^+ yang bertujuan untuk menurunkan potensial osmotik sel tanpa membatasi fungsi enzim (Xiong *et al.*, 1999).

2.6 Gen Kekeringan

Cekaman kekeringan ialah proses biokimia yang kompleks, melibatkan beberapa makromolekuler dan mikromolekuler biologi seperti asam nukleat (DNA, RNA), protein, karbohidrat, lemak, hormon, ion, radikal bebas dan elemen mineral. Beberapa perubahan yang diakibatkan oleh cekaman kekeringan akan menginduksi ekspresi gen dan sejumlah gen yang terlibat dalam mekanisme ketahanan terhadap kekeringan telah teridentifikasi (Shinozaki *et al.*, 2007).

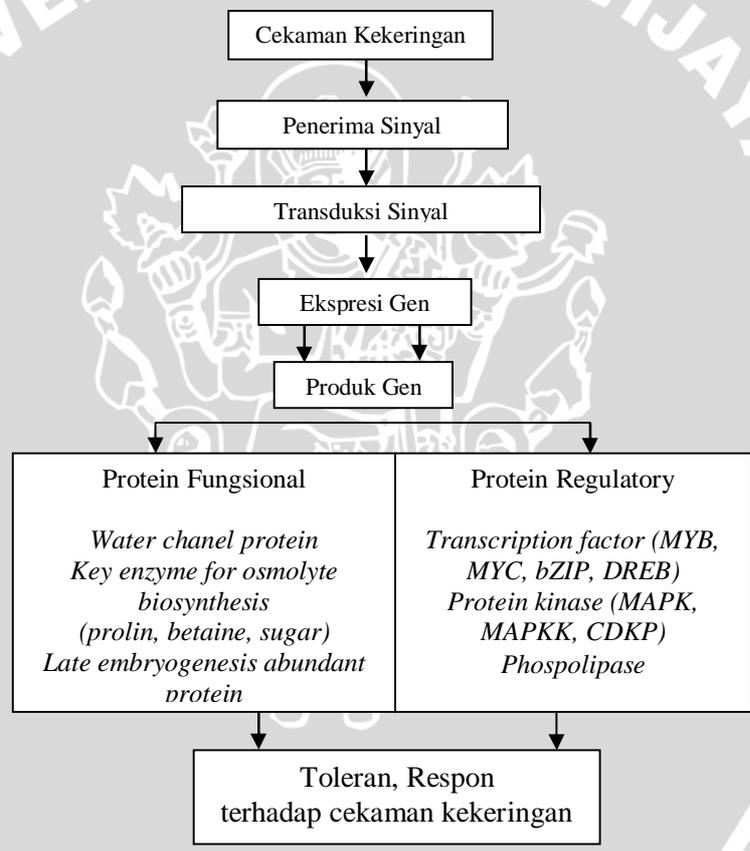
Respon tanaman terhadap cekaman kekeringan dipengaruhi dan bergantung pada spesies, genotip, umur, fase perkembangan, organ dan tipe sel serta *cellular compartment* (dinding sel dan membran sel). Respon pada cekaman kekeringan dapat terjadi hanya beberapa detik, beberapa menit, sampai beberapa jam. Gen responsive terhadap kekeringan dapat dibedakan menjadi *early-response genes* dan *delayed-reponse genes* (Kalefetoğlu and Ekmekçi, 2005).

Early-response genes, yaitu gen yang cepat terinduksi. Induksi gen tidak membutuhkan sintesis protein baru karena semua komponen sinyal telah tersedia. *Delayed-response genes*, yaitu gen yang teraktivasi dengan lambat dan terdiri atas gen-gen terinduksi kekeringan lainnya. *Early-response genes* umumnya mengkode faktor transkripsi yang mengaktivasi *delayed-response genes* (Kalefetoğlu and Ekmekçi, 2005).

Tanaman merespon dan beradaptasi pada cekaman kekeringan baik pada tingkat seluler dan molekuler, sebagai contoh akumulasi osmolit dan protein yang terlibat dalam toleransi cekaman. Berbagai macam gen dengan fungsi yang berbeda dirangsang atau ditekan oleh cekaman tersebut (Shinozaki *et al.*, 2007). Kebanyakan produk gen tersebut berfungsi dalam respon dan toleransi cekaman pada tingkat seluler. Saat ini sejumlah gen yang terkait dengan cekaman kekeringan telah teridentifikasi menggunakan analisis *microarray* pada berbagai spesies tanaman seperti pada *Arabidopsis* dan padi.

Induksi gen kekeringan yang diidentifikasi dengan analisis *microarray* pada *Arabidopsis* dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok (Gambar 1) yaitu gen yang terlibat pada penjagaan sel selama cekaman kekeringan dan gen yang terlibat pada regulasi gen lain yang terlibat saat merespon kekeringan. Kelompok pertama mencakup protein fungsional yang berfungsi ketika terjadi ketahanan

terhadap stress abiotik yaitu melindungi makromolekuler dan membrane (protein LEA, chaperonis, mRNA biding protein), gen yang mengatur pergerakan air melalui membrane (protein saluran air dan trasporter membrane), emzin pada biosintesis osmoregulator (protein, betain, gula), enzim detoksifikasi yang ada pada metabolisme fisiologi dan biokimia (glutathione S-transferase, soluble opoxide, hydrolase, catalase, superoxide dismutase dan ascorbic peroxidase). Kelompok kedua mencakup protein regulator yang ikut mengatur dalam transduksi sinyal dan ekspresi gen yang berfungsi dalam cekaman yaitu faktor transkripsi (bZIP, MYC, MYB, DREB, NAC, HB), protein kinase, kator transkripsi dan phospolipase (Shinozaki *et al.*, 2007).



Gambar 1. Produk gen yang terinduksi oleh respon dan toleransi cekaman kekeringan: protein fungsional dan protein regulator (Shinozaki *et al.*, 2007)

III. 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 29⁰ C dan kelembaban 50%. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni - Oktober 2011.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timbangan, meteran, gelas ukur, mikroskop, ember, label nama, cangkul, cetok, karung, tali ajir, kantong kertas, gunting, pot dengan diameter 45 cm, baki, kamera dan alat tulis.

Bahan yang digunakan ialah benih 10 aksesi bunga matahari, media tanah alfisol, pupuk NPK (16:16:16), insectisida berbahan aktif deltra metrin dan karbofuran.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian dilaksanakan dengan menggunakan Rancangan Ter-sarang (Nested Design) dengan dua perlakuan. Setiap kombinasi perlakuan diulang tiga kali dan tiap ulangan terdapat sepuluh aksesi bunga matahari. Setiap aksesi terdiri dari tiga pot, satu pot untuk pengamatan destruktif dan dua polibag untuk pengamatan non destruktif.

Perlakuan yang diberikan ialah tingkat pemberian air pada tanah dengan mengacu kondisi air kapasitas lapang, yaitu 100% air tersedia pada kondisi lapang (tidak tercekam) dan 40% air tersedia pada kondisi lapang (tercekam).

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penyiapan Benih

Untuk meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit. Langkah yang dilakukan yaitu:

- a. Benih direndam dalam air hangat selama 2 jam untuk mempercepat perkecambahan.

- b. Benih kemudian dikecambahkan pada baki yang sudah dialasi kertas merang.

3.4.2 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. Setelah itu tanah ditimbang 20 kg kemudian dimasukkan ke dalam pot berukuran diameter 45 cm. Jarak antar pot yang digunakan yaitu 75 cm x 45 cm.

3.4.3 Persemaian

Perkecambahan benih dilakukan pada baki. Baki yang telah dibersihkan, diberi alas kertas merang, kemudian dibasahi dengan air hingga lembab. Benih yang telah direndam fungisida kemudian diletakkan di atas baki yang telah diberi kertas merang. Setelah benih berkecambah, (± 3 hari) dipindah ke dalam polibag kecil berdiameter 10 cm yang sudah diisi dengan tanah, 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.

3.4.4 Penanaman

Penanaman diawali dengan pembuatan lubang tanam dalam media yang sebelumnya telah ditaburi insectisida/nematode berbahan aktif karbofuran sebanyak 5 g per tanaman. Bibit dalam polibag kecil dikeluarkan kemudian ditanam pada lubang. Tanah disekitar tanaman dipadatkan dan ditekan agar bibit dapat berdiri tegak. Penanaman awal penyiraman dilakukan sesuai dengan perlakuan non stress yaitu sebanyak 3400 ml air selama tiga hari. Perlakuan pemberian air mulai diterapkan mulai hari keempat setelah transplanting.

3.4.5 Pemberian air

Pemberian air dalam penelitian ini ialah perlakuan terkendali. Tingkat pemberian air dapat digolongkan ke dalam 2 kelompok yaitu pemberian air pada kondisi tidak tercekam (100% air tersedia pada kapasitas lapang) dan pada kondisi

tercekam (40% air tersedia pada kapasitas lapang). Pada penelitian ini air yang diberikan pada 20 kg tanah ialah 3400 ml (100% KL) dan 1360 ml (40% KL).

Perlakuan pemberian air pada tanaman bunga matahari dimulai sejak tanaman ditransplanting hingga tanaman bunga matahari melewati masa generatif yaitu berumur \pm 100 HST. Pada 1 minggu pertama setelah transplanting, pemberian air diberikan sebanyak 3400 ml (100% KL) untuk semua tanaman. Perlakuan cekaman kekeringan dilakukan mulai umur 2 minggu setelah transplanting. Penambahan air dilakukan untuk mengkondisikan air tanah tetap pada perlakuan.

Sebelum dilakukan penyiraman, setiap pot di ditimbang untuk mengetahui berapa air yang berkurang sehingga dapat ditentukan kadar air berapa yang harus ditambahkan untuk mencapai kondisi sesuai dengan perlakuan. Setelah mengetahui kadar air yang harus ditambahkan, air yang telah diukur dengan gelas ukur lalu disiramkan ke seluruh permukaan tanah. Perlakuan pemberian air dilakukan pada setiap sore hari.

3.4.6 Pemeliharaan

Terdapat tahapan- tahapan dalam pemeliharaan yaitu:

1. 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.
2. Pemupukan dilakukan tiga kali selama pertumbuhan tanaman. Pemupukan pertama dilakukan pada awal tanam (0 HST) dengan menggunakan pupuk NPK $\frac{1}{4}$ dosis anjuran. Pemupukan selanjutnya dilakukan pada umur 28 HST dengan pupuk NPK $\frac{1}{2}$ dosis anjuran dan pada umur 56 HST dengan pupuk NPK $\frac{1}{4}$ dosis anjuran (Lampiran 2). Pemberian pupuk dilakukan dengan melarutkan pupuk pada air yang digunakan untuk penyiraman.
3. Pemasangan ajir
Pemasangan ajir dimulai pada umur 3 minggu setelah transplanting agar tanaman tidak rebah (menopang tanaman).
4. Penyiangan dilakukan secara intensif sehingga semua tanaman bebas dari gulma, keadaan ini dipertahankan selama pertumbuhan tanaman.

5. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan menggunakan insectisida Wider. Hama ulat dan belalang dapat dikendalikan secara manual dan melalui penyemprotan insectisida berbahan aktif deltametrin. Pemberian pestisida dilakukan bila tanaman terserang hama dan penyakit tanaman dengan dosis 25 g/l.

3.4.7 Pengamatan

Pengamatan non destruktif

1. Tinggi tanaman (cm)
Tinggi tanaman diukur mulai dari permukaan tanah hingga titik tumbuh. Pengukuran dilakukan saat tanaman memasuki fase generatif (± 56 HST).
2. Jumlah daun
Jumlah daun dihitung pada daun yang berwarna hijau dan telah membuka sempurna. Pengukuran dilakukan saat tanaman memasuki fase generatif (± 56 HST).
3. Diameter Batang (cm)
Diameter batang diukur pada bagian batang bawah pada ketinggian 5 cm di atas permukaan tanah dengan menggunakan jangka sorong. Pengukuran dilakukan saat tanaman memasuki fase generative (± 56 HST).

Pengamatan destruktif

1. Panjang akar (cm)
Panjang akar diukur mulai bagian leher akar sampai dengan bagian ujung akar yang terpanjang dengan menggunakan meteran. Pengukuran dilakukan setelah tanaman dipanen.
2. Berat biji 100 butir (g)
Penimbangan dilakukan setelah biji kering dengan menimbang bobot biji sebanyak 100 butir.
3. Persentase Biji Bernas per Bunga (%)
Persentase biji dihitung per tanaman pada saat panen dengan memisahkan antara yang bernas dan hampa.
4. Luas Daun (cm²)

Panjang dan lebar daun diukur daun tertua dengan menggunakan LAM. Pengukuran dilakukan saat tanaman memasuki fase generative (± 56 HST).

5. Persentase Biji Hampa per Bunga (%)

Persentase biji dihitung per tanaman pada saat panen dengan memisahkan antara yang bernas dan hampa.

6. Diameter Bunga (cm)

Diameter bunga diukur dengan dua cara yaitu saat bunga mekar sempurna dan saat panen. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan meteran.

3.4.8 Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan analisa uji t (taraf 5%).

$$t_{hitung} = \frac{x - \bar{\mu}}{s/\sqrt{n}}$$

dimana: s = simpangan baku

n = jumlah kelompok

Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka perlakuan berbeda nyata

Selanjutnya penurunan ukuran yang terjadi akibat cekaman kekeringan dianalisis menggunakan RAK (Rancangan Acak Kelompok).

| Sumber Keragaman | db | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Tengah | F hitung | F tabel 5% |
|------------------|----|----------------|----------------|-------------|------------|
| ULANGAN (U) | 2 | JK U | KT U | KT U / KT E | |
| AKSESI (G) | 9 | JK G | KT G | KT G / KT E | |
| GALAT (e) | 18 | JK e | KT e | | |
| TOTAL (T) | 29 | JK T | | | |

Keterangan : a = jumlah aksesi bunga matahari

u = jumlah ulangan



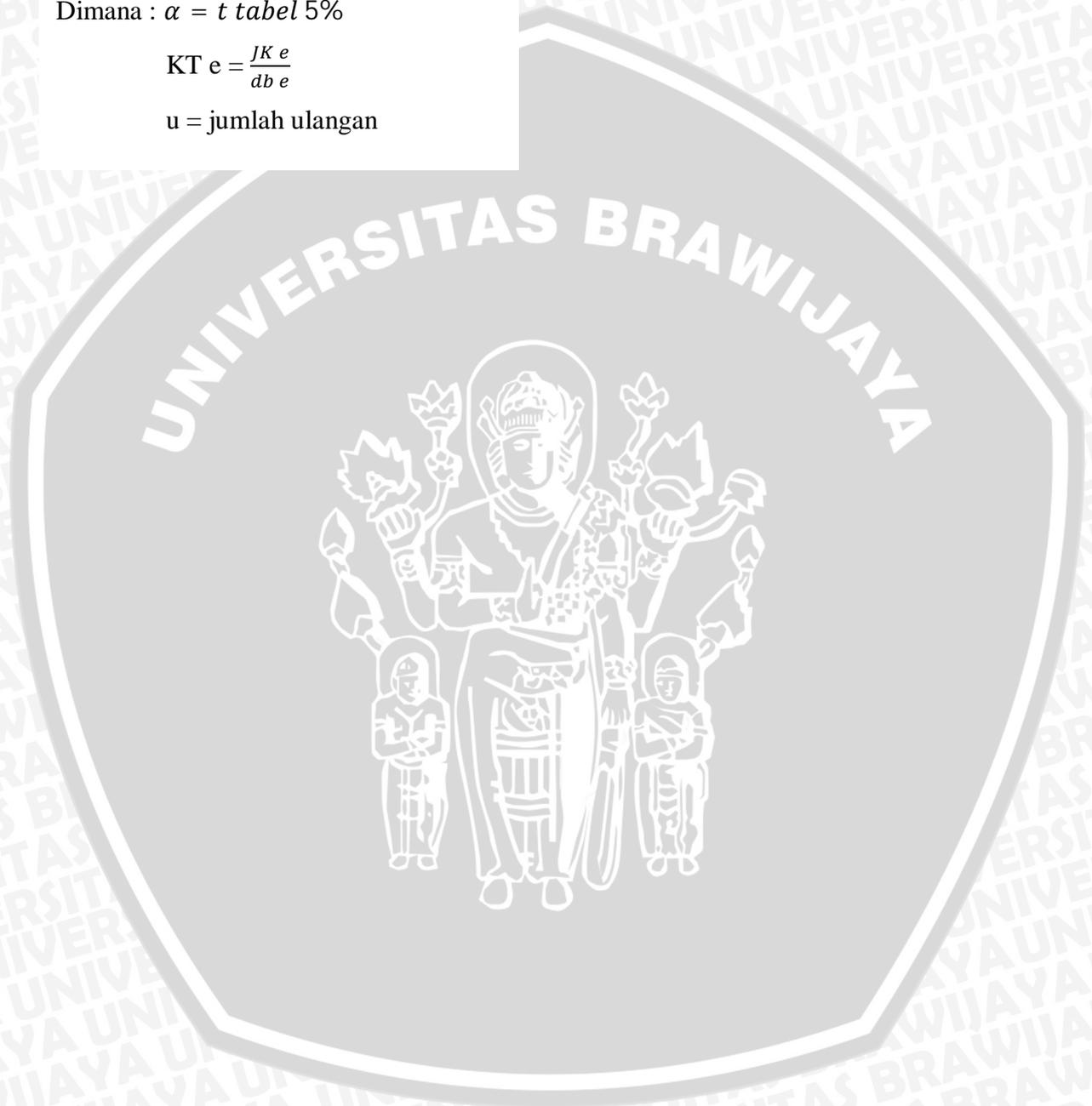
Menurut Gomes (1995) apabila hasil berbeda nyata, maka diuji dengan uji BNT 5%.

$$BNT = t_{\alpha/2} \sqrt{\frac{2KTe}{u}}$$

Dimana : $\alpha = t$ tabel 5%

$$KTe = \frac{JK_e}{db_e}$$

u = jumlah ulangan



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Rata-rata Karakter Kuantitatif Pada Sepuluh Aksesori

Pada penelitian ini, karakter morfologis yang diamati ialah karakter kuantitatif. Karakter kuantitatif yang diamati meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun, panjang akar, diameter bunga, bobot 100 biji, persentase biji bernas dan persentase biji hampa. Berikut Tabel 1 nilai rata-rata tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun pada 10 aksesori pada kondisi tercekam (40% KL) dan tidak tercekam (100% KL).

Tabel 1. Rata-Rata Tinggi Tanaman, Diameter Batang, Jumlah Daun, Luas Daun Pada 10 Aksesori pada Kondisi Tercekam (40% KL) dan Tidak Tercekam (100% KL)

| Aksesori | Tinggi tanaman (cm) | | Diameter Batang (cm) | | Jumlah Daun | | Luas Daun (cm ²) | |
|----------|---------------------|---------|----------------------|--------|-------------|---------|------------------------------|---------|
| | 100% KL | 40% KL | 100% KL | 40% KL | 100% KL | 40% KL | 100% KL | 40% KL |
| HA 01 | 171,69 | 99,94 | 1,63 | 0,75 | 64,78 | 44 | 327,35 | 84,35 |
| HA 12 | 165,44 | 89,99 | 1,7 | 0,73 | 34,67 | 30,33 | 426,49 | 112,18 |
| HA 21 | 188,31 | 93,72 | 1,65 | 0,67 | 66,67 | 40,11 | 310,04 | 82,85 |
| HA 22 | 145,33 | 85,39 | 1,67 | 0,55 | 33,44 | 27,89 | 246,38 | 69,41 |
| HA 25 | 147,43 | 78,75 | 1,6 | 0,7 | 35,11 | 30,44 | 355,32 | 78,58 |
| HA 26 | 109,39 | 65,93 | 1,6 | 0,57 | 27,44 | 23,44 | 315,31 | 100,62 |
| HA 28 | 150,39 | 100,39 | 1,67 | 0,7 | 43,67 | 37,44 | 338,99 | 126,68 |
| HA 44 | 178,48 | 92,61 | 1,52 | 0,65 | 68,11 | 38,44 | 319,5 | 90,98 |
| HA 45 | 142,4 | 77,28 | 2,05 | 0,97 | 37,22 | 32,89 | 239,62 | 95,02 |
| HA 50 | 152,88 | 88,8 | 1,68 | 0,83 | 36,44 | 32,11 | 323,49 | 145,7 |
| Rerata* | 155,17 a | 87,22 b | 1,68 a | 0,71 b | 44,76 a | 33,71 a | 320,25 a | 98,64 b |

*Angka yang didampingi huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji t (*t test*)

Karakter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun dan luas daun mengalami penurunan ukuran pada kondisi tercekam dibandingkan tidak tercekam (Tabel 1). Hasil uji t menunjukkan bahwa perlakuan pemberian air memiliki perbedaan yang nyata pada karakter tinggi tanaman, diameter batang dan luas daun. Namun pada karakter jumlah daun menunjukkan perbedaan yang tidak nyata antar perlakuan.

