

**LAJU FOTOSINTESIS, PERTUMBUHAN DAN HASIL  
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merr.) PADA UNGGULAN  
I PERSILANGAN GALUR BRAWIJAYA DENGAN  
VARIETAS ARGOMULYO**

Oleh :

**RAHMAD HARRI MULIA**



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

**2009**

**LAJU FOTOSINTESIS, PERTUMBUHAN DAN HASIL  
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merr.) PADA UNGGULAN  
I PERSILANGAN GALUR BRAWIJAYA DENGAN  
VARIETAS ARGOMULYO**

Oleh  
**RAHMAD HARRI MULIA**  
05104100041-41

**SKRIPSI**

Disampaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar  
Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

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

**2009**



**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul : Laju Fotosintesis Pertumbuhan, Pertumbuhan dan Hasil  
Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) Pada F3 Unggulan I Hasil  
Persilangan Galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo

Nama Mahasiswa : Rahmad Harri Mulia

NIM : 0510410041-41

Jurusan : Budidaya Pertanian

Program Studi : Agronomi

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Utama

Pendamping

Prof. Ir. Syukur Makmur Sitompul, Ph.D.  
NIP 130 819 398

Dr.Ir.Setyono Yudo Tyasmoro, MS  
NIP 131 574 859



## LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan,

### MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Dr. Ir. Agung Nugroho, Ms  
NIP. 131 474 400

Penguji II

Prof. Syukur Makmur Sitompul, Ph. D  
NIP. 130 819 395

Penguji III

Dr. Ir. Setyono Yudho Tyasmoro, Ms  
NIP. 131 574 859

Penguji IV

Dr. Ir. Nurul Aini, Ms  
NIP. 131 574 857

**Tanggal lulus:**





## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT atas limpahan nikmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Laju Fotosintesis Pertumbuhan, Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) Pada F3 Unggulan I Hasil Persilangan Galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo”. Penelitian ini ialah salah satu syarat untuk menyelesaikan program sarjana (strata satu) di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada Ayah dan ibunda yang telah banyak memberikan dukungan berupa semangat dan materi, Prof. Ir. Syukur Makmur Sitompul, Ph.D. selaku dosen pembimbing Utama dan Dr. Ir. Setyono Yudo Tyasmoro, MS selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan, serta semua pihak yang telah banyak membantu terutama teman - teman Agronomi angkatan 2005.

Penulis menyadari keterbatasan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, saran dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan demi kesempurnaan tulisan ini. Penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis pribadi dan pembaca. Akhir kata semoga kita semua mendapat ridho dari Allah SWT

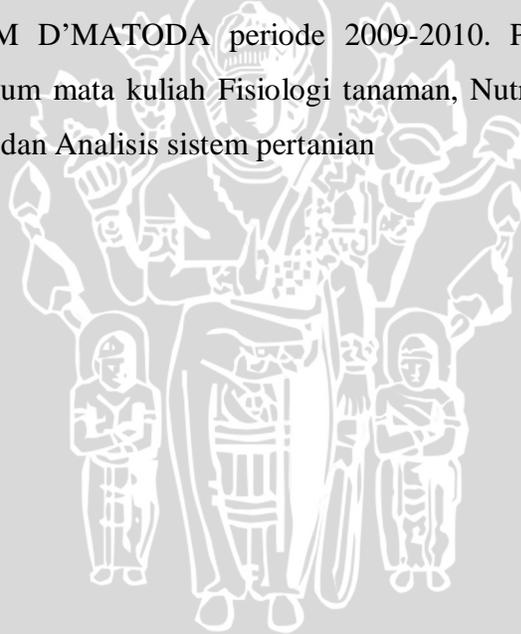
Malang, Agustus 2009

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada 2 Mei 1987 di Payakumbuh dari ayah yang bernama Asril dan ibu Dewi Yemisnar. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak pada tahun 1993 di TK Pertiwi, pada tahun 1999 di SD Negeri Mandah, pada tahun 2002 di SLTP Negeri 3 Metro, dan pada tahun 2005 di SMA Negeri 2 Metro. Pada tahun yang sama, penulis diterima di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui jalur PSB pada Program Studi Budidaya Pertanian Jurusan Budidaya Pertanian.

Penulis pernah aktif dalam kepengurusan MAHORINAS sebagai kepala Divisi pengembangan internal periode 2007-2009, Ketua KEMALA periode 2008-2009 dan anggota LPM D'MATODA periode 2009-2010. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Fisiologi tanaman, Nutrisi tanaman, Dasar-dasar budidaya tanaman dan Analisis sistem pertanian

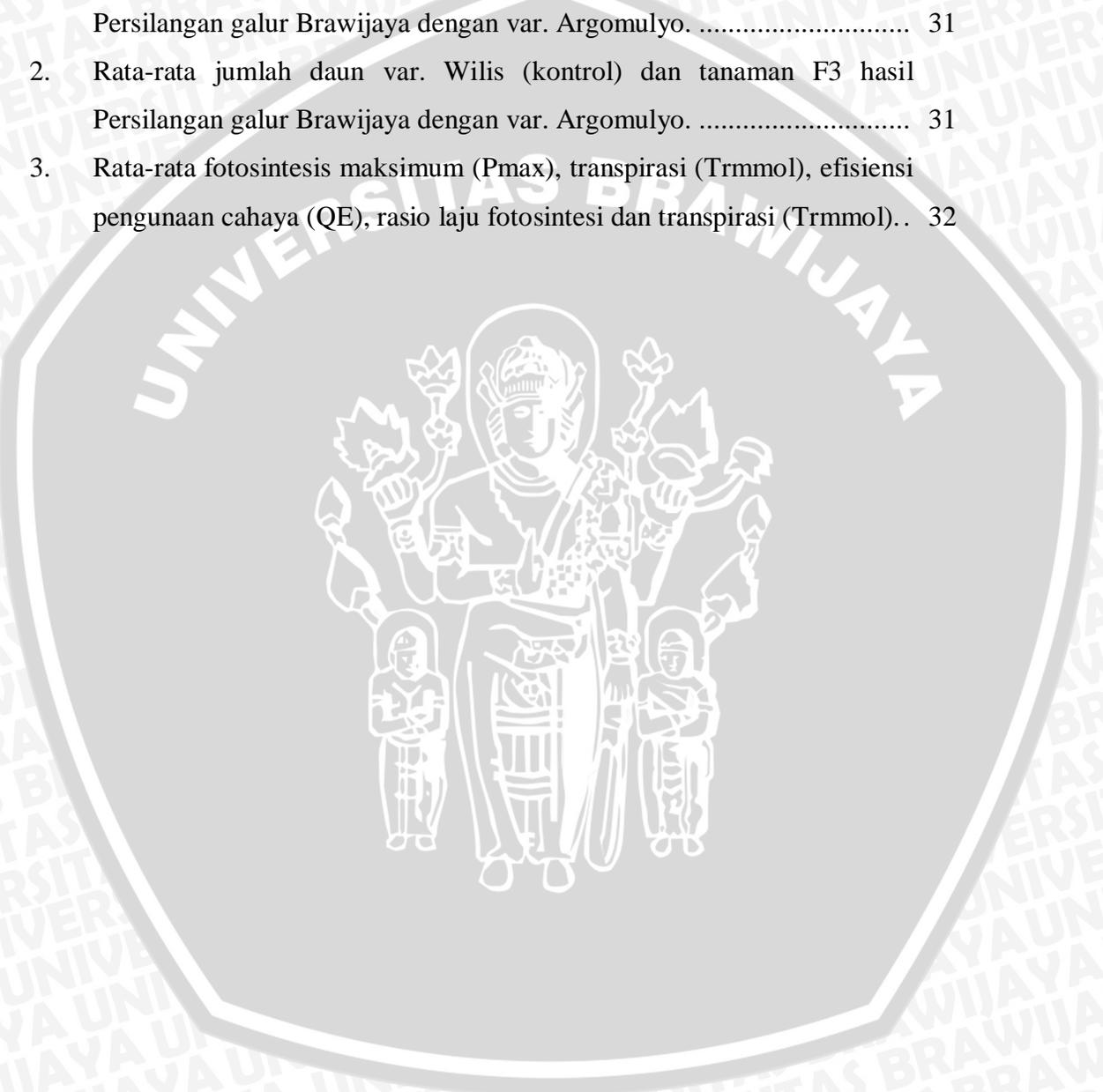


## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1. Latar belakang.....	1
2. Tujuan.....	3
3. Hipotesis.....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
1. Pola Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Kedelai.....	4
2. Hubungan Fotosintesis, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman.....	6
3. Pengertian dan Mekanisme Fotosintesis pada Tumbuhan .....	7
4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Fotosintesis.....	12
5. Persilangan Tanaman (Hibridisasi).....	14
6. Punnett Square.....	16
<b>III. BAHAN DAN METODE</b>	
1. Tempat dan Waktu .....	18
2. Alat dan Bahan.....	18
3. Metode Penelitian .....	18
4. Pelaksanaan Penelitian .....	19
5. Pengamatan.....	21
6. Analisis data.....	22
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
1. Hasil .....	26
2. Pembahasan .....	37
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
1. Kesimpulan.....	45
2. Saran.....	4
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	46
<b>LAMPIRAN</b> .....	48

**DAFTAR TABEL**

No	Teks	Halaman
1.	Rata-rata tinggi tanaman var. Wilis (kontrol) dan tanaman F3 hasil Persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo. ....	31
2.	Rata-rata jumlah daun var. Wilis (kontrol) dan tanaman F3 hasil Persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo. ....	31
3.	Rata-rata fotosintesis maksimum (Pmax), transpirasi (Trmmol), efisiensi penggunaan cahaya (QE), rasio laju fotosintesi dan transpirasi (Trmmol)..	32



## DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
4.	Deskripsi kedelai varietas Wilis.....	48
5.	Deskripsi kedelai varietas Argomulyo .....	49
6.	Deskripsi kedelai varietas Brawijaya .....	50
7.	Denah percobaan.....	51
8.	Perhitungan kebutuhan pupuk .....	52
9.	Analisis ragam tinggi tanaman, jumlah daun, bobot kering, jumlah polong, jumlah polong isi, bobot biji dan bobot polong untuk seluruh populasi .....	53
10.	Analisis ragam fotosintesis maksimum (Pmax), laju transpirasi (Trmmol), efisiensi penggunaan cahaya dan rasio fotosintesis maksimum (Pmax) dengan transpirasi .....	56
11.	Fotosintesis maksimum (Pmax), laju Transpirasi (Trm mol), efisiensi penggunaan cahaya (QE), rasio laju fotosintesi dan transpirasi (Trmmol), nitrogen (N%), khlorofil dan beberapa rata-rata hasil panen dari var. Wilis dan Persilangan galur Brawijaya dan var. argomulyo .....	57
12.	Hasil regresi hubungan antara fotosintesis maksimum (Pmax) dengan, jumlah polong isi, jumlah biji, dan berat biji (g) .....	59
13.	Hasil regresi hubungan antara tinggi tanaman dengan jumlah polong isi, jumlah biji, dan berat biji (g) .....	61
14.	Hasil regresi hubungan antara jumlah daun dengan jumlah polong isi, jumlah biji, dan berat Biji (g) .....	63
15.	Hasil pengamatan alat fotosintesis (LI-6400 Portable Photosynthesis System) var. Wilis dan tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo .....	65
16.	Hasil analisis regresi hubungan nitrogen dan khlorofil terhadap fotosintesis .....	71

17. Grafik hubungan antara intensitas cahaya dan laju fotosintesis var. Wilis dan tanaman F3 persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo .... 72

18. Kandungan nitrogen var. wilis dan tanaman F3 persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo ..... 76

19. Kandungan khlorofil var. Wilis dan tanaman F3 persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo ..... 77

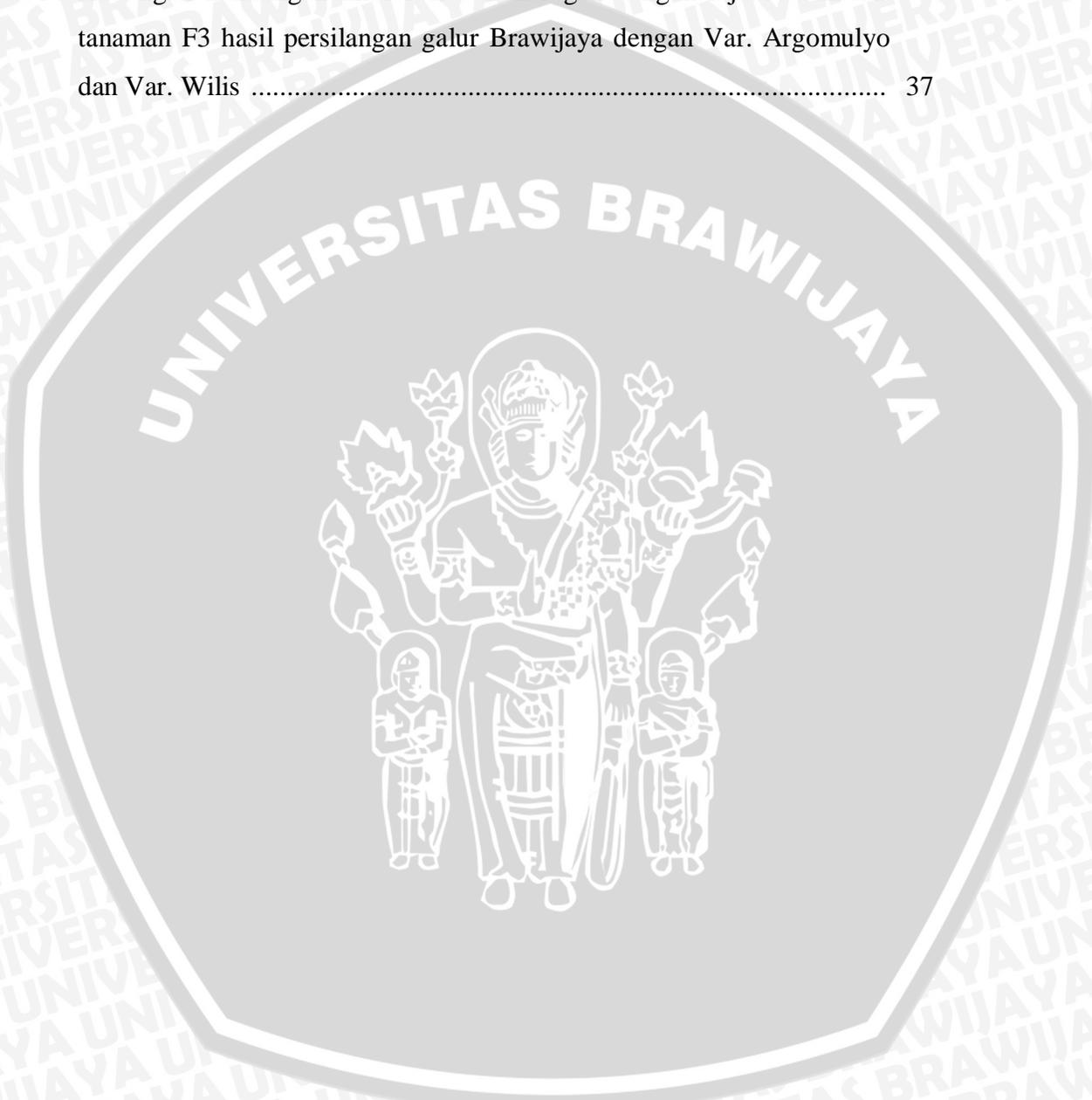


**DAFTAR GAMBAR**

<b>No</b>	<b>Teks</b>	<b>Halaman</b>
1.	Gambar kurva pertumbuhan tanaman kedelai .....	5
2.	Gambar kemungkinan kombinasi dari F1 dan F2 pada satu alel.....	16
3.	Rata-rata jumlah biji var. Wilis dan tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo. ....	26
4.	Rata-rata bobot biji var. Wilis tanaman dan tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo. ....	26
5.	Rata-rata jumlah biji var. Wilis tanaman dan tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo.....	27
6.	Hasil analisis regresi jumlah polong dengan jumlah biji dan bobot biji var. Wilis tanaman dan tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo .....	27
7.	Frekuensi relatif jumlah polong isi var. Wilis tanaman dan tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo. ....	28
8.	Frekuensi relatif bobot biji (g) var. Wilis tanaman dan tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo.....	29
9.	Frekuensi relatif jumlah biji var. Wilis tanaman dan tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo.....	30
10.	Laju fotosintesis var. Wilis dan tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo. ....	33
11.	Hubungan tinggi tanaman dengan jumlah biji, bobot biji dan jumlah polong isi var. Wilis dan tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo .....	34
12.	Hubungan tinggi tanaman dengan Jumlah polong, jumlah polong isi, jumlah biji dan bobot biji tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo dan Var. Wilis .....	35

13. Hubungan Fotosintesis maksimum dengan Jumlah polong, jumlah polong isi, jumlah biji dan bobot biji tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo dan Var. Wilis ..... 36

14. Hubungan kandungan klorofil dan nitrogen dengan laju fotosintesis tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo dan Var. Wilis ..... 37









## RINGKASAN

**Rahmad Harri Mulia. 0510410041-41. LAJU FOTOSINTESIS, PERTUMBUHAN DAN HASIL KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merr) PADA F3 UNGGULAN 1 (GALUR. BRAWIJAYA X VAR. ARGOMULYO). Di bawah bimbingan Prof. Ir. Syukur Makmu Sitompul, Ph.D sebagai pembimbing utama dan Dr.Ir.Setyono Yudo Tyasmoro, MS Sebagai pembimbing pendamping**

---

Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) ialah komoditi penting di Indonesia karena selain sebagai sumber bahan makanan juga digunakan sebagai bahan industri dan bahan makanan ternak. Kedelai merupakan salah satu sumber protein disamping karbohidrat bagi sebagian masyarakat Indonesia. Kebutuhan kedelai meningkat sejalan dengan minat masyarakat akan makanan berprotein nabati rendah kolesterol dan industri-industri pengolahan kedelai yang ada. Rata-rata konsumsi kedelai nasional setiap tahun 1,803 juta ton (Anonymous, 2008). Kebutuhan diatas tidak dapat terpenuhi dengan produktivitas kedelai yang rendah 1,3 ton ha<sup>-1</sup> (Anonymous, 2008). Oleh sebab itu untuk pemenuhan kebutuhan kedelai nasional pemerintah mengambil kebijakan untuk melakukan impor. Setiap tahun Indonesia menghabiskan devisa \$ 239.332 atau sekitar Rp 2 triliun untuk mengimpor kedelai (Anonymous, 2004). Beberapa faktor yang menjadi penyebab rendahnya produksi kedelai nasional ialah penurunan luasan panen (tanam) dan produksi disebabkan oleh faktor harga. Sebagaimana besar petani menempatkan kedelai sebagai tanaman sampingan (sekunder) dalam sistem pertanian untuk melakukan penyesuaian dalam manajemen produksi, penggunaan benih yang kurang optimal dari segi kualitas, penyiapan lahan tanpa olah tanah untuk menekan biaya produksi, teknik bercocok tanam yang kurang baik dan gangguan biota pengganggu (gulma, hama dan penyakit) karena alasan biaya. Upaya untuk meningkatkan produktivitas kedelai dapat dilakukan dengan cara perbaikan teknologi produksi dan pemuliaan tanaman. Kenyataan dilapang pemuliaan konvensional belum mampu meningkatkan produksi kedelai nasional. Hal ini disebabkan sangat sulit mendapatkan varietas dengan gabungan sifat unggul yang diharapkan induk yang tersedia. Jadi individu tanaman yang terpilih dalam proses pemuliaan konvensional untuk menghasilkan varietas unggul sangat mungkin bukan merupakan gabungan kombinasi dari sifat tanaman yang ideal. Alternatif pendekatan pemuliaan konvensional untuk meningkatkan produktivitas kedelai dapat dilakukan melalui pendekatan fisiologi molekuler. Pendekatan ini berhubungan dengan optimasi fungsi dan proses tanaman (kinerja tanaman) dari mulai tingkat organ hingga molekuler yang menentukan hasil. Hal Ini dapat dilakukan dengan rekayasa fisiologi ideal dari sumber tanaman yang tersedia dalam suatu varietas. Tujuan penelitian ini ialah Untuk mendapatkan genotip dengan produktivitas tinggi yang dicirikan oleh jumlah polong banyak dan berat biji tinggi dan Untuk mempelajari produktivitas sebagai fungsi dari sifat fisiologi yang meliputi laju fotosintesis, jumlah polong, dan bobot biji. Hipotesis yang diajukan ialah Fenotip dengan tingkat fotosintesis yang tinggi akan menghasilkan jumlah polong banyak dan bobot biji tinggi dan Perbedaan laju fotosintesis antar genotip kedelai berhubungan dengan kadar khlorofil dan

nitrogen daun yang merefleksikan berturut-turut fotosistem dan reduksi  $\text{CO}_2$  fotosintesis