Tabel 2. Rata-Rata Panjang akar, Diameter Bunga, Bobot 100 Biji, Persentase Biji Bernas dan Persentase Biji Hampa Pada 10 Aksesori Kondisi Tercekam (40% KL) dan Tidak Tercekam (100% KL)

| Aksesi | Panjang Akar (cm) | | Diameter Bunga (cm) | | Bobot 100 Biji (g) | | Persentase Biji Bernas (%) | | Persentase Biji Hampa (%) | |
|---------|-------------------|---------|---------------------|--------|--------------------|--------|----------------------------|---------|---------------------------|---------|
| | 100% KL | 40% KL | 100% KL | 40% KL | 100% KL | 40% KL | 100% KL | 40% KL | 100% KL | 40% KL |
| HA 01 | 83,5 | 38,5 | 17,62 | 8,13 | 8 | 4,67 | 86,77 | 74,11 | 13,23 | 25,89 |
| HA 12 | 53 | 23,25 | 16,85 | 8,89 | 8,5 | 7,92 | 90,6 | 62,98 | 19,4 | 37,02 |
| HA 21 | 49,75 | 31,5 | 16,68 | 7,87 | 8,75 | 5,17 | 76,83 | 75,53 | 23,17 | 24,09 |
| HA 22 | 64,5 | 23,8 | 13,32 | 7,07 | 8,42 | 8 | 77,87 | 74,53 | 22,13 | 25,47 |
| HA 25 | 47,5 | 25,5 | 16,63 | 8,28 | 6,17 | 4,5 | 93,08 | 80,2 | 13,59 | 19,8 |
| HA 26 | 46,5 | 30,75 | 14,03 | 9,2 | 7,33 | 5,83 | 90,98 | 77,32 | 15,68 | 22,68 |
| HA 28 | 54,5 | 30 | 16,07 | 7,72 | 8,17 | 8 | 80,18 | 75,69 | 19,82 | 24,31 |
| HA 44 | 57 | 30 | 16,23 | 8,37 | 7,83 | 4,67 | 74,18 | 73,61 | 23,82 | 28,39 |
| HA 45 | 54,5 | 35 | 16,1 | 8,12 | 7,33 | 4,5 | 87,91 | 80,77 | 12,09 | 19,23 |
| HA 50 | 51 | 24,5 | 15,2 | 9,43 | 10,71 | 7 | 81,01 | 61,82 | 18,89 | 38,18 |
| Rerata* | 55,28 a | 29,28 b | 15,88 a | 8,32 b | 8,1 a | 6,12 b | 67,38 a | 59,29 b | 22,62 a | 30,71 b |

*Angka yang didampingi huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji t (*t test*)

Karakter panjang akar, diameter bunga, bobot 100 biji, persentase biji bernas dan persentase biji hampa mengalami penurunan ukuran pada kondisi tercekam dibandingkan tidak tercekam (Tabel 2). Hasil uji t menunjukkan bahwa perlakuan pemberian air memiliki perbedaan yang nyata pada karakter panjang akar, diameter bunga, bobot 100 biji, persentase biji bernas dan persentase biji hampa.

4.1.2 Persentase Penurunan Karakter Kuantitatif Pada Sepuluh Aksesi Akibat Cekaman Kekeringan

Persentase penurunan ialah penurunan yang terjadi pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan (40% KL) dibandingkan dengan kondisi tidak tercekam (100% KL). Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pengaruh cekaman kekeringan pada sepuluh aksesi. Diasumsikan bahwa semakin kecil persentase penurunan yang terjadi, semakin kecil pula pengaruh cekaman kekeringan pada bunga matahari. Hasil analisis ragam (ANOVA) persentase penurunan akibat cekaman kekeringan pada pengamatan jumlah daun dan persentase biji bernas menunjukkan perbedaan yang nyata antar sepuluh aksesi sedangkan pada parameter tinggi tanaman, diameter batang, luas daun, panjang akar, diameter bunga, bobot 100 biji dan persentase biji hampa menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada sepuluh aksesi bunga matahari (Lampiran 4). Dari sembilan karakter yang diamati, karakter jumlah daun dan persentase biji bernas yang menunjukkan perbedaan yang nyata antar sepuluh aksesi. Berikut

Tabel 3 persentase penurunan pada karakter kuantitatif akibat cekaman kekeringan.

Tabel 3. Persentase Penurunan Pada Karakter Kuantitatif Akibat Cekaman Kekeringan (%)

| Aksesi | Tinggi tanaman (%)* | Diameter Batang (%)* | Jumlah Daun (%)* | Luas Daun (%)* | Panjang Akar (%)* | Diameter Bunga (%)* | Bobot 100 Biji (%)* | Persentase Biji Bernas (%)* | Persentase Biji Hampa (%)* |
|-----------|---------------------|----------------------|------------------|----------------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|
| HA 01 | 41,84 | 54,05 | 32,03 ab | 74,23 | 53,25 | 53,76 | 40,09 | 14,54 g | 48,33 |
| HA 12 | 45,38 | 56,44 | 12,52 a | 73,03 | 42,53 | 46,58 | 20,79 | 30,04 i | 48,04 |
| HA 21 | 49,73 | 59,46 | 39,81 b | 72,57 | 36,71 | 52,51 | 39,13 | 10,89 e | 9,5 |
| HA 22 | 40,72 | 66,67 | 16,67 a | 70,83 | 63,03 | 46,73 | 6,78 | 3,91 b | 12,16 |
| HA 25 | 46,67 | 56,07 | 12,86 a | 77,9 | 39,97 | 50,25 | 25,64 | 13,16 f | 30,83 |
| HA 26 | 39,05 | 64,59 | 14,36 a | 68,5 | 28,79 | 34,04 | 18,91 | 14,48 g | 30,77 |
| HA 28 | 32,05 | 57,26 | 11,62 a | 59,3 | 43,56 | 51,99 | 23,65 | 5,57 c | 20,02 |
| HA 44 | 48,09 | 57,25 | 43,55 b | 71,4 | 47,61 | 47,26 | 37,22 | 0,75 a | 16,18 |
| HA 45 | 42,89 | 52,15 | 10,89 a | 56,93 | 23,14 | 48,93 | 34,38 | 7,97 d | 37,48 |
| HA 50 | 41,85 | 50,51 | 11,75 a | 55,07 | 53,11 | 37,6 | 35,37 | 22,48 h | 53,36 |
| BNT (5 %) | tn | tn | 12,1 | tn | tn | tn | tn | 0,3 | tn |
| KK (%) | 11,89 | 8,82 | 61,79 | 11,69 | 27,57 | 13,69 | 38,47 | 71,05 | 62,6 |

*Angka yang didampingi huruf yang berbeda pada setiap kolom menandakan berbeda nyata menurut BNT 5%.

Pada karakter jumlah daun, aksesi HA 44 mempunyai persentase penurunan sebesar 43,55%. Namun tidak berbeda nyata dengan HA 01 (32,03%) dan HA 21 (39,81%). Sedangkan aksesi yang mempunyai jumlah daun terendah adalah HA 45 sebesar 10,89%. Namun tidak berbeda nyata dengan HA 12 (12,52%), HA 22 (16,67%), HA 25 (12,86%), HA 26 (14,36%), HA 28 (11,62 %) dan HA 50 (11,75%).

Pada karakter persentase biji bernas, aksesi yang mempunyai persentase penurunan terendah adalah HA 44. Kemudian diikuti dengan aksesi HA 22 (3,91%), HA 28 (5,57%), HA 45(7,97%), HA 21 (10,89%), HA 25 (13,16%), HA 26 (14,48%), HA 01 (14,54%) dan HA 50 (22,48%). Aksesi HA 12 mempunyai persentase penurunan yang tertinggi sebesar 30,04%. Pengaruh cekaman kekeringan pada sepuluh aksesi bunga matahari dapat dilihat dari grafik penurunan (Lampiran 6).

4.2 Pembahasan

4.1.3 Karakter Tanaman Pada Fase Vegetatif

Cekaman kekeringan akan memberi pengaruh pada pertumbuhan tanaman. Bila tanaman dihadapkan pada kondisi kekeringan terdapat dua macam tanggapan yang dapat memperbaiki status air, yaitu (1) tanaman mengubah distribusi asimilat baru untuk mendukung pertumbuhan akar dengan mengorbankan tajuk, sehingga dapat meningkatkan kapasitas akar menyerap air serta menghambat pemekaran daun untuk mengurangi transpirasi; (2) tanaman akan mengatur derajat pembukaan stomata untuk menghambat kehilangan air lewat transpirasi (Haryati, 2003). Dua tanggapan yang terjadi pada tanaman akibat cekaman kekeringan memberi pengaruh pada penurunan ukuran karakter tanaman bunga matahari.

Cekaman kekeringan pada fase vegetatif akan mengakibatkan penurunan ukuran karakter tanaman dibandingkan pada kondisi tidak tercekam. Kekeringan selama fase vegetatif tanaman mempengaruhi baik hasil biologis dan hasil akhir. Selama pengembangan vegetatif, mengurangi tinggi batang utama, diameter batang, jumlah daun dan luas daun.

Tinggi tanaman bunga matahari bisa mencapai 4 m pada kondisi normal (Berglund, 2007) sedangkan pada penelitian ini tinggi tanaman bunga matahari pada kondisi tercekam mengalami penurunan 32,05% – 49,73%. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Nezami, *et al* (2008) bahwa pada beberapa varietas bunga matahari pada kondisi tercekam mengakibatkan penurunan tinggi tanaman hingga 50%.

Menurut Harjadi dan Yahya (1988), cekaman kekeringan yang sedikit saja sudah cukup menyebabkan lambat atau berhentinya pembelahan dan pembesaran sel. Hal ini terlihat jelas dimana diameter batang mengalami penurunan pada kondisi tercekam dibandingkan dengan kondisi tidak tercekam. Persentase penurunan diameter batang mencapai 66,67% dari kondisi tidak tercekam. Penjelasan tersebut diperkuat oleh Agele *et al.* (2003) serta Turhan dan Baser (2004) bahwa kekeringan selama fase vegetatif tanaman mengurangi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun dan luas daun bunga matahari. Namun persentase penurunan antar sepuluh aksesori menunjukkan perbedaan yang tidak nyata.

Cekaman kekeringan memberi pengaruh dengan penurunan luas daun pada kondisi tercekam dibandingkan dengan kondisi tidak tercekam. Diduga penurunan

ukuran luas daun, sebagai upaya tanaman untuk mempertahankan diri untuk tetap hidup dalam kondisi kekurangan air. Menurut Gardner *et al.* (1991) bahwa pengaruh kekurangan air selama tingkat vegetatif ialah berkembangnya daun-daun yang lebih kecil yang dapat mengurangi harga LAI (*Leaf Area Index*) pada saat dewasa dan berakibat kurangnya penyerapan cahaya oleh tanaman budidaya tersebut. Herawati T dan Setiamihardja (2000) menambahkan bahwa setelah terjadi cekaman umumnya terjadi percepatan pertumbuhan, akan tetapi ukuran daun lebih kecil dibandingkan dengan daun tanaman yang ada dalam keadaan normal.

Dalam bunga matahari daun adalah sumber utama produksi zat fotosintesis yang diperlukan untuk pengisian biji. Cekaman kekeringan pada fase vegetatif akan menurunkan luas daun. Penurunan luas daun ini akan mengakibatkan penurunan pada kecepatan proses fotosintesis dan alokasi asimilat dari tajuk ke akar. Hal ini sebagai akibat dari menutupnya stomata, meningkatnya resistensi mesofil yang akhirnya memperkecil efisiensi fotosintesis. Menurunnya laju fotosintesis secara langsung pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan juga akibat protoplasma dan atau kloroplas yang mengalami dehidrasi sehingga mempunyai kapasitas yang rendah untuk fotosintesis (Nurhayati, dkk, 2006). Cekaman kekeringan dapat menghambat membukanya stomata., translokasi fotosintat ini memiliki respon yang lebih sensitive daripada fotosintesisnya.