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Desa Jaticerto kecamatan kepanjen Kabupaten Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2008 sampai Maret 2009. Metode yang digunakan ialah metode *grid* (petak) dimana kondisi lingkungan tetap sama (homogen). Setiap petak percobaan ditanami biji kedelai yang berasal dari satu individu tanaman yang sama (*ear to row*) Metode *grid* digunakan untuk memperkecil heterogenitas lingkungan. Dengan petak yang lebih kecil dianggap bahwa lingkungan pada satu petak homogen, sehingga perbedaan tanaman pada suatu petak dianggap sebagai perbedaan genetik. Sedangkan lingkungan antar *grid* dianggap bervariasi sehingga perbedaan antar *grid* dianggap sebagai perbedaan fenotip (Bos dan Caligari, 1995). Perlakuan terdiri atas 8 yaitu F2 hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo dan 1 perlakuan var. Wilis. Perlakuan 7 fenotip tersebut yaitu: BM2.1, BM2.2, BM2.3, BM2.4, BM2.5, BM2.6 dan BM2.7. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ialah rol meter, sprayer, gelas ukur, timbangan analitik, oven, Light Meter, LI-6400 *Portable photosynthesis system* dan spektrofotometer. Bahan-bahan yang digunakan ialah benih F3 kedelai hasil persilangan varietas Brawijaya dengan varietas Argomulyo, varietas Wilis, furadan, pupuk Urea, SP-36, KCl, fungisida dan insektisida berdasarkan pemantauan hama. Pengamatan dilakukan terhadap tanaman kedelai yaitu pengamatan pertumbuhan, pengamatan panen dan pengamatan lingkungan. Pengamatan dilakukan terhadap tanaman kedelai yaitu pengamatan pertumbuhan, pengamatan panen dan pengamatan lingkungan. Pengamatan pertumbuhan dilakukan secara destruktif dan non destruktif. Pengamatan destruktif dilakukan 1 kali dan non destruktif dilakukan sebanyak 5 kali yaitu pada saat tanaman berumur 15, 30, 45, 60 dan panen ( $\pm 90$  hst) dengan mengamati seluruh individu tanaman dalam petak penelitian variabel pengamatan destruktif meliputi : kadar nitrogen daun dan kadar khlorofil daun; variabel pengamatan non destruktif meliputi tinggi tanaman , jumlah daun, pengukuran laju fotosintesis bersih atau laju tukar  $\text{CO}_2$  bersih (  $\text{CO}_2$  Exchange Rate) dan Pengamatan komponen hasil panen, meliputi jumlah polong per tanaman, jumlah polong hampa dan polong isi per tanaman, Bobot kering biji pertanaman, bobot polong pertanaman dan Jumlah biji pertanaman.

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini ialah laju fotosintesis ( $P_{max}$ ) yang tinggi diikuti dengan peningkatan jumlah polong yang banyak dan bobot biji yang tinggi, tanaman F3 kedelai hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var.Argomulyo menunjukkan jumlah polong dan bobot biji yang lebih tinggi dari var. Wilis secara rata-rata yaitu fenotip BM 2.3, BM2.4 dan BM2.6, tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var.Argomulyo memiliki laju fotosintesis ( $P_{max}$ ) yang lebih tinggi dari Var. Wilis (kontrol) kecuali pada tanaman F3 BM2.1 dan BM2.5 dan Perbedaan laju fotosintesis antara fenotip F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var.Argomulyo kedelai tidak dipengaruhi dengan kadar nitrogen dan khlorofil dalam daun.



### III. BAHAN DAN METODE

#### 1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Desa Jaticerto kecamatan kepanjen Kabupaten Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2008 sampai Maret 2009.

#### 2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ialah rol meter, sprayer, gelas ukur, timbangan analitik, oven, Light Meter, LI-6400 *Portable photosynthesis system* dan spektrofotometer.

Bahan-bahan yang digunakan ialah benih F2 kedelai hasil persilangan galur Brawijaya dengan varietas Argomulyo, varietas Wilis, furadan, pupuk urea, SP-36, KCl dan insektisida Akocythrin 50 EC berdasarkan pemantauan hama.

#### 3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan ialah metode *grid* (petak) dimana kondisi lingkungan tetap sama (homogen). Setiap petak percobaan ditanami biji kedelai yang berasal dari satu individu tanaman yang sama (*ear to row*) Metode *grid* digunakan untuk memperkecil heterogenitas lingkungan. Dengan petak yang lebih kecil dianggap bahwa lingkungan pada satu petak homogen, sehingga perbedaan tanaman pada suatu petak dianggap sebagai perbedaan genetik. Sedangkan lingkungan antar *grid* dianggap bervariasi sehingga perbedaan antar *grid* dianggap sebagai perbedaan fenotip (Bos dan Caligari, 1995).

Perlakuan terdiri atas 8 perlakuan yaitu F2 hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo dan 1 perlakuan var. Wilis. Perlakuan 7 fenotip tersebut yaitu: BM2.1, BM2.2, BM2.3, BM2.4, BM2.5, BM2.6 dan BM2.7.

#### **4. Pelaksanaan Penelitian**

##### **4.1 Persiapan Lahan**

Persiapan lahan dimulai dengan pengukuran lahan yang akan digunakan untuk penelitian, setelah itu lahan dibersihkan dari tumbuhan pengganggu maupun sisa-sisa panen dari tanaman sebelumnya. Lahan yang telah dibersihkan kemudian diolah, yaitu dicangkul 2 kali hingga mencapai lapisan olah tanah (20-30 cm). Plotting dilakukan setelah kegiatan pengolahan tanah selesai dengan cara membuat petak-petak percobaan dengan ukuran panjang 6m, lebar 1,2 m sebanyak 8 petak. Jarak antar petakan 50 cm. Untuk batas tepi kanan kiri masing-masing 50 cm dan jarak atas bawah 50 cm.

##### **4.2 Penanaman**

Benih yang akan digunakan sebagai bahan tanam yaitu benih F2 hasil persilangan kedelai galur Brawijaya dengan Agromulyo dan varietas Wilis. Untuk mencegah hama benih diberi furadan. Sebelum ditanam benih terlebih dahulu direndam selama 5 jam untuk membantu perkecambahan. Penanaman benih dilakukan dengan cara ditugal pada kedalaman 3-4 cm dari permukaan tanah dengan menanam 1 benih perlubang tanam, kemudian lubang tanam ditutup dengan tanah halus. Jarak tanam yang digunakan 15 cm x 20 cm.

##### **4.3 Pemupukan**

Pemupukan yang diberikan ialah pupuk urea, SP-36 dan KCl. Pupuk urea dengan dosis 50 kg ha<sup>-1</sup> diberikan pada tanaman kedelai sebanyak 2 kali. Pupuk urea sebanyak ½ dosis diberikan pada saat tanam dan ½ dosisnya lagi diberikan saat tanaman kedelai berumur 21 hst. Sedangkan pupuk SP-36 dan KCl diberikan pada saat tanam dengan seluruh dosis. Pupuk SP-36 diberikan dengan dosis sebanyak 100 kg ha<sup>-1</sup> dan pupuk KCl sebanyak 50 kg ha<sup>-1</sup>. Pemberian pupuk dilakukan dengan cara ditugal dengan jarak 5 cm dari lubang tanam, kemudian ditutup dengan tanah tipis untuk mencegah penguapan atau erosi akibat air hujan.

#### 4.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi kegiatan pengairan, penyiangan dan pemberantasan hama dan penyakit.

##### 1. Pengairan

Pengairan dilakukan pada stadia perkecambahan (3-4 hst), stadia vegetatif (20-30 hst) dan stadia pemasakan biji (60-70 hst) dengan cara dileb (penggenangan) pada semua petak dengan tujuan untuk menjaga kelembaban tanah agar tanaman tidak mengalami kekeringan. Pada stadia tersebut tanaman kedelai sangat memerlukan air untuk pertumbuhannya, selain itu pengairan juga disesuaikan dengan kondisi lingkungan. Bila turun hujan maka tidak dilakukan pengairan.

##### 2. Penyiangan

Penyiangan dilakukan dua kali yaitu penyiangan pertama pada saat tanaman berumur 2 minggu, menggunakan cangkul. Sedangkan penyiangan kedua dilakukan bila tanaman sudah berbunga ( $\pm$  umur 7 minggu).

##### 3. Pengendalian hama dan penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan cara kimiawi yang disesuaikan dengan jenis-jenis hama dan penyakit yang menyerang. Untuk mengurangi frekuensi pemberian insektisida maupun fungisida ialah dengan aplikasi insektida dan fungisida berdasarkan pemantauan hama.

#### 4.5 Panen

Kedelai harus dipanen pada tingkat kemasakan biji yang tepat yaitu  $\pm$  85 hst. Panen terlalu awal menyebabkan banyak biji keriput, panen terlalu akhir menyebabkan kehilangan hasil karena biji rontok. Ciri-ciri tanaman kedelai siap dipanen ialah daun telah menguning dan mudah rontok, polong biji mengering dan berwarna kecoklatan. Panen dilakukan dengan cara mencabut tanaman.

## 5. Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap tanaman kedelai yaitu pengamatan pertumbuhan, pengamatan panen dan pengamatan lingkungan. Pengamatan pertumbuhan dilakukan secara destruktif dan non destruktif. Pengamatan destruktif dilakukan 1 kali dan non destruktif dilakukan sebanyak 5 kali yaitu pada saat tanaman berumur 15, 30, 45, 60 dan panen ( $\pm 90$  hst) dengan mengamati seluruh individu tanaman dalam petak penelitian.

### A. Variabel pengamatan destruktif meliputi :

1. Kadar nitrogen daun, dilakukan dengan metode labu Kejeldhal, dengan mengambil 4 lamina daun yang telah membuka sempurna. Pengambilan sampel dilakukan pada saat pembentukan polong
2. Kadar khlorofil daun, penghitungan kadar klorofil dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer dengan mengambil 6 lamina daun yang telah membuka sempurna. Pengambilan sampel dilakukan pada saat pembentukan polong.

### B. Variabel pengamatan non destruktif meliputi :

1. Tinggi tanaman, diukur dari pangkal batang sampai ke titik tumbuh
2. Jumlah daun, dihitung daun yang telah membuka sempurna
3. Pengukuran laju fotosintesis bersih atau laju tukar  $\text{CO}_2$  bersih (  $\text{CO}_2$  Exchange Rate), dilakukan dengan menggunakan IRGA (Infra Red Gas Analyzer ) tipe LI-6400. IRGA LI-6400 ialah suatu sistem terbuka dengan pengukuran fotosintesis dan transpirasi yang didasarkan atas perbedaan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dalam aliran udara yang melintasi kuvet daun. Pengukuran laju fotosintesis bersih atau laju tukar  $\text{CO}_2$  bersih (CER) dilakukan pada saat pembentukan polong. Pengukuran fotosintesis dilakukan pada daun ketiga dari atas tanaman serta telah membuka sempurna.

### C. Pengamatan komponen hasil panen, meliputi:

1. Jumlah polong per tanaman, dihitung semua polong yang terbentuk saat panen.

2. Jumlah polong hampa dan polong isi per tanaman, dihitung semua polong hampa dan polong isi dari semua polong yang terbentuk.
3. Bobot kering biji pertanaman, diperoleh dengan menimbang biji tanaman yang telah dikeringkan dengan sinar matahari.
4. Bobot kering total tanaman, diperoleh dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman yang telah dioven pada suhu 80° C hingga diperoleh bobot konstan.
5. Bobot polong pertanaman, diperoleh dengan menimbang polong tanaman yang telah dikeringkan dengan sinar matahari.
6. Jumlah biji pertanaman, diperoleh dengan cara menghitung seluruh biji tanaman.

## 6. Analisis Data

### 6.1 Analisis Varian dan Uji Perbandingan Nilai Tengah

Dijelaskan oleh Bos dan Caligari (1995) dan Riduwan (2005) analisis data metode *grid* (petak) menggunakan persamaan di bawah ini:

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (dB)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%
Fenotip(A)	$\sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$	A-1	$\frac{JK_a}{db_a}$	$\frac{KT_A}{KT_D}$	$\alpha$
Galat(D)	$\sum X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}}$	N-A	$\frac{JK_d}{db_d}$		
Total	$\sum X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{N}$	N-1			

Data yang diperoleh dilakukan pengujian menggunakan analisis ragam (uji F) dengan taraf nyata  $p = 0,05$ . Apabila terdapat pengaruh atau interaksi antar perlakuan

maka dilanjutkan dengan uji perbandingan antar perlakuan. Uji perbandingan yang digunakan adalah uji BNT dengan taraf nyata  $p = 0,05$ .

## 6.2 Analisis Laju Fotosintesis Maksimum

Untuk analisis laju fotosintesis dan intensitas cahaya menggunakan pendekatan model eksponensial dan regresi linier dengan pengoperasian excel sebagai berikut :

Model pendekatan yang digunakan untuk analisis tersebut adalah Model Asimptotik Exponensial.

$$P = P_{\max} \left[ 1 - \text{Exp} \left( \frac{-Q_E \text{PAR}}{P_{\max}} \right) \right] \quad (\text{Thornley, 1976}).$$

dengan  $P$  = laju fotosintesis ( $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ),  $P_{\max}$  = laju fotosintesis maximum ( $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ),  $Q_E$  = efisiensi quanta [ $(\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}) / (\mu\text{mol quanta} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$ ]. Akan tetapi dalam penerapan model asimptotik exponensial tersebut digunakan metode sederhana linearisasi yaitu perubahan bentuk persamaan tersebut kedalam bentuk linier  $Y = bx + a$ . dengan pengoperasian komputer sebagai berikut :  $P = P_{\max} (1 - \exp^*(Q/P_{\max} * PAR))$ . Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Persamaan awal:  $P = P_{\max} \left[ 1 - \text{Exp} \left( \frac{-Q_E \text{PAR}}{P_{\max}} \right) \right]$  dirubah menjadi

$$P/P_{\max} = 1 - \text{Exp}(-Q_E \cdot \text{PAR}/P_{\max}) \quad \text{persamaan..... (2)}$$

$$1 - P/P_{\max} = \text{Exp}(-Q_E \cdot \text{PAR}/P_{\max}) \quad \text{persamaan..... (3)}$$

$$\ln(1 - P/P_{\max}) = -Q_E \cdot \text{PAR}/P_{\max} \quad \text{persamaan..... (4)}$$

$$\ln(1 - P/P_{\max}) = (-Q_E/P_{\max}) \text{PAR} \quad \text{persamaan..... (5)}$$

$$[\ln(1 - P/P_{\max})] * P_{\max} = -Q_E \text{PAR}$$

Sehingga menghasilkan pers  $Y = \ln(1 - P/P_{\max})$  ;  $X = \text{PAR}$  ;  $a = 0$  &  $b = -Q_E$

$Y = a + bx$  ;  $y = ax + b$  ;  $y = d + cx$  ;  $y = q + kx$  persamaan..... (6)

1. Menggunakan pers (5) atau (6) dengan persamaan linier yang terdapat pada excel.
2. Menetapkan harga  $P_{max}$  berdasarkan grafik hubungan  $P$  (fotosintesis) sebagai sumbu  $y$  dengan  $PAR$  (cahaya) sebagai sumbu  $x$ . Harga  $P_{max}$  harus lebih tinggi dari harga  $P$ .
3. Menggunakan harga  $P_{max}$  tersebut untuk menghitung  $\ln(1-P/P_{max})$  pada pers (5) atau  $[\ln(1-P/P_{max})] * P_{max}$  pada pers (6) yang ditempatkan sebagai sumbu  $y$ .
4. Menghubungkan harga  $y$  baru yang dihitung pada langkah No. 3 dengan  $PAR$  sebagai sumbu  $x$ .
5. Menggunakan persamaan linier untuk menganalisis hubungan  $y$  dengan  $x$  dengan membuat  $a = nol$ .
6. Hasil analisis tersebut akan menghasilkan  $y = bx$ ;  $b = (-Q_E/P_{max})$  untuk pers (5) atau  $b = -Q_E$  untuk pers (6).

### 6.3 Uji Regresi

Untuk analisis melihat hubungan antar variabel menggunakan model regresi, analisis regresi digunakan untuk mengetahui antara peubah tergantung (variabel dependent) dan peubah bebas (independent). Dalam analisis regresi linier, jika jumlah variabel prediktor  $x$  satu maka disebut regresi linier sederhana, sedangkan jika lebih dari satu maka disebut regresi linier berganda. Untuk dua variabel, hubungan liniernya dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan linier, yaitu:

$$y = a + bx$$

Keterangan

- $y$  = variabel dependent
- $x$  = variabel independent
- $a$  = konstanta perpotongan garis pada sumbu  $x$
- $b$  = koefisien regresi

Untuk lebih dari dua variabel, hubungan liniernya dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan linier, yaitu:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n$$

Keterangan:

$y$  = variabel dependent

$x_1, x_2, x_3, x_n$  = variabel independent

$a$  = konstanta perpotongan garis pada sumbu  $x$

$b_1, b_2, b_3, b_n$  = koefisien regresi

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## II. TINJAUAN PUSTAKA

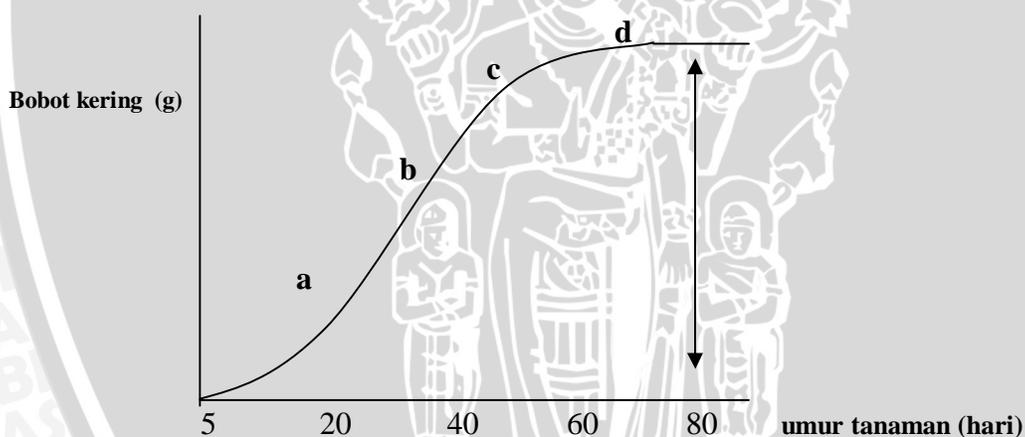
### 1. Pola Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Kedelai

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan proses yang penting dalam kehidupan dan perkembangbiakan suatu spesies. Pertumbuhan dan perkembangan berlangsung secara terus-menerus sepanjang daur hidup, bergantung pada tersedianya meristem, hasil asimilasi, hormon dan substansi pertumbuhan lainnya, serta lingkungan yang mendukung (Gardner *et al.*, 1991). Pertumbuhan tanaman ditunjukkan oleh pertambahan ukuran dan berat kering. Pertambahan ukuran dan berat kering dari suatu organisme mencerminkan bertambahnya protoplasma, yang mungkin terjadi karena baik ukuran sel maupun jumlahnya bertambah (Harjadi, 1996). Perkembangan tanaman ialah suatu kombinasi dari sejumlah proses yang kompleks yaitu proses pertumbuhan dan differensiasi yang mengarahkan pada akumulasi berat kering (Gardner *et al.*, 1991).

Pertumbuhan tanaman kedelai di bagi menjadi 2 fase, yaitu fase vegetatif dan fase generatif. Fase vegetatif diawali dengan perkecambahan biji, pembentukan akar, pembentukan daun, pembentukan batang utama dan cabang-cabang yang berakhir pada saat terbentuknya bunga pertama. Fase generatif atau reproduktif diawali pada saat mulai terbentuknya bunga pertama, pembentukan polong dan diikuti dengan pengisian serta pemasakan polong (Smith, 1995). Hidayat (1992) menjelaskan bahwa pertumbuhan tanaman kedelai dimulai dari proses perkecambahan yaitu benih yang ditanam setelah 1-2 hari akan muncul bakal akar yang tumbuh cepat di dalam tanah, diiringi dengan kotiledon yang terangkat ke permukaan tanah dan setelah kotiledon terangkat ke atas permukaan tanah, kedua lembar daun primer terbuka 2-3 hari kemudian. Pertumbuhan awal tanaman muda selanjutnya ditandai dengan pembentukan daun bertangkai 3 dan pada akar akan terbentuk akar-akar cabang. Munculnya tanaman muda ini antara 4-5 hari setelah tanam. Munculnya kuncup-kuncup ketiak dari batang utama tumbuh menjadi cabang-cabang ordo pertama. Daun-daun berikutnya terbentuk pada batang utama dan berbentuk daun trifoliolate.

Kegiatan ini berlangsung sampai tanaman berumur  $\pm 40$  hari setelah tanam. Pertumbuhan daun berjalan cepat mencapai maksimum pada fase awal pembungaan.

Pada kurva pertumbuhan tanaman (Gambar 1), terlihat bahwa pertumbuhan tanaman meningkat dengan cepat terutama pada fase eksponensial dan linier yang didasarkan pada peningkatan bobot kering tanaman. Pada fase eksponensial (a) terjadi pembentukan daun, anakan, bunga dan sebagainya, sedangkan pada fase linier (b) mulai terjadi pergeseran pertumbuhan vegetatif ke generatif. Oleh karena itu pada fase-fase inilah tanaman membutuhkan nutrisi yang cukup, terutama unsur hara esensial. Laju linier diikuti oleh suatu fase yang lajunya menurun atau lambat (c), kemudian penambahan pertumbuhan secara progresif berkurang menurut waktu, sampai mencapai keadaan mantap (konstan) (d). Fase keadaan konstan ini disebut sebagai pematangan fisiologis. (Gardner *et al.*, 1991).