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. Peranan yang penting ini menimbulkan konsekuensi bahwa secara langsung atau tidak langsung cekaman kekeringan akan mempengaruhi semua proses metabolisme dalam tanaman yang mengakibatkan terganggunya proses pertumbuhan. Hal ini terlihat dari penurunan jumlah daun dibandingkan dengan kondisi tidak tercekam. Penurunan yang terjadi mencapai 43% dari kondisi tidak tercekam. Hal ini sesuai dengan pendapat Turhan dan Baser (2004) bahwa kekeringan selama fase vegetatif tanaman mengurangi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun dan luas daun bunga matahari. Persentase penurunan jumlah daun menunjukkan perbedaan yang nyata antar sepuluh aksesori bunga matahari.

Aksesi yang mempunyai persentase penurunan terendah adalah HA 44, namun tidak berbeda nyata dengan HA 01 dan HA 21. Dapat diasumsikan bahwa cekaman kekeringan memberi pengaruh paling rendah pada HA 44 dibandingkan dengan aksesi lainnya.

Pengaruh cekaman kekeringan pada bunga matahari dapat juga terlihat pada bentuk daun yang menggulung (Lampiran 7). Peristiwa ini disebut hidronasti. Hidronasti adalah gerak nasti yang mencakup gerak pelipatan atau penggulangan daun, namun penggulangan daun terjadi akibat responnya terhadap keadaan kekurangan air dan bukan terhadap cahaya. Proses tersebut dapat mengurangi terpaan udara kering pada permukaan daun dan dengan penutupan stomata, transpirasi berkurang sehingga bahaya penghambatan oleh cahaya juga dapat diturunkan. Maka hidronasti dapat dikatakan sebagai salah satu mekanisme tumbuhan untuk bertahan terhadap kekeringan (Salisbury and Ross, 1995). Tanaman bunga matahari yang diuji menunjukkan penggulangan daun maksimal saat suhu ruang mencapai 34° C. Diduga pada waktu itu, tanaman mengalami penguapan yang tinggi. Sehingga daun menunjukkan penggulangan daun sebagai akibat dari cekaman kekeringan. Hal ini dilakukan sebagai upaya tanaman untuk mengurangi respirasi. Hasil pengamatan pada kondisi tercekam, aksesi HA 01 menunjukkan bentuk daun yang paling menggulung dibandingkan aksesi lainnya. Aksesi HA 01 melakukan penggulangan daun untuk mengurangi respirasi. Sedangkan aksesi HA 50, tidak terjadi penggulangan daun saat tanaman mulai kekurangan air. Posisi daun aksesi HA 50 tidak mengalami perubahan walaupun suhu ruang meningkat. Dapat diasumsikan bahwa kondisi cekaman kekeringan tidak terlalu berpengaruh pada penampilan daun HA 50. Aksesi HA 50 dapat tetap bertahan dengan tidak melakukan upaya penggulangan daun untuk mengurangi transpirasi. Beberapa menit setelah dilakukan penyiraman, penggulangan daun mulai tidak terjadi. Posisi daun kembali normal. Kalefetoğlu and Ekmekçi (2005), dalam ilmu genetik tanaman menggunakan 3 mekanisme dalam merespon kekeringan yaitu dengan mekanisme escape, avoidance (penghindaran) dan mekanisme toleransi. Tanaman pada umumnya menggunakan lebih dari satu mekanisme dalam merespon kekeringan pada waktu yang bersamaan.

4.1.4 Karakter Tanaman Pada Fase Generatif

Cekaman kekeringan yang ringan kecil pengaruhnya terhadap menutupnya stomata. Bila cekaman kekeringan ini berlangsung lebih hebat akan mengurangi penyerapan CO₂, lebih dari itu fotofosforilasi dan fotolisis air juga akan terganggu. Kecepatan translokasi fotosintat dari daun ke bagian tanaman lainnya juga akan menurun. Sehingga berakibat juga panjang akar yang mengalami penurunan pada kondisi tercekam dibandingkan dengan kondisi tidak tercekam. Penurunan yang terjadi mencapai 63,03%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Vanaja (2011) pada tanaman jagung dan bunga matahari menunjukkan bahwa cekaman kekeringan menurunkan panjang akar. Hasil ini berlawanan dengan hasil penelitian yang dilakukan Tahir *et al.* (2002) pada kondisi tercekam air, pertumbuhan akar meningkat.

Cekaman kekeringan memberi pengaruh dengan penurunan diameter bunga pada kondisi tercekam dibandingkan dengan kondisi tidak tercekam. Ukuran diameter bunga mengalami penurunan pada kondisi tercekam sehingga berakibat penurunan hasil biji tiap bunga. Hal tersebut sesuai dengan Tahir dan Mehdi (2001) pada tanaman *Helianthus annuus* L. bahwa diameter bunga, bobot 100 biji dan hasil biji mengalami penurunan pada kondisi stres air dibandingkan pada kondisi normal.

Pada pengamatan bobot 100 biji dan persentase biji bernas menunjukkan bahwa terjadi penurunan bobot pada kondisi tercekam dibandingkan dengan kondisi tidak tercekam. Sedangkan pada pengamatan persentase biji hampa mengalami peningkatan pada kondisi tercekam dibandingkan pada kondisi tidak tercekam. Penurunan persentase biji bernas terendah ditunjukkan oleh HA 44. Pada persentase biji hampa pada kondisi tercekam mencapai dua kali lebih banyak dibandingkan pada kondisi tidak tercekam. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Nezami, A. *et al.* (2008) pada tanaman bunga matahari yang diperlakukan dalam tiga level kapasitas lapang (30% KL, 60% KL dan 100% KL), pada parameter bobot 100 biji dan jumlah biji per bunga menunjukkan penurunan hasil dalam kondisi tercekam.

Biji hampa yang terjadi pada benih bunga matahari bisa disebabkan oleh beberapa faktor. Antara lain penyerbukan yang tidak sempurna dan cara adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Menurut Bielora dan Hopmans (1975) bahwa melalui penutupan stomata, pengurangan pada luas daun dan fotosintesis memperpendek masa pengisian biji disebabkan pasokan karbohidrat untuk benih terbatas.

Pada hasil analisis uji minyak biji bunga matahari menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara kondisi tercekam dan tidak tercekam (Lampiran 8). Sepuluh aksesori bunga matahari yang diuji menunjukkan perbedaan pada kandungan minyaknya. Aksesori bunga matahari yang pada kondisi tercekam mempunyai kandungan minyak lebih tinggi daripada kondisi tidak tercekam ialah HA 25 (53,04%), HA 21 (39,99%), HA 01 (38,45%), HA 44 (38,2%) dan HA 28 (37,47%). Sedangkan aksesori bunga matahari yang mempunyai kandungan minyak pada kondisi tidak tercekam lebih besar dibandingkan dengan kondisi tercekam ialah HA 26 (46,78%), HA 12 (44,11%), HA 22 (38,77%), HA 50 (33,94%) dan HA 45 (28,59%). Aksesori yang mempunyai kandungan minyak tertinggi pada kondisi tercekam adalah aksesori HA 25. Sedangkan pada kondisi tidak tercekam adalah aksesori HA 26. Menurut pendapat Razi, and Asad (1998) bahwa beberapa bukti menunjukkan cekaman kekeringan selama berbunga, fase vegetatif atau periode pengisian biji menyebabkan penurunan yang signifikan dalam produksi dan kandungan minyak bunga matahari.

Sejumlah respon terhadap cekaman kekeringan dikontrol oleh gen dengan berbagai fungsi yang berbeda. Ketika air hilang dari sel, proses pengaturan dimulai dari metabolisme sel ke kondisi seluler baru. Pada waktu yang bersamaan, perkembangan hambatan lintasan akan menghasilkan perubahan ekspresi gen. Beberapa gen yang diinduksi oleh cekaman kekeringan mengkode produk gen yang diduga untuk melindungi fungsi sel.

Okogbenin *et al.* (2003) menyebutkan bahwa perbedaan ekspresi dari gen spesifik antara tanaman yang toleran dan peka terhadap cekaman kekeringan mengindikasikan bahwa sifat toleransi dikendalikan secara genetik melalui suatu mekanisme biokimia dan fisiologi, dan hal tersebut mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Perubahan ukuran dan bobot semua karakter kuantitatif tanaman bunga

matahari menunjukkan pengaruh dari cekaman kekeringan. Namun sepuluh aksesi yang diamati memiliki pengaruh yang sama pada karakter tinggi tanaman, diameter batang, luas daun, panjang akar, diameter bunga, bobot 100 biji dan persentase biji hampa. Sedangkan jumlah daun dan persentase biji bernas memiliki pengaruh yang berbeda pada sepuluh aksesi.



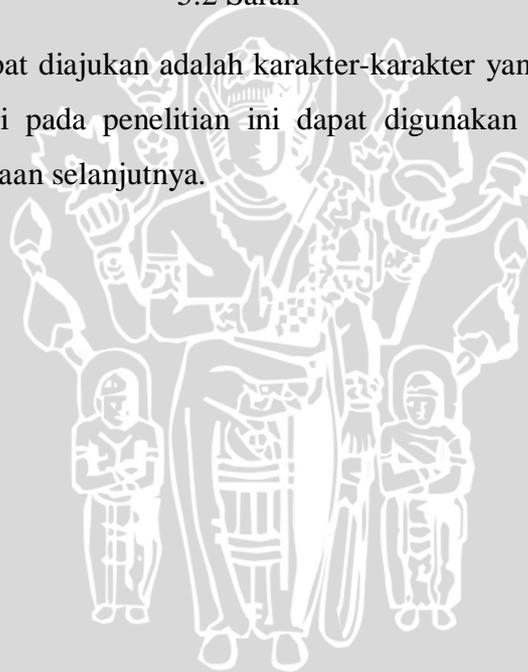
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Cekaman kekeringan (40% KL) mengakibatkan penurunan ukuran pada karakter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun, panjang akar, diameter bunga, bobot 100 biji dan persentase biji bernas. Namun pada persentase biji hampa mengalami peningkatan bunga matahari.
2. Kondisi cekaman kekeringan mengakibatkan perbedaan karakter jumlah daun dan persentase biji bernas pada sepuluh aksesi bunga matahari, namun tidak mengakibatkan perbedaan pada karakter tinggi tanaman, diameter batang, luas daun, diameter bunga, panjang akar, bobot 100 biji dan persentase biji hampa.

5.2 Saran

Saran yang dapat diajukan adalah karakter-karakter yang dimiliki sepuluh aksesi bunga matahari pada penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi dalam program pemuliaan selanjutnya.