Gambar 1. Kurva pertumbuhan tanaman kedelai

**Keterangan gambar :**

- Sebelum daerah a : fase pertumbuhan lambat (perkecambahan)
- Daerah a : fase tumbuh eksponensial (cepat)
- Daerah b : fase tumbuh linier (cepat)
- Daerah c : fase tumbuh lambat
- Daerah d : fase tumbuh stabil (konstan)

Fase vegetatif menuju ke fase generatif tanaman yaitu ditandai dengan munculnya bunga pertama. Tanaman kedelai akan berbunga setelah berumur 30-50 hari setelah tanam, jumlah bunga yang terbentuk pada ketiak daun beraneka ragam

tergantung pada varietas dan lingkungan tumbuh tanaman (Rukmana dan Yuniarsih, 1996). Peristiwa-peristiwa pada ujung tanaman yang berkaitan dengan datangnya rangsangan pembungaan ialah peningkatan pertumbuhan dan differensiasi yang menyebabkan pertambahan dalam ukuran, produksi primordia yang lebih cepat dan perubahan dalam pola aktivitas dari produksi daun-daun ke produksi organ-organ bunga (Goldsworthy and Fisher, 1996). Ditambahkan juga oleh Harjadi (1996), bahwa apabila suatu tanaman mengembangkan bunga, buah dan biji atau alat penyimpanan, maka tidak seluruh karbohidrat digunakan untuk perkembangan batang, daun dan perakaran karena sebagian disisakan untuk perkembangan bunga, buah dan biji atau alat penyimpanan. Jadi pada fase reproduktif dari perkembangan tanaman, karbohidrat disimpan (ditimbun) dan tanaman kedelai menyimpan sebagian besar karbohidrat yang dibentuknya, sedangkan pada fase vegetatif ditandai dengan penggunaan karbohidrat.

## **2. Hubungan Fotosintesis, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman**

Pertumbuhan ialah proses dalam kehidupan tanaman yang mengakibatkan perubahan ukuran tanaman semakin besar dan juga yang menentukan hasil tanaman. Pertambahan ukuran tubuh tanaman secara keseluruhan merupakan hasil dari pertambahan ukuran bagian organ-organ tanaman akibat dari pertambahan jaringan sel yang dihasilkan oleh pertambahan ukuran sel. Jumlah sel yang semakin banyak atau ruang (volume) sel yang semakin besar membutuhkan semakin banyak bahan-bahan sel yang disintesis menggunakan substrat yang sesuai. Pertumbuhan berfungsi sebagai proses yang mengelola masukan substrat tersebut menghasilkan produk pertumbuhan. Pada tingkat sel, proses pertumbuhan menggunakan substrat senyawa-senyawa organik seperti asam amino dan karbohidrat untuk menghasilkan bahan-bahan sel. Pada tingkat tanaman, substrat dapat dibatasi pada bahan anorganik dan unsur lain yang diambil tanaman dari lingkungannya seperti karbon dioksida, unsur hara, air dan kuanta radiasi matahari yang diolah menjadi bahan organik (Sitompul dan Bambang Gurito, 1995). Bahan organik atau fotosintat yang dihasilkan dalam proses fotosintesis digunakan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Dijelaskan Sitompul (1995) Pertumbuhan tanaman pada tingkat molekuler ialah pembentukan karbohidrat melalui proses fotosintesis dan sintesis metabolisme yang dibutuhkan untuk reaksi pembentukan senyawa antara atau senyawa-senyawa penyusun sel. Fotosintesis menambat CO<sub>2</sub> untuk produksi heksosa yang selanjutnya dibongkar untuk menghasilkan energi atau diubah menjadi komponen organik yang digunakan menjadi senyawa-senyawa struktural, metabolik dan cadangan makanan yang penting melalui proses respirasi. Dijelaskan oleh (Sitompul, 1995), respirasi tidak hanya berfungsi sebagai proses yang menyediakan energi tetapi juga sebagai proses yang menghasilkan senyawa antar atau intermediet yang merupakan substrat atau prekursor senyawa penting lain. Kedua proses ini sangat penting karena respirasi menggunakan energi yang berasal dari hasil fotosintesis untuk melaksanakan kerjanya. Hasil asimilasi atau fotosintat yang tersedia kurang dari kebutuhan normal untuk pertumbuhan sering dianggap sebagai faktor pengahambat pertumbuhan (Gardner *et al.*, 1995). Menurut Loveless (1991), jika suatu tumbuhan berada pada kondisi intensitas cahaya yang tidak menimbulkan kelebihan karbon dioksida (titik kompensasi), semua bahan organik yang dihasilkan oleh fotosintesis akan digunakan oleh respirasi, sehingga tidak ada kelebihan untuk pertumbuhan. Agar dapat tumbuh, tumbuhan harus hidup pada intensitas cahaya yang memungkinkan fotosintesis melebihi respirasi, yaitu pada intensitas cahaya diatas titik kompensasi.

Menurut Sitompul (1995), unsur karbon tanaman yang berasal dari gas karbon dioksida di atmosfer diikat dalam bentuk karbohidrat melalui proses fotosintesis. Senyawa ini kemudian digunakan untuk membentuk senyawa-senyawa yang dibutuhkan dalam pembentukan struktur sel tanaman dan untuk mendukung aktivitas metabolisme atau diakumulasi dalam sel organ tertentu. Dalam peristiwa ini, berbagai reaksi biokimia terlibat seperti sintesis dan perombakan senyawa termasuk yang mengandung energi metabolisme tinggi, sintesis enzim dan pembelahan sel. Keseluruhan ini termasuk dalam proses pertumbuhan.

### 3. Mekanisme Fotosintesis pada Tanaman

Fotosintesis ialah proses dimana energi sinar matahari (cahaya tampak) dikonversi menjadi energi kimia ( $\text{NADPH}^+$ : Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate tereduksi dan ATP: Adenosine 5' Triphosphate) yang dibutuhkan untuk mereduksi  $\text{CO}_2$  menjadi karbohidrat, atas bantuan pigmen (klorofil) (Sitompul, 1995; Gardner *et al*, 1991, dan Loveless, 1991). Proses fotosintesis tidak terjadi pada semua bagian daun, tetapi hanya terbatas pada kloroplas. Kloroplas ialah plastida yang mengandung klorofil, kloroplas terdiri atas tiga bagian yaitu: (1) membran luar dan dalam yang membungkus isi kloroplas dan ruang antar membran yang memisahkan kedua membran, (2) Stroma atau bagian encer dari kloroplas yang merupakan gel protein dan tempat enzim yang mereduksi  $\text{CO}_2$  dan (3) thylakoid atau yang dikenal juga lamela yang terdiri dari membran dan ruang antar membran (lumen) thylakoid. Loveless (1991) menyatakan bahwa proses fotosintesis terdiri atas dua mekanisme, yaitu:

#### 3.1 Reaksi Cahaya (Reaksi Terang)

Proses perubahan energi elektromagnetik dari cahaya menjadi energi kimia yaitu ATP dan  $\text{NADPH}^+$  dalam proses fotosintesis dikenal dengan istilah reaksi cahaya, karena proses ini terjadi hanya dengan adanya energi radiasi matahari yang berfungsi untuk meningkatkan energi klorofil, transformasi ini terjadi pada kloroplas tepatnya pada thylakoid sebagai akibat dari absorpsi cahaya oleh sistem pigmen atau fotosistem yang diikuti dengan transfer elektron (Sitompul, 1995). Dijelaskan oleh Loveless (1991) jika kloroplas yang disinari dan disuspensi dalam medium yang cocok berisi  $\text{NADP}^+$ , ADP, dan fosfat anorganik, campuran ini dapat mengubah energi cahaya untuk mereduksi karbon dioksida menjadi gula. Terdapat dua pusat reaksi tempat energi dari foton yang dijarang oleh sistem pigmen disalurkan yang selanjutnya digunakan untuk menjalankan sistem, pusat reaksi ini terdiri dari dua bagian yaitu PSII (P680) dan PSI (P700) (Gardner *et al.*, 1991). Reaksi cahaya terdiri dari dua proses yaitu eksitasi elektron dan transfer elektron.

Eksistasi elektron ialah promosi (pangangkatan) elektron dari orbit dasar (orbit yang dekat dengan inti) ke orbit yang menjauhi inti (orbit eksistasi) sebagai akibat absorpsi foton (Sitompul, 1995). Menurut Loveless (1991) jika sebuah molekul klorofil menyerap energi cahaya selama fotosintesis, elektronnya akan ditingkatkan ketingkat energi yang lebih tinggi sedemikian rupa sehingga terlepas dari molekul klorofil, membuat molekul itu bermuatan positif. Elektron tersebut langsung ditangkap oleh aseptor elektron yang mengandung besi, yang disebut feredoksin yang karena itu menjadi tereduksi dan reduksi ini mengawali konversi energi cahaya menjadi energi kimia. Pada saat berada pada tingkat energi yang tinggi ini molekul pigmen memberikan dan menerima elektron dari molekul-molekul lain. Transfer elektron dikatalis oleh PS II (P680) dari molekul air (fotolisis air), dan elektron ini diterima oleh suatu senyawa yang disebut Q (Quencer) atau pheopytin (Gardner *et al.*, 1991). Dijelaskan oleh Sitompul (1995) pheophytin memberikan elektron ke plastoquinone (Q<sub>A</sub> dan Q<sub>B</sub>) dan meneruskan kekompleks cytochrome b<sub>6</sub>-f (Cyt), Plastocyanine (PC) dan klorofil pada pusat reaksi PSI (P700). PSI dengan menggunakan lebih banyak energi dari foton-foton yang diserapnya, mengkatalis energi yang dibutuhkan untuk fotofosforilasi (pembentukan ATP) dan reduksi NADP<sup>+</sup> (Gardner *et al.*, 1991). Menurut Lakitan (1995) untuk terjadinya fotosintesis, energi dalam bentuk elektron yang tereksistasi pada berbagai pigmen harus disalurkan ke pengumpul energi yang disebut sebagai pusat reaksi (reaction center). Terdapat dua macam pusat reaksi pada membran thilakoid, keduanya merupakan klorofil a dengan protein tertentu dan komponen membran lainnya.

### 3.2 Reaksi Gelap

Energi ATP dan NADPH<sup>+</sup> yang dihasilkan oleh reaksi cahaya digunakan untuk mereduksi CO<sub>2</sub> menjadi karbohidrat, terjadi di stroma kloroplas yang dikenal dengan istilah reaksi gelap karena peristiwa ini terjadi tanpa energi cahaya. Tetapi beberapa jenis tanaman mempunyai proses tambahan yang dialami CO<sub>2</sub> sebelum dirubah menjadi karbohidrat, dan berdasarkan hal ini tanaman dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, dan CAM (Sitompul, 1995).

### 3.2.1 Lintasan C<sub>3</sub>

Semua tanaman memiliki lintasan tanaman C<sub>3</sub> karena merupakan satu-satunya pintu masuk untuk CO<sub>2</sub> menjadi karbon organik dalam proses fotosintesis. Pada lintasan ini, reaksi pembentukan karbohidrat dari CO<sub>2</sub> dapat dibagi tiga yaitu karboksilasi, reduksi, dan regenerasi. Karboksilasi ialah pengikatan CO<sub>2</sub> pada RUBP (ribulose 1,5-bisphosphate) yang dikatalis oleh enzim RUBPco (ribulose bishosphate carboxylase/oxygenase) dan menghasilkan dua molekul PGA (3-phosphoglycerate) (Sitompul, 1995). Menurut Gardner *et al.* (1991) ATP yang dihasilkan selama fotofosforilasi digunakan untuk mengubah ribulose 1,5-bisphosphate menjadi RUBP<sup>+</sup>. Enzim ini cukup kompleks dan mempunyai aktifitas yang tinggi terhadap CO<sub>2</sub>. Reduksi ialah fosforilasi produk yang dihasilkan reaksi karboksilasi dengan menggunakan ATP yang dihasilkan reaksi cahaya menjadi 1,3-bisphosphoglycerate yang selanjutnya direduksi dengan menggunakan NADPH<sup>+</sup> hasil reaksi cahaya menjadi glyceraldehyde 3-phosphate. Regenerasi ialah pembentukan kembali molekul pengikat CO<sub>2</sub> (ribulose 1,5-bisphosphate) yang menjadi prasyarat untuk kelangsungan reduksi CO<sub>2</sub> secara terus menerus (Sitompul, 1995).

### 3.2.2 Lintasan C<sub>4</sub>

Tanaman yang tergolong C<sub>4</sub> (tanaman C<sub>4</sub>) mempunyai suatu lintasan reaksi tambahan, disamping lintasan C<sub>3</sub> (PCR C<sub>3</sub>), yang dikenal dengan nama lintasan PCA (Photosynthetic carbon assimilation). Lintasan ini menghasilkan asam organik yang mengandung empat atom C (asam C<sub>4</sub>) dan berada dalam sel mesofil yang terpisah dari sel kran, atau sel karang bunga (*bundle sheath*), yang merupakan tempat PCR. karena itu jaringan sel dalam daun berbeda antara tanaman C<sub>3</sub> dengan tanaman C<sub>4</sub> (Sitompul, 1995). Menurut Loveless (1991) umumnya daun tumbuhan C<sub>4</sub> dapat dibedakan karena memiliki ruang antar sel yang kecil-kecil, vena yang rapat dan sel-sel ikatan pembuluhnya yang besar-besar dan berisi banyak kloroplas, pada tumbuhan C<sub>4</sub> ada dua tipe sel fotosintesis yaitu: sel-sel ikatan pembuluh yang besar-besar disekitar vena dan sel-sel mesofil disekitar ikatan pembuluh. Dengan tambahan lintasan PCA keseluruhan proses reduksi CO<sub>2</sub> menjadi karbohidrat pada tanaman C<sub>4</sub>

menjadi lebih kompleks dari yang terdapat pada tanaman C<sub>3</sub>, dan dapat dibagi menjadi empat kelompok yaitu: asimilasi CO<sub>2</sub> yang meliputi karboksilasi PEP (phosphoenolpyruvate) dalam sel mesofil yang menghasilkan asam C<sub>4</sub> (asam Oksaloasetat), transportasi asam C<sub>4</sub> dari sel mesofil ke sel kran, dekarboksilasi asam C<sub>4</sub> yang menghasilkan prekursor PEP (pyruvate atau alanine) dan CO<sub>2</sub> yang direduksi menjadi karbohidrat melalui siklus PCR dan transportasi asam C<sub>3</sub>, yang dihasilkan dalam sel kran ke sel mesofil yang selanjutnya berubah menjadi PEP (Sitompul, 1995). Menurut Loveless (1991) terbentuknya asam C<sub>4</sub> (asam Oksaloasetat) jika karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) ditambahkan ke dalam senyawa 3-C fosfoenolpiruvat (PEP) suatu reaksi yang diperantarai oleh enzim PEP karboksilase. Fosfoenolpiruvat adalah senyawa berenergi tinggi dan jika gugus fosfat yang berenergi tinggi itu terlepas jika senyawa dikarboksilasi. Karena itulah enzim PEP karboksilase mempunyai afinitas yang tinggi terhadap karbon dioksida.

### 3.2.3 Lintasan CAM

Tanaman CAM (crassulacean acid metabolism) memiliki kemampuan beradaptasi terhadap keadaan kering dengan transpirasi yang rendah. Menurut Sitompul (1995) salah satu ciri khas dari tanaman CAM ialah kemampuannya menggunakan air secara efisien, sehingga dengan demikian dapat beradaptasi dengan baik pada kondisi kekeringan air (kering). Dalam kondisi kelembaban rendah, stomata terbuka pada malam hari untuk menyerap CO<sub>2</sub> dan tertutup pada siang hari transpirasi tumbuhan. Spesies tanaman CAM mengikat CO<sub>2</sub> menjadi asam beratom C-4 dengan PEP karboksilase seperti spesies tumbuhan C<sub>4</sub>, hanya bedanya hal ini terjadi pada malam hari pada saat stomata terbuka dan energi yang diperlukannya diperoleh melalui proses glikolisis. Radiasi matahari menyebabkan stomata menutup dan penyinaran daun, energi cahaya ini digunakan untuk menjalankan daur celvin atau lintasan C<sub>3</sub>, yaitu mengambil CO<sub>2</sub> dari asam beratom C-4 seperti pada reaksi didalam sel-sel seludang ikatan pembuluh spesies C<sub>4</sub> (Gardner *et al*, 1991). Menurut Loveless (1991) peristiwa biokimia jalur CAM itu serupa dengan lintasan Hatch-Slack atau lintasan C<sub>4</sub>, tetapi sistem PEP dan sistem Calvinnya (lintasan C<sub>3</sub>) terpisah sementara

(yaitu oleh waktu) bukan ruang (yaitu pada sel yang berbeda) seperti pada lintasan C<sub>4</sub>.

#### **4. Faktor-Faktor Proses Fotosintesis**

##### **4.1 Cahaya**

Cahaya sering membatasi fotosintesis, penambahan CO<sub>2</sub> paling banyak terjadi sekitar tengah hari ketika tingkat cahaya paling tinggi (Salisbury dan Ros, 1995). Dijelaskan oleh Gardner *et al.* (1991) dengan peningkatan cahaya berangsur-angsur, fotosintesis juga akan meningkat sampai tingkat kompensasi cahaya, yaitu tingkat cahaya pada saat pengambilan CO<sub>2</sub> sama dengan pengeluaran CO<sub>2</sub> (laju pertukaran karbon atau CER=0). Proses fotosintesis efektif pada panjang gelombang 400 nm-700nm yang dikenal dengan istilah radiasi aktif fotosintesis atau PAR (photosynthesis aktif radiation) (salisbury). Menurut Heddy (1990) cahaya matahari mempunyai pengaruh yang besar, pengaruh cahaya terhadap fotosintesa ini meliputi: Intensitas cahaya, lamanya penyinaran, dan kualitas cahaya (panjang gelombang)

##### **4.2 Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)**

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) ialah unsur yang sangat penting dalam tanaman karena berat kering tanaman tersusun atas karbon (85% sampai 92%) berasal dari pengambilan karbon melalui proses fotosintesis. Kebanyakan spesies tanaman budidaya menunjukkan respon garis lurus dengan peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> diatas konsentrasi di atmosfer (340 ppm) (Gardner *et al.*, 1995). Menurut Salisbury dan Ros (1995) menyatakan bahwa laju fotosintesis meningkat tidak hanya karena naiknya tingkat radiasi, tetapi juga oleh konsentrasi CO<sub>2</sub> yang lebih tinggi, khususnya bila stomata tertutup sebagian karna kekeringan.

##### **4.3 Suhu**

Pengaruh suhu terhadap fotosintesis bergantung pada spesies, keadaan lingkungan tempat tumbuhan itu tumbuh, keadaan lingkungan saat pengukuran. Secara umum, suhu optimum untuk fotosintesis sama dengan suhu siang hari di

tempat tumbuhan tersebut biasa hidup, kecuali pada lingkungan dingin. Peningkatan suhu normal berpengaruh kecil terhadap pemecahan H<sub>2</sub>O yang diatur oleh cahaya atau difusi CO<sub>2</sub> kedalam daun. Tapi berpengaruh besar terhadap reaksi biokimia reduksi dan penambatan CO<sub>2</sub> (Salisbury dan Ros, 1995). Menurut (Gardner *et al.*, 1995) reaksi terang atau fotofosforilasi, tidak tergantung pada temperatur dalam rentang suhu kondisi tubuh tanaman. Fiksasi CO<sub>2</sub> ialah reaksi yang dikendalikan oleh enzim dan meningkat dengan laju penambahan makin tinggi sejalan dengan meningkatnya temperatur hingga mencapai temperatur yang menyebabkan denaturasi enzim-enzim.

#### 4.4 Air

Air merupakan substrat fotosintesis, tetapi hanya sekitar 0,1 % dari total jumlah air digunakan oleh tumbuhan untuk berfotosintesis (Gardner *et al.*, 1995). Menurut Heddy (1990) meskipun air ialah salah satu bahan baku dalam proses fotosintesis, namun pengaruh dari pengurangan air dalam daun terhadap kecepatan fotosintesis pada umumnya secara tidak langsung, pengaruh dari pengurangan kadar air dalam daun terhadap kecepatan fotosintesis disebabkan oleh: berkurangnya kapasitas difusi dari stomata karena stomata menutup, pengurangan dalam hidrasi dari kloroplas dan bagian-bagian lain dari protoplasma sehingga akan mengurangi efektifitas mekanisme fotosintesis, dan terjadinya akumulasi gula sehingga menghambat proses fotosintesis lebih lanjut. Hasil penelitian Ariffin (2003) menunjukkan bahwa pemberian air dengan interval lebih sering berakibat pertumbuhan dan hasil biji kedelai varietas Wilis lebih baik, Pemberian air dengan dengan interval setiap 5 hari menunjukan indek luas daun yang lebih besar dibandingkan yang diberi air dengan interval 10 maupun 15 hari. Efisiensi penggunaan air tanaman kedelai yang tinggi tidak selalu mampu menghasilkan kuantitas dan kualitas biji yang lebih tinggi. Sistem pengelolaan air yang paling efisien untuk tanaman kedelai varietas Wilis adalah pemberian air ininterval 10 hari dengan jumlah air 80% kapasitas lapang.

#### 4.5 Pertumbuhan daun

Pertumbuhan daun, kemampuannya untuk berfotosintesis juga meningkatkan sampai daun berkembang penuh, kemudian mulai menurun secara perlahan hingga daun mulai menguning kemudian mati. Hal ini karena daun tidak mampu berfotosintesis disebabkan rusaknya klorofil dan hilangnya fungsi kloroplas (Salisbury dan Ros 1995). Menurut (Gardner *et al.*, 1995) Umur daun mempengaruhi fotosintesis karena proses penuaan menyebabkan kelambanan proses fotosintesis. Faktor utama yang mempengaruhi laju penuaan ialah kandungan nutrisi mineral daun. Masuknya nutrisi mineral yang cukup memungkinkan daun muda maupun daun tua memenuhi kebutuhan mereka. Namun, nutrisi yang terbatas lebih sering didistribusikan ke daun yang muda dan hal ini mengurangi laju fotosintesis pada daun yang lebih tua.