DAFTAR PUSTAKA

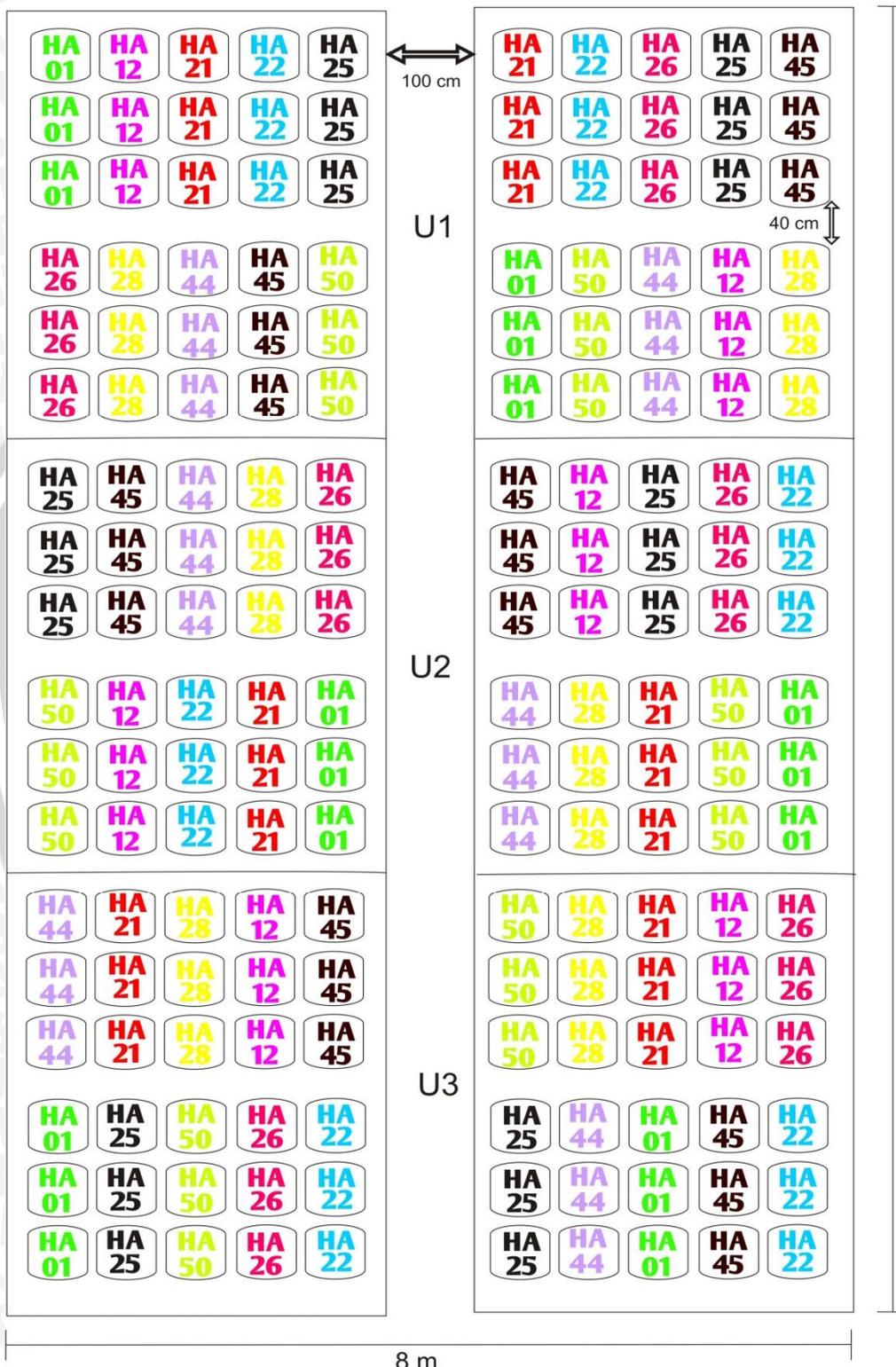
- Agele, S. O, Maraiyesa, I. O and Adeniji, I. A. 2007. Effects of Variety and Row Spacing on Radiation Interception, Partitioning of Dry Matter and Seed Set Efficiency in Late Season Sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a Humid Zone of Nigeria. African Journal of Agricultural Research 2(3), pp. 80-88
- Ariffin. 2002. Cekaman Air dan Kehidupan Tanaman. Unit Penerbitan Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. p.96
- Berglund, Duane R. 2007. Hybrid Selection and Production Practices. In Sunflower Production. Fargo: North Dakota State University. p 15
- BPS. 2003. Luas Lahan Menurut Penggunaannya di Indonesia. Survey Pertanian, 2002.
- Cholid, M, Nurindah, Anik Herwati. 2009. Tanaman Perkebunan Penghasil Bahan Bakar Nabati. IPB Press. Bogor. pp. 23- 53
- Franzen D. 2007. Hybrid Selection and Production Practices. In Sunflower Production. Fargo: North Dakota State University. pp 13-16
- Haryati. 2003. Pengaruh Cekaman Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman. Program Studi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Herawati, T dan R. Setiamihardja, 2000. Diktat Kuliah Pemuliaan Tanaman Lanjutan. Program Pengembangan Kemampuan Penelitian Tingkat S1 Non pemuliaan dan Ilmu Teknologi Pemuliaan. Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran. Bandung
- Kalefetoğlu, T and Y. Ekmekçi. 2005. The Effects of Drought on Plants and Tolerance Mechanisms. Journal of Science 18(4):723-740 pp
- Mansfield., T.A. and C. J. Atkinson. 1990. Stomatal Behavior in Water Stressed Plants. P. 241-246. In Alscher and Cumming (Ed.). Stress Responses in Plant: Adaptation and Acclimation Mechanisms. Wiley-Liss, Inc., New York.
- Nezami, A, H.R. Khazaei, Z. Boroumand Rezazadeh and Hosseini. 2008. Effects of Drought Stress and Defoliation on Sunflower (*Helianthus annuus*) in Controlled Conditions. Ph.D. diss. Ferdowsi University of Mashhad. Iran.
- Nurhayati, Rizwan, Hanifah. 2006. Ekspresi Gen Selama Defisit Air. Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian 4 (1):18-23 pp

- Okogbenin E, Fregene M (2003). Genetic Mapping of QTLs Affecting Productivity and Plant Architecture in a Full-sib Cross from Non-inbred Parents in Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Theor. Appl. Genet.* 107: 1452-1462
- Paimin, R. 2004. Supaya Matahari Tumbuh Bernas. Artikel Perkebunan. Bunga Matahari 1. Program PPS Universitas Brawijaya Malang. p. 372
- Petcu, E., Arsintescu, A., Stanciu, D. (2001). The Effect of Drought Stress on Fatty Acid Composition in Some Romanian Sunflower Hybrids. *Romanian Agricultural Research* 15, 39–42.
- Rauf , Saeed. 2008. Breeding Sunflower (*Helianthus annuus* L.) for Drought Tolerance. *Communications in Biometry and Crop Science*. Poland. pp. 29–44
- Razi, H. and M.T. Asad, 1998. Evaluation of Variation of Agronomic Traits and Water Stress Tolerant in Sunflower Conditions. *Agricultural and Natural Resources Sciences*, 2: 31-43pp
- Shinozaki, K. and Kazuko Yamaguchi-Shinozaki. 2007. Gene Networks Involved in Drought Stress Response and Tolerance. *J. Exp. Bot.* 58 (2): 221-227pp
- Tahir, Muhammad Hammad Nadeem, M. Imran and M.K. Hussain, 2002. Evaluation of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Inbred Lines for Drought Tolerance. *Int. J. Agric. Biol.*, 3: 398–400
- Tahir, Muhammad Hammad Nadeem and Syed Sadaqat Mehdi. 2001. Evaluation of Open Pollinated Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Populations Under Water Stress and Normal Conditions. *International Journal Of Agriculture & Biology*. Pakistan.
- Turhan, H and Baser I (2004). In Vitro and In Vivo Water Stress in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 27(40): 227-236. Germ et al, 2005
- Vijay, K.L. (2004). Irrigation Strategies for Crop Production Under Water Scarcity. *International Commission on Irrigation and Drainage*, New Delhi 110-021, 89-109.
- Wardiyono. 2009. Flora Kita. <http://www.proseanet.org/florakita/index.php>. Diakses tanggal 20 Januari 2011
- Xiong, L, M. Ishitani and J.K.Zhu. 1999. Interaction of Osmotic Stress, Temperature and Abscisic Acid in Regulation of Gene Expression in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 199 : 205-211.

Lampiran 1. Denah Percobaan

40% KL

100% KL



Jarak tanam dalam aksesi 45 cm
 Jarak tanam antar aksesi 75 cm

Lampiran 2. Pemberian air

| NO | Kode Desa | Kadar air pF | | Kebutuhan air 20 kg tanah | |
|----|-----------|--------------|------|---------------------------|------|
| | | 2.5 | 4.2 | 100 % | 40 % |
| | | g/g | | ml | |
| 1 | Jatikerto | 0.28 | 0.11 | 3400 | 1360 |

Perhitungan kebutuhan air pada 20 kg tanah

Diketahui berat tanah 20 Kg

$$\begin{aligned} \text{Tidak Tercekam (100 \% KL)} &= (0.28 - 0.11) \times 20.000 \text{ g} \\ &= 3400 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tercekam (40 \% KL)} &= 0.4 \times 3400 \text{ g} \\ &= 1360 \text{ ml} \end{aligned}$$



Lampiran 3. Perhitungan Pupuk

Diketahui:

Pupuk majemuk NPK : 100 kg/ha = 100.000 gram/ ha

Jarak tanam : 75 cm x 45 cm = 0,75 m x 0,45 m = 0,34 m²

$$\text{Jumlah tanaman} = \frac{10.000 \text{ m}^2}{0,34 \text{ m}^2} = 29.412 \text{ tanaman}$$

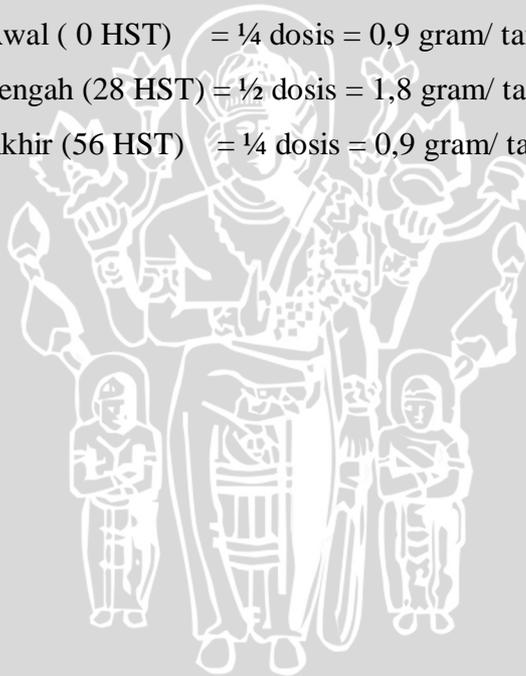
• Pupuk majemuk NPK = 100 kg/ ha

$$\text{Jumlah pupuk/ tanaman} = \frac{100.000 \text{ g}}{29.412} = 3,4 \text{ gram/ tanaman}$$

Pemberian pupuk : Awal (0 HST) = ¼ dosis = 0,9 gram/ tanaman

Tengah (28 HST) = ½ dosis = 1,8 gram/ tanaman

Akhir (56 HST) = ¼ dosis = 0,9 gram/ tanaman



Lampiran 4. Deskripsi Aksesii Bunga Matahari

Deskripsi Aksesii HA 01

| | |
|---------------------|---|
| Asal Tanaman | : Kabupaten Pati, Jawa Tengah |
| Perawakan | : Memiliki batang kokoh dengan rata-rata tinggi tanaman kriteria tinggi (263,3 cm) |
| Perakaran | : Akar serabut |
| Batang | : Berbatang tegak tetapi melengkung pada fase generative akhir, merupakan tanaman herba dan batangnya berbulu |
| Percabangan | : Tidak memiliki cabang |
| Bunga | : Memiliki bunga tunggal |
| Diameter Bunga | : rata-rata 21,33 cm |
| Warna Bunga | : Brilliant Yellow 13C. |
| Biji | : Warna biji putih garis hitam dan bentuk biji Rounded (membulat). |
| Berat biji per head | : 110,7 g |