#### 4.6 Laju Translokasi Spesies

Laju translokasi spesies, spesies yang memiliki laju translokasi karbohidrat yang tinggi memiliki laju fotosintesis yang tinggi pula. Sejalan dengan pemikiran bahwa pengangkutan efektif produk fotosintesis akan mempertahankan penambahan CO<sub>2</sub> yang cepat (Salisbury dan Ros, 1995).

### 5. Persilangan Tanaman

Persilangan merupakan salah satu metode perbanyak keragaman genetik. Persilangan ialah perkawinan antara sel kelamin jantan dan sel kelamin betina yang bertujuan untuk mendapatkan suatu individu yang diinginkan. Poespodarsono(1988) mengemukakan bahwa persilangan bertujuan untuk memperoleh kombinasi genetik yang diinginkan melalui persilangan dua atau lebih tetua yang berbeda genotipnya. Keturunan hasil persilangan ini akan terjadi segregasi pada F<sub>1</sub> bila tetuanya heterozigot dan pada F<sub>2</sub> bila tetuanya homozigot. Adanya segregasi ini berarti ada perbedaan genetik dalam populasi. Generasi keturunan yang bersegregasi merupakan bahan baik untuk seleksi guna peningkatan sifat yang diinginkan. Dijelaskan oleh Kartono (2005) Persilangan buatan merupakan kegiatan persarian

secara terarah, yaitu mempertemukan tepung sari dengan kepala putik. Tujuan persilangan buatan adalah untuk memperoleh gabungan gen yang baik dari induk yang disilangkan.

Pemilihan tetua yang berpotensi untuk di hibridisasi sangat penting untuk keberhasilan hibridisasi tersebut. Hibridisasi dimaksudkan untuk dapat menyatukan dua sel kelamin dari tetua yang dikehendaki sehingga diperlukan pengetahuan tentang sifat bunga dan masaknya sel kelamin jantan dan betian. Hibridisasi biasanya dimulai dengan pengambilan tepung sari dari bungan jantan (emaskulasi). Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya penyerbukan sendiri. Oleh karena itu pengambilan dilakukan sebelum kepala putik masak agar tidak memberikan kesempatan masuknya tepung sari yang akan digunakan (Poespodarsono,1988). Kartono (2005) mengemukakan Persarian mencakup dua kegiatan, pertama membuang tepung sari pada bunga betina yang akan disilangkan (kastrasi atau pengebirian), dan kedua mengambil tepung sari dari bunga jantan untuk dipertemukan dengan kepala putik pada bunga yang telah dikastrasi. Pemilihan

Arah pemuliaan tanaman ialah memperoleh atau mengembangkan varietas atau hibrida agar lebih efisien dalam penggunaan unsur hara sehingga memberi hasil tertinggi persatuan luas dan menguntungkan bagi penanam dan pengguna. Perakitan sifat tanaman unggul agar menguntungkan secara ekonomis memerlukan sumber genetik tanaman yang menunjang produksi tinggi dan tahan terhadap hama dan penyakit (Poespodarsono, 1988). Pemilihan tetua var. Argomulyo dan galur brawijaya untuk dijadikan tetua dalam persilangan dikarenakan masing-masing tetua memiliki sifat-sifat yang spesifik. Var. Argomulyo memiliki karakteristik tahan rebah, toleran karat daun dan bobot 100 biji yang tinggi sedangkan galur Brawijaya memiliki karakteristik daya hasil tinggi dan toleran terhadap cekaman air.

## 6. *Punnett Square*

Punnett square ialah diagram yang digunakan untuk mengetahui hasil tertentu dari percobaan persilangan melalui suatu pendekatan secara biologi untuk menentukan probabilitas genetik dari keturunan. Crowder (1997) mengemukakan

punnett square ialah metode untuk menentukan nisbah pewarisan, suatu cara yang mudah dan sederhana untuk menggambarkan suatu persilangan dan keturunan segregasinya. Poespodarsono (1988) mengungkapkan Persilangan merupakan upaya untuk meningkatkan atau perbaikan sifat untuk menciptakan varietas-varietas harapan petani dan Adanya segregasi ini berarti ada perbedaan genetik dalam populasi keturunan. Generasi keturunan yang bersegregasi merupakan bahan baik untuk seleksi guna peningkatan sifat yang diinginkan.

Dijelaskan oleh Crowder (1997) dasar pemikiran segregasi disebabkan Gen-gen dalam individu diploid berupa pasangan-pasangan alele dan masing-masing orang tua mewariskan satu alele dari pasangan gen tadi kepada keturunannya. Pewarisan sifat yang dapat dikenal dari orang tua kepada keturunannya secara genetik disebut hereditas. Hukum pewarisan ini mengikuti pola yang teratur dan terulang dari generasi ke generasi. dasar dari prinsip ini terletak pada pembelahan sel meiosis pertama pada fase anafase dimana kromosom homolog berpisah satu sama lain menuju kutub yang berlawanan (Stansfield,1991)

Tetua	Tepung sari WW	×	Sel telur ww
F1	Ww (zigot)		
F2	Sel telur yang dihasilkan		
		½ W	½ w
Tepung sari yang dihasilkan	½ W	¼ WW	¼ Ww
	½ w	¼ Ww	¼ ww

Gambar 2. Kemungkinan kombinasi dari F1 dan F2 pada satu alel.

Dari gambar 1 diketahui bahwa untuk persilangan 2 alel didapatkan 2 homositot dan 2 heterositot. Galur murni akan menampilkan sifat-sifat dominan (WW) dan sifat-sifat resesif (ww). Individu heterozigot (F1) menghasilkan setengah alel dominan W dan setengahnya alel resesif w. Populasi F2 yang dihasilkan akan

menampilkan sifat-sifat dominan dan resesif. Nilai fenotip yaitu dengan hasil 3 dominan (WW , Ww,Ww) : 1 resesif (ww). Nilai genotip yaitu 1 dominan lengkap (WW) : 2 hibrida (Ww) : 1 resesif lengkap (ww).

Poespodarsono (1988) menyatakan bahwa agar hibridisasi , terutama pada tanaman menyerbuk sendiri sesuai dengan yang kita inginkan maka terlebih dahulu perlu dipilih tetua yang berpotensi. Pemilihan tetua ini tergantung pada sifat yang akan dimuliakan:

1. Untuk sifat kualitatif

Pemilihan tetua untuk sifat kualitatif relatif mudah, karena perbedaan penampakan menunjukkan perbedaan gen pengendali sifat itu. Untuk memisahkan tanaman yang bersegregasi mudah untuk dilakukan karena perbedaan sifat tanaman satu dengan yang lainnya mudah terlihat dan mudah diseleksi lebih lanjut untuk menjadi tetua, khususnya tetua yang homozigot.

2. Untuk sifat kuantitatif

Pemilihan tetua untuk sifat ini jauh lebih sulit karena perbedaan penotip belum tentu disebabkan perbedaan genotip. Apabila disebabkan oleh genotip, belum tentu perbedaan itu mempunyai arti dalam pemuliaan. Oleh karena itu, pemilihan tetua perlu dipertimbangkan dari segi lain, yakni:

- a. Sifat fisiologi untuk itu diperlukan pengetahuan tentang dasar fisiologi sifat yang menjadi objek atau komponennya, sehingga dapat diketahui penyebab yang membatasi tingginya penampakan sifat yang dituju.
- b. Adaptasi untuk itu diperlukan informasi tentang kemampuan tetua untuk beradaptasi pada sesuatu atau kisaran lingkungan tertentu. Cara yang dapat digunakan ialah dengan menanam banyak tanaman bakal tetua pada lokasi, musim dan tahun berbeda.
- c. Susunan genetik kemampuan genetik pendukung sifat yang dituju dapat diperkirakan melalui analisis statistik pada uji keturunan. Cara lain yang dapat digunakan ialah dengan memperhatikan perbedaan sifat-sifat lain pendukung komponen sifat kuantitatif, terutama yang mudah untuk diamati, misalnya jumlah cabang, diameter batang, jumlah anakan dan sebagainya.



### III. BAHAN DAN METODE

#### 1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Desa Jaticerto kecamatan kepanjen Kabupaten Malang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2008 sampai Maret 2009.

#### 2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ialah rol meter, sprayer, gelas ukur, timbangan analitik, oven, Light Meter, LI-6400 *Portable photosynthesis system* dan spektrofotometer.

Bahan-bahan yang digunakan ialah benih F2 kedelai hasil persilangan galur Brawijaya dengan varietas Argomulyo, varietas Wilis, furadan, pupuk urea, SP-36, KCl dan insektisida Akocythrin 50 EC berdasarkan pemantauan hama.

#### 3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan ialah metode *grid* (petak) dimana kondisi lingkungan tetap sama (homogen). Setiap petak percobaan ditanami biji kedelai yang berasal dari satu individu tanaman yang sama (*ear to row*) Metode *grid* digunakan untuk memperkecil heterogenitas lingkungan. Dengan petak yang lebih kecil dianggap bahwa lingkungan pada satu petak homogen, sehingga perbedaan tanaman pada suatu petak dianggap sebagai perbedaan genetik. Sedangkan lingkungan antar *grid* dianggap bervariasi sehingga perbedaan antar *grid* dianggap sebagai perbedaan fenotip (Bos dan Caligari, 1995).

Perlakuan terdiri atas 8 perlakuan yaitu F2 hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo dan 1 perlakuan var. Wilis. Perlakuan 7 fenotip tersebut yaitu: BM2.1, BM2.2, BM2.3, BM2.4, BM2.5, BM2.6 dan BM2.7.

#### **4. Pelaksanaan Penelitian**

##### **4.1 Persiapan Lahan**

Persiapan lahan dimulai dengan pengukuran lahan yang akan digunakan untuk penelitian, setelah itu lahan dibersihkan dari tumbuhan pengganggu maupun sisa-sisa panen dari tanaman sebelumnya. Lahan yang telah dibersihkan kemudian diolah, yaitu dicangkul 2 kali hingga mencapai lapisan olah tanah (20-30 cm). Plotting dilakukan setelah kegiatan pengolahan tanah selesai dengan cara membuat petak-petak percobaan dengan ukuran panjang 6m, lebar 1,2 m sebanyak 8 petak. Jarak antar petakan 50 cm. Untuk batas tepi kanan kiri masing-masing 50 cm dan jarak atas bawah 50 cm.

##### **4.2 Penanaman**

Benih yang akan digunakan sebagai bahan tanam yaitu benih F2 hasil persilangan kedelai galur Brawijaya dengan Agromulyo dan varietas Wilis. Untuk mencegah hama benih diberi furadan. Sebelum ditanam benih terlebih dahulu direndam selama 5 jam untuk membantu perkecambahannya. Penanaman benih dilakukan dengan cara ditugal pada kedalaman 3-4 cm dari permukaan tanah dengan menanam 1 benih per lubang tanam, kemudian lubang tanam ditutup dengan tanah halus. Jarak tanam yang digunakan 15 cm x 20 cm.