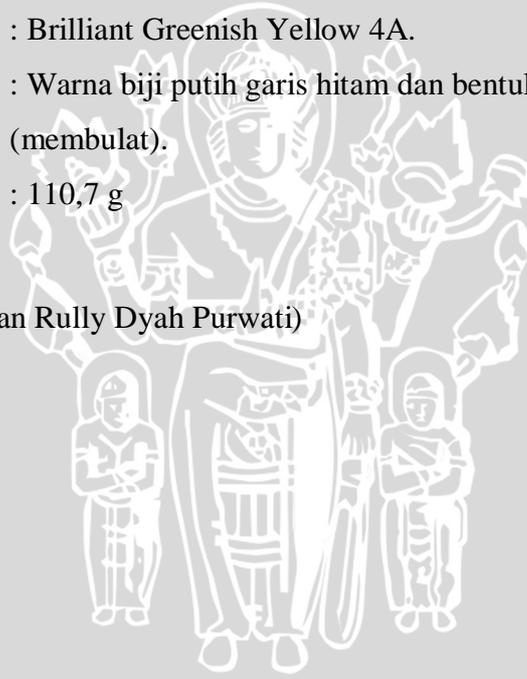
(Oleh: Anik Herwati dan Rully Dyah Purwati)

Lanjutan Lampiran 4

Deskripsi Akses HA 12

| | |
|----------------------------|---|
| Asal Tanaman | : Kota Waingapu, Sumba Timur |
| Perawakan | : Memiliki batang kokoh dengan rata-rata tinggi tanaman kriteria kecil hingga sedang (132,2 cm) |
| Perakaran | : Akar serabut |
| Batang | : Berbatang tegak tetapi melengkung pada fase generative akhir, merupakan tanaman herba dan batangnya berbulu |
| Percabangan | : Tidak memiliki cabang |
| Bunga | : Memiliki bunga tunggal |
| Diameter Bunga | : rata-rata 16,33 cm |
| Warna Bunga | : Brilliant Greenish Yellow 4A. |
| Biji | : Warna biji putih garis hitam dan bentuk biji Rounded (membulat). |
| Berat biji per <i>head</i> | : 110,7 g |

(Oleh: Anik Herwati dan Rully Dyah Purwati)

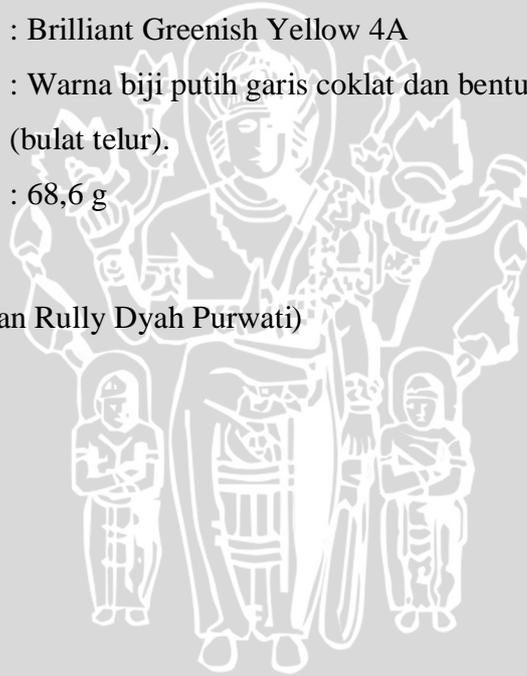


Lanjutan Lampiran 4

Deskripsi Akses HA 21

| | |
|----------------------------|---|
| Asal Tanaman | : Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang |
| Perawakan | : Memiliki batang kokoh dengan rata-rata tinggi tanaman kriteria sedang (191 cm) |
| Perakaran | : Akar serabut |
| Batang | : Berbatang tegak tetapi melengkung pada fase generative akhir, merupakan tanaman herba dan batangnya berbulu |
| Percabangan | : Tidak memiliki cabang |
| Bunga | : Memiliki bunga tunggal |
| Diameter Bunga | : rata-rata 13,83 cm |
| Warna Bunga | : Brilliant Greenish Yellow 4A |
| Biji | : Warna biji putih garis coklat dan bentuk biji Broad ovoid (bulat telur). |
| Berat biji per <i>head</i> | : 68,6 g |

(Oleh: Anik Herwati dan Rully Dyah Purwati)



Lanjutan Lampiran 4

Deskripsi Akses HA 22

| | |
|----------------------------|---|
| Asal Tanaman | : Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang |
| Perawakan | : Memiliki batang kokoh dengan rata-rata tinggi tanaman kriteria sedang (194,87 cm) |
| Perakaran | : Akar serabut |
| Batang | : Berbatang tegak tetapi melengkung pada fase generative akhir, merupakan tanaman herba dan batangnya berbulu |
| Percabangan | : Tidak memiliki cabang |
| Bunga | : Memiliki bunga tunggal |
| Diameter Bunga | : rata-rata 16,47 cm |
| Warna Bunga | : Brilliant Greenish Yellow 4A |
| Biji | : Warna biji abu-abu pinggir putih dan bentuk biji Elongated (lonjong). |
| Berat biji per <i>head</i> | : 59,9 g |

(Oleh: Anik Herwati dan Rully Dyah Purwati)

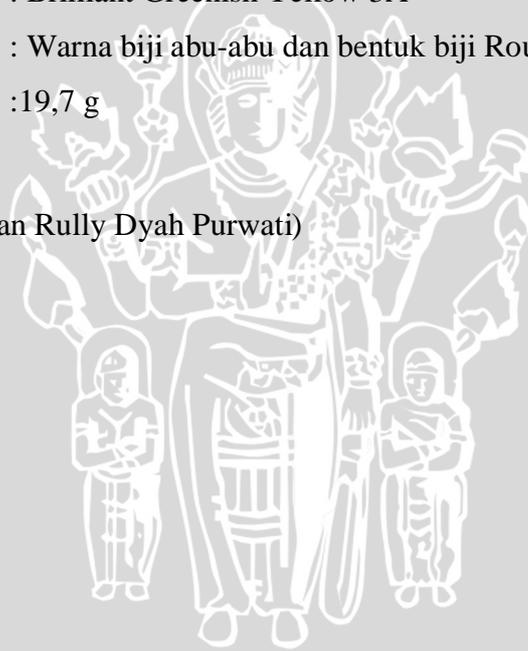


Lanjutan Lampiran 4

Deskripsi Akses HA 25

| | |
|----------------------------|---|
| Asal Tanaman | : Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang |
| Perawakan | : Memiliki batang kokoh dengan rata-rata tinggi tanaman kriteria kecil (115,9 cm) |
| Perakaran | : Akar serabut |
| Batang | : Berbatang tegak tetapi melengkung pada fase generative akhir, merupakan tanaman herba dan batangnya berbulu |
| Percabangan | : Tidak memiliki cabang |
| Bunga | : Memiliki bunga tunggal |
| Diameter Bunga | : rata-rata 13,53 cm |
| Warna Bunga | : Brilliant Greenish Yellow 3A |
| Biji | : Warna biji abu-abu dan bentuk biji Rounded (membulat). |
| Berat biji per <i>head</i> | :19,7 g |

(Oleh: Anik Herwati dan Rully Dyah Purwati)



Lanjutan Lampiran 4

Deskripsi Akses HA 26

| | |
|----------------------------|---|
| Asal Tanaman | : Kecamatan Pakis, Kabupaten Malang |
| Perawakan | : Memiliki batang kokoh dengan rata-rata tinggi tanaman kriteria kecil hingga sedang (141,16 cm) |
| Perakaran | : Akar serabut |
| Batang | : Berbatang tegak tetapi melengkung pada fase generative akhir, merupakan tanaman herba dan batangnya berbulu |
| Percabangan | : Tidak memiliki cabang |
| Bunga | : Memiliki bunga tunggal |
| Diameter Bunga | : rata-rata 15,82 cm |
| Warna Bunga | : Brilliant Greenish Yellow 4A |
| Biji | : Warna biji abu-abu garis hitam dan bentuk biji Broad ovoid (bulat telur). |
| Berat biji per <i>head</i> | : 44,8 g |

(Oleh: Anik Herwati dan Rully Dyah Purwati)

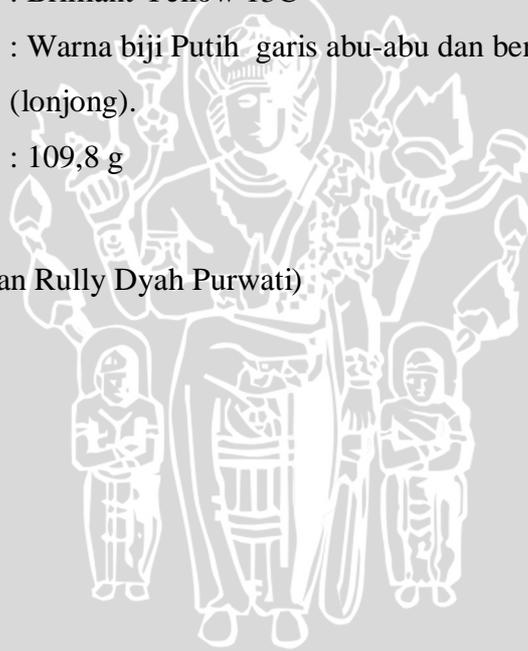


Lanjutan Lampiran 4

Deskripsi Akses HA 28

| | |
|---------------------|---|
| Asal Tanaman | : Pekanbaru, Riau |
| Perawakan | : Memiliki batang kokoh dengan rata-rata tinggi tanaman kriteria tinggi (267,2 cm) |
| Perakaran | : Akar serabut |
| Batang | : Berbatang tegak tetapi melengkung pada fase generative akhir, merupakan tanaman herba dan batangnya berbulu |
| Percabangan | : Tidak memiliki cabang |
| Bunga | : Memiliki bunga tunggal |
| Diameter Bunga | : rata-rata 21,8 cm |
| Warna Bunga | : Brilliant Yellow 13C |
| Biji | : Warna biji Putih garis abu-abu dan bentuk biji Elongated (lonjong). |
| Berat biji per head | : 109,8 g |

(Oleh: Anik Herwati dan Rully Dyah Purwati)



Lanjutan Lampiran 4

Deskripsi Akses HA 44

| | |
|---------------------|---|
| Asal Tanaman | : Kabupaten Pati, Jawa Tengah |
| Perawakan | : Memiliki batang kokoh dengan rata-rata tinggi tanaman kriteria tinggi (274,14 cm) |
| Perakaran | : Akar serabut |
| Batang | : Berbatang tegak tetapi melengkung pada fase generative akhir, merupakan tanaman herba dan batangnya berbulu |
| Percabangan | : Tidak memiliki cabang |
| Bunga | : Memiliki bunga tunggal |
| Diameter Bunga | : rata-rata 20,56 cm |
| Warna Bunga | : Brilliant Yellow 13C |
| Biji | : Warna biji putih garis hitam dan bentuk biji Rounded (membulat) |
| Berat biji per head | : 100,6 g |

(Oleh: Anik Herwati dan Rully Dyah Purwati)



Lanjutan Lampiran 4

Deskripsi Akses HA 44

- Asal Tanaman : Kabupaten Pati, Jawa Tengah
- Perawakan : Memiliki batang kokoh dengan rata-rata tinggi tanaman kriteria sedang (181,2 cm)
- Perakaran : Akar serabut
- Batang : Berbatang tegak tetapi melengkung pada fase generative akhir, merupakan tanaman herba dan batangnya berbulu
- Percabangan : Tidak memiliki cabang
- Bunga : Memiliki bunga tunggal
- Diameter Bunga : rata-rata 17,6 cm
- Warna Bunga : Brilliant Greenish Yellow 5B
- Biji : Warna biji coklat garis putih dan bentuk biji Rounded (membulat)
- Berat biji per head : 59,9 g

(Oleh: Anik Herwati dan Rully Dyah Purwati)

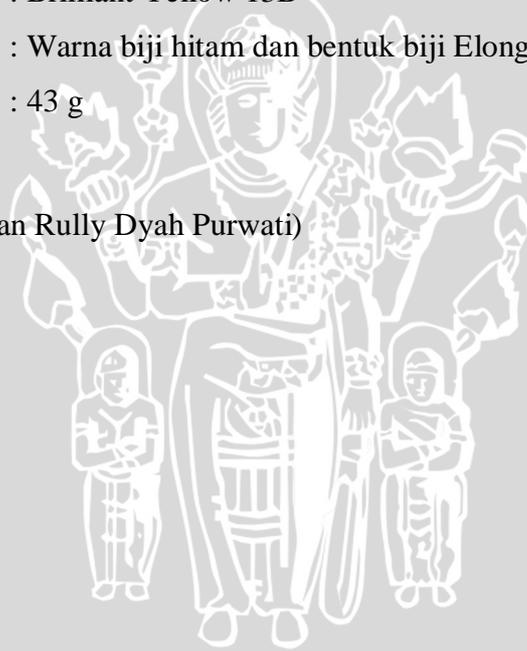


Lanjutan Lampiran 4

Deskripsi Akses HA 50

| | |
|---------------------|---|
| Asal Tanaman | : Mataram |
| Perawakan | : Memiliki batang kokoh dengan rata-rata tinggi tanaman kriteria sedang hingga tinggi (227.67 cm) |
| Perakaran | : Akar serabut |
| Batang | : Berbatang tegak tetapi melengkung pada fase generative akhir, merupakan tanaman herba dan batangnya berbulu |
| Percabangan | : Tidak memiliki cabang |
| Bunga | : Memiliki bunga tunggal |
| Diameter Bunga | : rata-rata 15,33 cm |
| Warna Bunga | : Brilliant Yellow 13B |
| Biji | : Warna biji hitam dan bentuk biji Elongated (lonjong) |
| Berat biji per head | : 43 g |

(Oleh: Anik Herwati dan Rully Dyah Purwati)



Lampiran 5. Analisis Varian Pengamatan Kuantitatif

Tabel 4. Analisis Ragam Persentase Penurunan Tinggi Tanaman

| SK | db | JK | KT | F hitung | F 5% |
|--------------|-----------|----------------|----------|----------|------|
| ULANGAN | 2 | 12.26 | 6.131857 | 0.14 tn | 3,55 |
| AKSESI | 9 | 245.77 | 27.30802 | 0.61 tn | 2,5 |
| GALAT | 18 | 806.30 | 44.79456 | | |
| TOTAL | 29 | 1064.34 | | | |

Tabel 5. Analisis Ragam Persentase Penurunan Diameter Batang

| SK | db | JK | KT | F hitung | F 5% |
|--------------|-----------|---------------|----------|----------|------|
| ULANGAN | 2 | 34.82 | 17.41238 | 0.57 tn | 3,55 |
| AKSESI | 9 | 240.08 | 26.67506 | 0.87 tn | 2,5 |
| GALAT | 18 | 549.75 | 30.54185 | | |
| TOTAL | 29 | 824.65 | | | |

Tabel 6. Analisis Ragam Persentase Penurunan Jumlah Daun

| SK | db | JK | KT | F hitung | F 5% |
|--------------|-----------|----------------|----------|----------|------|
| ULANGAN | 2 | 41.42 | 20.70984 | 0.41 tn | 3,55 |
| AKSESI | 9 | 1950.16 | 216.6839 | 4.34 * | 2,5 |
| GALAT | 18 | 898.56 | 49.91987 | | |
| TOTAL | 29 | 2890.13 | | | |

Tabel 7. Analisis Ragam Persentase Penurunan Luas Daun

| SK | db | JK | KT | F hitung | F 5% |
|--------------|-----------|----------------|----------|----------|------|
| ULANGAN | 2 | 8.31 | 4.15449 | 0.039 tn | 3,55 |
| AKSESI | 9 | 606.93 | 67.43631 | 0.63 tn | 2,5 |
| GALAT | 18 | 1933.48 | 107.4154 | | |
| TOTAL | 29 | 2548.71 | | | |

Tabel 8. Analisis Ragam Persentase Penurunan Panjang Akar

| SK | db | JK | KT | F hitung | F 5% |
|--------------|-----------|----------------|----------|----------|------|
| ULANGAN | 1 | 5.43 | 5.433339 | 0.035 tn | 3,55 |
| AKSESI | 9 | 949.45 | 105.4945 | 0.682 tn | 2,5 |
| GALAT | 9 | 1391.37 | 154.5967 | | |
| TOTAL | 19 | 2346.25 | | | |

Lanjutan Lampiran 5

Tabel 9. Analisis Ragam Persentase Penurunan Diameter Bunga

| SK | db | JK | KT | F hitung | F 5% |
|----------------|----|--------|----------|----------|------|
| ULANGAN | 2 | 50.98 | 25.4909 | 1.296 tn | 3,55 |
| AKSESI | 9 | 381.88 | 42.43082 | 2.158 tn | 2,5 |
| GALAT | 18 | 353.93 | 19.66251 | | |
| TOTAL | 29 | 786.78 | | | |

Tabel 10. Analisis Ragam Persentase Penurunan Bobot 100 Biji

| SK | db | JK | KT | F hitung | F 5% |
|----------------|----|---------|--------|----------|------|
| Ulangan | 2 | 68.95 | 34.473 | 0.29 tn | 3,55 |
| Aksesi | 9 | 670.01 | 74.446 | 0.63 tn | 2,5 |
| Galat | 18 | 2129.25 | 118.29 | | |
| Total | 29 | 2868.20 | | | |

Tabel 11. Analisis Ragam Penurunan Persentase Biji Bernas

| SK | db | JK | KT | F hitung | F 5% |
|----------------|----|---------|----------|----------|------|
| Ulangan | 2 | 168.62 | 84.31203 | 1.9 tn | 3,55 |
| Aksesi | 9 | 1367.15 | 151.906 | 3.43 * | 2,5 |
| Galat | 18 | 797.98 | 44.33237 | | |
| Total | 29 | 2333.76 | | | |

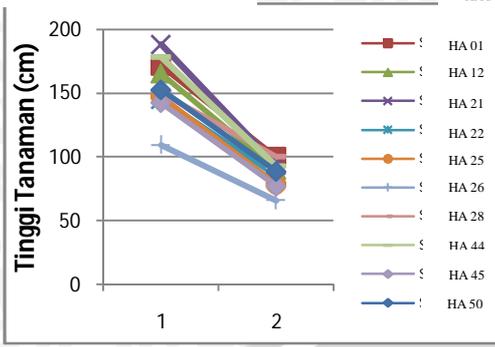
Tabel 12. Analisis Ragam Kenaikan Persentase Biji Hampa

| SK | db | JK | KT | F hitung | F 5% |
|----------------|----|------|----------|----------|------|
| ULANGAN | 2 | 0.45 | 0.226045 | 2.51 tn | 3,55 |
| AKSESI | 9 | 0.56 | 0.062335 | 0.69 tn | 2,5 |
| GALAT | 18 | 1.62 | 0.090124 | | |
| TOTAL | 29 | 2.64 | | | |

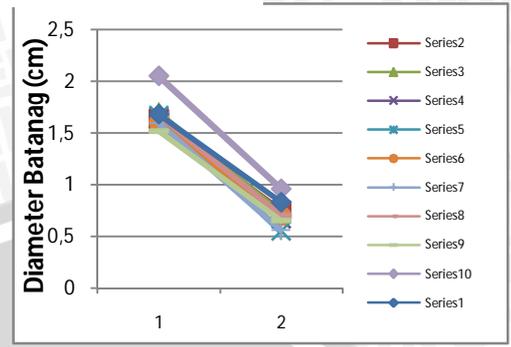
HA 01
HA 12
HA 21
HA 22
HA 25
HA 26
HA 28
HA 44
HA 45
HA 50

HA 01
HA 12
HA 21
HA 22
HA 25
HA 26
HA 28
HA 44
HA 45
HA 50

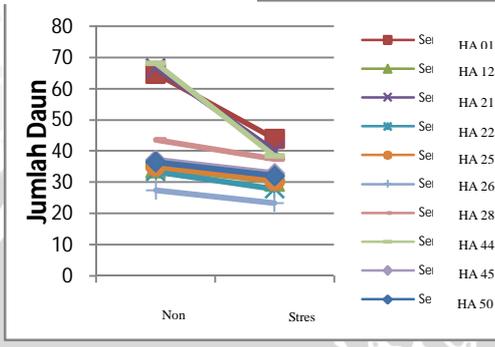
c. Jumlah Daun



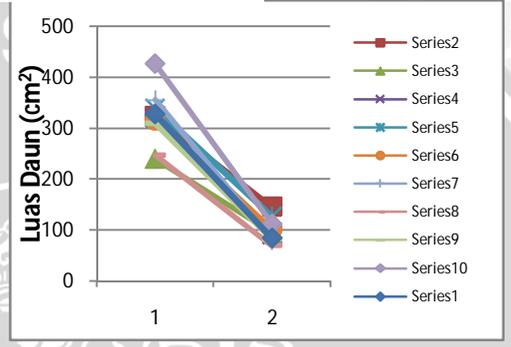
d. Luas Daun



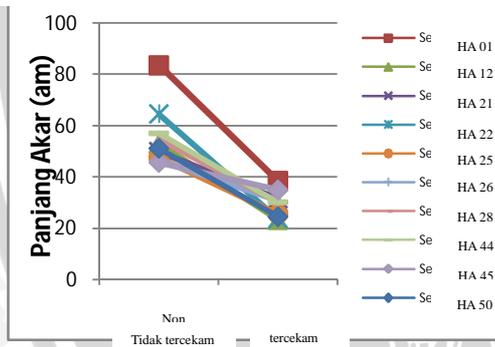
e. Diameter bunga



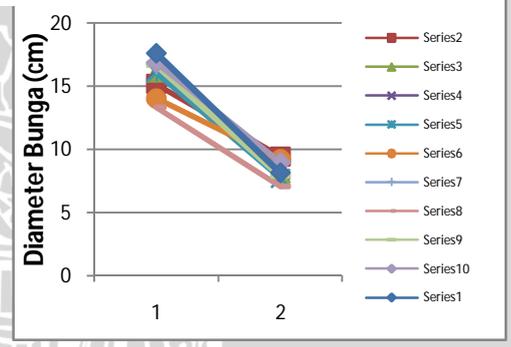
f. Luas Daun



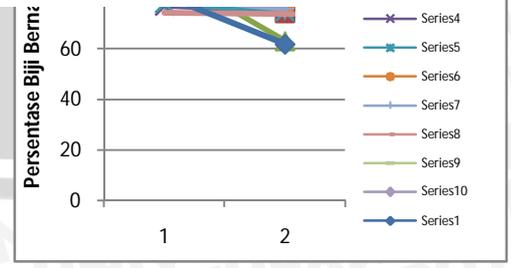
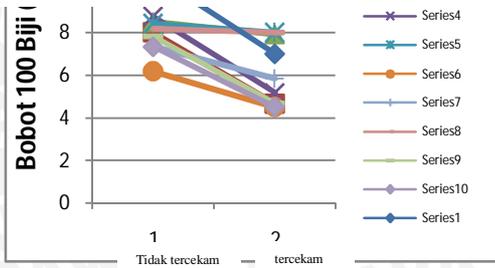
g. Bobot 100 Biji



h. Persentase Biji Bernas



Gambar 2. Penurunan (a) tinggi tanaman, (b) diameter batang, (c) jumlah daun, (d) luas daun, (e) panjang akar, (f) diameter bunga, (g) bobot 100 biji, (h) persentase biji bernas dan grafik peningkatan (i) persentase biji bernas pada kondisi tercekam dibandingkan tidak tercekam



Tidak tercekam

tercekam

Tidak tercekam

tercekam

Non stres

Stres

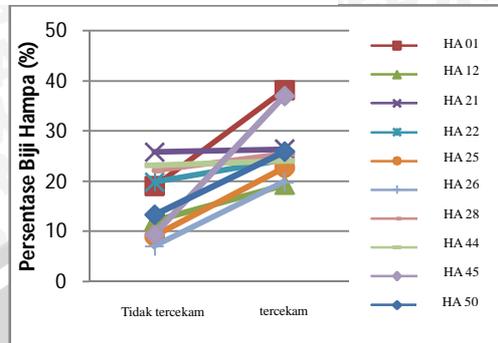
Tidak tercekam

tercekam



Lanjutan Gambar 2

i. Persentase Biji Hampa



Gambar 2. Penurunan (a) tinggi tanaman, (b) diameter batang, (c) jumlah daun, (d) luas daun, (e) panjang akar, (f) diameter bunga, (g) bobot 100 biji, (h) persentase biji bernas dan grafik peningkatan (i) persentase biji bernas pada kondisi tercekam dibandingkan tidak tercekam

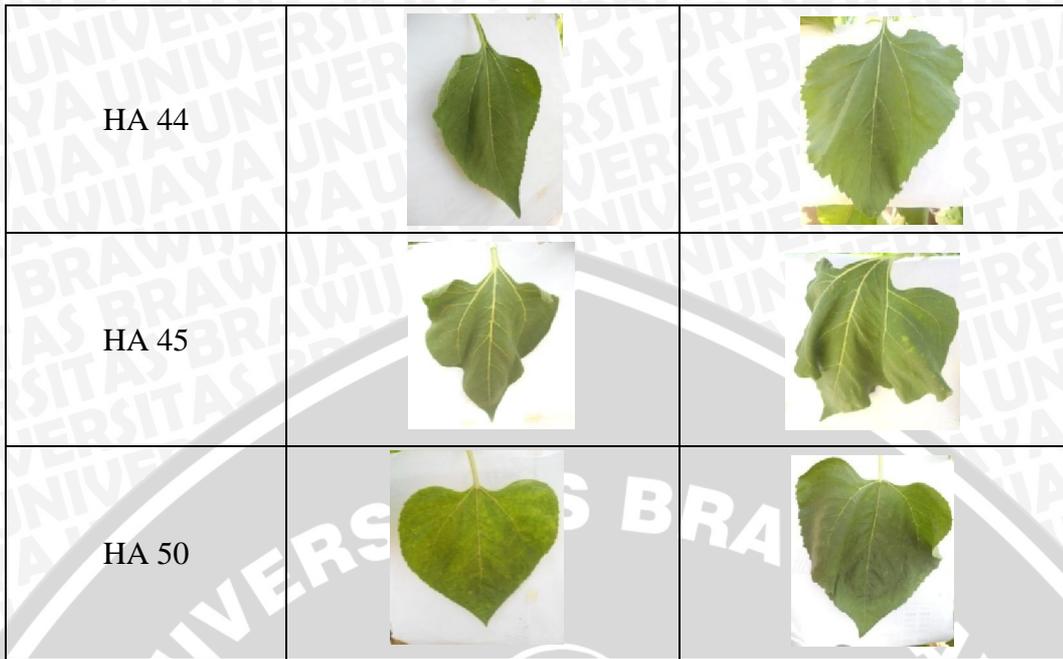


Lampiran 7. Penampilan karakter kualitatif bentuk daun menggulung

| Akresi | Tercekam | Tidak Tercekam |
|--------|---|---|
| HA 01 |  |  |
| HA 12 |  |  |
| HA 21 |  |  |
| HA 22 |  |  |
| HA 25 |  |  |
| HA 26 |  |  |
| HA 28 |  |  |

Gambar 3. Bentuk Daun Menggulung Pada Kondisi Tercekam dan Tidak Tercekam Yang Diamati Pada Saat Kritis Ketersediaan Air Tanah.

Lanjutan Gambar 3



Gambar 3. Bentuk Daun Menggulung Pada Kondisi Tercekam dan Tidak Tercekam Yang Diamati Pada Saat Kritis Ketersediaan Air Tanah



Lampiran 8. Penampilan kualitatif bentuk akar



Gambar 5. Bentuk akar bunga matahati pada kondisi tercekam (40%) dan tidak tercekam (100%).

Lampiran 9. Penampilan kualitatif bunga

| Aksesi | Tercekam | Tidak Tercekam |
|--------|---|---|
| HA 01 |  |  |
| HA 12 |  |  |
| HA 21 |  |  |
| HA 22 |  |  |
| HA 25 |  |  |
| HA 26 |  |  |

Gambar 6. Diameter Bunga Sepuluh Aksesi Bunga Matahari Pada Kondisi Tercekam dan Tidak Tercekam.

Lanjutan Gambar 6

| | | |
|--------------|---|---|
| <p>HA 28</p> |  <p>4 HA 28</p> |  <p>7 HA 28</p> |
| <p>HA 44</p> |  <p>5 HA 44</p> |  <p>8 HA 44</p> |
| <p>HA 45</p> |  <p>7 HA 45</p> |  <p>1 HA 45</p> |
| <p>HA 50</p> |  <p>5 HA 50</p> |  <p>5 HA 50</p> |

Gambar 6. Diameter Bunga Sepuluh Aksesori Bunga Matahari Pada Kondisi Tercekam dan Tidak Tercekam

Lampiran 10. Penampilan kualitatif perbandingan tinggi tanaman pada kondisi tercekam dan tidak tercekam



Gambar 7. Perbandingan Tinggi Tanaman Bunga Matahari Pada Tanaman Berumur 85 HST (baris depan: kondisi tercekam, baris belakang: kondisi tidak tercekam)

Lampiran 11. Hasil Uji Minyak Biji Bunga Matahari

LABORATORIUM EKOFISIOLOGI

LAPORAN KEGIATAN

- | | |
|------------------------------|------------------------------------|
| 1. Tanggal Penerimaan Contoh | : 30 November 2011 |
| 2. Pengirim Contoh | : Ibu Dian (Universitas Brawijaya) |
| 3. Macam Contoh | : Biji Bunga Matahari |
| 4. Asal Sampel | : Universitas Brawijaya |
| 5. Jumlah Contoh | : 20 Sampel |
| 6. Jenis kegiatan | : Analisa Kadar minyak |
| 7. Tanggal Analisa | : 06 - 07 Desember 2011 |

HASIL ANALISA KADAR MINYAK

| No. sample | ka (%) | wb (%) | db (%) |
|---------------|--------|--------|--------|
| HA-28 40% KL | 4.348 | 35.838 | 37.468 |
| HA-28 100% KL | 4.246 | 34.259 | 35.779 |
| HA-21 40% KL | 3.643 | 38.541 | 39.998 |
| HA-21 100% KL | 3.694 | 32.381 | 33.623 |
| HA-01 40 % KL | 4.446 | 36.745 | 38.455 |
| HA-01 100% KL | 3.297 | 32.640 | 33.753 |
| HA-44 40% KL | 4.296 | 36.558 | 38.199 |
| HA-44 100% KL | 4.346 | 33.880 | 35.419 |
| HA-45 40% KL | 4.391 | 25.690 | 28.870 |
| HA-45 100% KL | 4.391 | 27.338 | 28.594 |
| HA-26 40% KL | 4.396 | 41.955 | 43.884 |
| HA-26 100% KL | 3.750 | 45.022 | 48.778 |
| HA-50 40% KL | 4.895 | 23.471 | 24.679 |
| HA-50 100% KL | 4.246 | 32.600 | 33.942 |
| HA-22 40% KL | 3.946 | 37.010 | 38.531 |
| HA-22 100% KL | 4.400 | 37.065 | 38.771 |
| HA-25 40% KL | 4.048 | 50.889 | 53.036 |
| HA-25 100% KL | 4.396 | 37.205 | 38.916 |
| HA-12 40% KL | 4.196 | 34.972 | 36.504 |
| HA-12 100% KL | 4.192 | 42.263 | 44.112 |

Keterangan :

ka = kadar air

wb = kadar minyak (wet base)

db = kadar minyak (dry base)

Pelaksana,

Wiediartha A., SP.

Mengetahui,



Kepala Lab. Ekofisiologi

Ir. A.S. Muryanti, MS.

Lampiran 12. Data Curah Hujan



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 : Kapanjen (MALANG)
NOMOR POS : 39
ELEVASI : 338 m

| No. | TAHUN | | Jan | Peb | Mrt | Apr | Mei | Jun | Jul | Agt | Sep | Okt | Nop | Des | J M L |
|-----|-------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1 | 2011 | CH | 258 | 279 | 163 | 297 | 107 | 45 | - | - | - | | | | 1149 |
| | | HH | 16 | 9 | 16 | 16 | 7 | 1 | - | - | - | | | | 65 |
| | | HM | 46 | 80 | 31 | 75 | 51 | 45 | - | - | - | | | | 80 |

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

Malang, 11 Oktober 2011

Kepala Seksi Observasi 8 Februari 2006
Stasiun Klimatologi Karangploso



RAHMATULLOH ADJI, SP.
NIP. 19700216 199203 1 001