##### **4.3 Pemupukan**

Pemupukan yang diberikan ialah pupuk urea, SP-36 dan KCl. Pupuk urea dengan dosis 50 kg ha<sup>-1</sup> diberikan pada tanaman kedelai sebanyak 2 kali. Pupuk urea sebanyak ½ dosis diberikan pada saat tanam dan ½ dosisnya lagi diberikan saat tanaman kedelai berumur 21 hst. Sedangkan pupuk SP-36 dan KCl diberikan pada saat tanam dengan seluruh dosis. Pupuk SP-36 diberikan dengan dosis sebanyak 100 kg ha<sup>-1</sup> dan pupuk KCl sebanyak 50 kg ha<sup>-1</sup>. Pemberian pupuk dilakukan dengan cara ditugal dengan jarak 5 cm dari lubang tanam, kemudian ditutup dengan tanah tipis untuk mencegah penguapan atau erosi akibat air hujan.

#### 4.4 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi kegiatan pengairan, penyiangan dan pemberantasan hama dan penyakit.

##### 1. Pengairan

Pengairan dilakukan pada stadia perkecambahan (3-4 hst), stadia vegetatif (20-30 hst) dan stadia pemasakan biji (60-70 hst) dengan cara dileb (penggenangan) pada semua petak dengan tujuan untuk menjaga kelembaban tanah agar tanaman tidak mengalami kekeringan. Pada stadia tersebut tanaman kedelai sangat memerlukan air untuk pertumbuhannya, selain itu pengairan juga disesuaikan dengan kondisi lingkungan. Bila turun hujan maka tidak dilakukan pengairan.

##### 2. Penyiangan

Penyiangan dilakukan dua kali yaitu penyiangan pertama pada saat tanaman berumur 2 minggu, menggunakan cangkul. Sedangkan penyiangan kedua dilakukan bila tanaman sudah berbunga ( $\pm$  umur 7 minggu).

##### 3. Pengendalian hama dan penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan cara kimiawi yang disesuaikan dengan jenis-jenis hama dan penyakit yang menyerang. Untuk mengurangi frekuensi pemberian insektisida maupun fungisida ialah dengan aplikasi insektida dan fungisida berdasarkan pemantauan hama.

#### 4.5 Panen

Kedelai harus dipanen pada tingkat kemasakan biji yang tepat yaitu  $\pm$  85 hst. Panen terlalu awal menyebabkan banyak biji keriput, panen terlalu akhir menyebabkan kehilangan hasil karena biji rontok. Ciri-ciri tanaman kedelai siap dipanen ialah daun telah menguning dan mudah rontok, polong biji mengering dan berwarna kecoklatan. Panen dilakukan dengan cara mencabut tanaman.

## 5. Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap tanaman kedelai yaitu pengamatan pertumbuhan, pengamatan panen dan pengamatan lingkungan. Pengamatan pertumbuhan dilakukan secara destruktif dan non destruktif. Pengamatan destruktif dilakukan 1 kali dan non destruktif dilakukan sebanyak 5 kali yaitu pada saat tanaman berumur 15, 30, 45, 60 dan panen ( $\pm 90$  hst) dengan mengamati seluruh individu tanaman dalam petak penelitian.

### A. Variabel pengamatan destruktif meliputi :

1. Kadar nitrogen daun, dilakukan dengan metode labu Kejeldhal, dengan mengambil 4 lamina daun yang telah membuka sempurna. Pengambilan sampel dilakukan pada saat pembentukan polong
2. Kadar khlorofil daun, penghitungan kadar klorofil dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer dengan mengambil 6 lamina daun yang telah membuka sempurna. Pengambilan sampel dilakukan pada saat pembentukan polong.

### B. Variabel pengamatan non destruktif meliputi :

1. Tinggi tanaman, diukur dari pangkal batang sampai ke titik tumbuh
2. Jumlah daun, dihitung daun yang telah membuka sempurna
3. Pengukuran laju fotosintesis bersih atau laju tukar  $\text{CO}_2$  bersih (  $\text{CO}_2$  Exchange Rate), dilakukan dengan menggunakan IRGA (Infra Red Gas Analyzer ) tipe LI-6400. IRGA LI-6400 ialah suatu sistem terbuka dengan pengukuran fotosintesis dan transpirasi yang didasarkan atas perbedaan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dalam aliran udara yang melintasi kuvet daun. Pengukuran laju fotosintesis bersih atau laju tukar  $\text{CO}_2$  bersih (CER) dilakukan pada saat pembentukan polong. Pengukuran fotosintesis dilakukan pada daun ketiga dari atas tanaman serta telah membuka sempurna.

### C. Pengamatan komponen hasil panen, meliputi:

1. Jumlah polong per tanaman, dihitung semua polong yang terbentuk saat panen.

2. Jumlah polong hampa dan polong isi per tanaman, dihitung semua polong hampa dan polong isi dari semua polong yang terbentuk.
3. Bobot kering biji pertanaman, diperoleh dengan menimbang biji tanaman yang telah dikeringkan dengan sinar matahari.
4. Bobot kering total tanaman, diperoleh dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman yang telah dioven pada suhu 80° C hingga diperoleh bobot konstan.
5. Bobot polong pertanaman, diperoleh dengan menimbang polong tanaman yang telah dikeringkan dengan sinar matahari.
6. Jumlah biji pertanaman, diperoleh dengan cara menghitung seluruh biji tanaman.

## 6. Analisis Data

### 6.1 Analisis Varian dan Uji Perbandingan Nilai Tengah

Dijelaskan oleh Bos dan Caligari (1995) dan Riduwan (2005) analisis data metode *grid* (petak) menggunakan persamaan di bawah ini:

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (dB)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	Ftabel 5%
Fenotip(A)	$\sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$	A-1	$\frac{JK_a}{db_a}$	$\frac{KT_A}{KT_D}$	$\alpha$
Galat(D)	$\sum X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}}$	N-A	$\frac{JK_d}{db_d}$		
Total	$\sum X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{N}$	N-1			

Data yang diperoleh dilakukan pengujian menggunakan analisis ragam (uji F) dengan taraf nyata  $p = 0,05$ . Apabila terdapat pengaruh atau interaksi antar perlakuan

maka dilanjutkan dengan uji perbandingan antar perlakuan. Uji perbandingan yang digunakan adalah uji BNT dengan taraf nyata  $p = 0,05$ .

## 6.2 Analisis Laju Fotosintesis Maksimum

Untuk analisis laju fotosintesis dan intensitas cahaya menggunakan pendekatan model eksponensial dan regresi linier dengan pengoperasian excel sebagai berikut :

Model pendekatan yang digunakan untuk analisis tersebut adalah Model Asimptotik Exponensial.

$$P = P_{\max} \left[ 1 - \text{Exp} \left( \frac{-Q_E \text{PAR}}{P_{\max}} \right) \right] \quad (\text{Thornley, 1976}).$$

dengan  $P$  = laju fotosintesis ( $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ),  $P_{\max}$  = laju fotosintesis maximum ( $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ),  $Q_E$  = efisiensi quanta [ $(\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}) / (\mu\text{mol quanta} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1})$ ]. Akan tetapi dalam penerapan model asimptotik exponensial tersebut digunakan metode sederhana linearisasi yaitu perubahan bentuk persamaan tersebut kedalam bentuk linier  $Y = bx + a$ . dengan pengoperasian komputer sebagai berikut :  $P = P_{\max} (1 - \exp^*(Q/P_{\max} * PAR))$ . Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Persamaan awal:  $P = P_{\max} \left[ 1 - \text{Exp} \left( \frac{-Q_E \text{PAR}}{P_{\max}} \right) \right]$  dirubah menjadi

$$P/P_{\max} = 1 - \text{Exp}(-Q_E \cdot \text{PAR}/P_{\max}) \quad \text{persamaan..... (2)}$$

$$1 - P/P_{\max} = \text{Exp}(-Q_E \cdot \text{PAR}/P_{\max}) \quad \text{persamaan..... (3)}$$

$$\ln(1 - P/P_{\max}) = -Q_E \cdot \text{PAR}/P_{\max} \quad \text{persamaan..... (4)}$$

$$\ln(1 - P/P_{\max}) = (-Q_E/P_{\max}) \text{PAR} \quad \text{persamaan..... (5)}$$

$$[\ln(1 - P/P_{\max})] * P_{\max} = -Q_E \text{PAR}$$

Sehingga menghasilkan pers  $Y = \ln(1 - P/P_{\max})$  ;  $X = \text{PAR}$  ;  $a = 0$  &  $b = -Q_E$

$Y = a + bx$  ;  $y = ax + b$  ;  $y = d + cx$  ;  $y = q + kx$  persamaan..... (6)

1. Menggunakan pers (5) atau (6) dengan persamaan linier yang terdapat pada excel.
2. Menetapkan harga  $P_{max}$  berdasarkan grafik hubungan  $P$  (fotosintesis) sebagai sumbu  $y$  dengan  $PAR$  (cahaya) sebagai sumbu  $x$ . Harga  $P_{max}$  harus lebih tinggi dari harga  $P$ .
3. Menggunakan harga  $P_{max}$  tersebut untuk menghitung  $\ln(1-P/P_{max})$  pada pers (5) atau  $[\ln(1-P/P_{max})] \cdot P_{max}$  pada pers (6) yang ditempatkan sebagai sumbu  $y$ .
4. Menghubungkan harga  $y$  baru yang dihitung pada langkah No. 3 dengan  $PAR$  sebagai sumbu  $x$ .
5. Menggunakan persamaan linier untuk menganalisis hubungan  $y$  dengan  $x$  dengan membuat  $a = nol$ .
6. Hasil analisis tersebut akan menghasilkan  $y = bx$ ;  $b = (-Q_E/P_{max})$  untuk pers (5) atau  $b = -Q_E$  untuk pers (6).

### 6.3 Uji Regresi

Untuk analisis melihat hubungan antar variabel menggunakan model regresi, analisis regresi digunakan untuk mengetahui antara peubah tergantung (variabel dependent) dan peubah bebas (independent). Dalam analisis regresi linier, jika jumlah variabel prediktor  $x$  satu maka disebut regresi linier sederhana, sedangkan jika lebih dari satu maka disebut regresi linier berganda. Untuk dua variabel, hubungan liniernya dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan linier, yaitu:

$$y = a + bx$$

Keterangan

- $y$  = variabel dependent
- $x$  = variabel independent
- $a$  = konstanta perpotongan garis pada sumbu  $x$
- $b$  = koefisien regresi

Untuk lebih dari dua variabel, hubungan liniernya dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan linier, yaitu:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n$$

Keterangan:

$y$  = variabel dependent

$x_1, x_2, x_3, x_n$  = variabel independent

$a$  = konstanta perpotongan garis pada sumbu  $x$

$b_1, b_2, b_3, b_n$  = koefisien regresi

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

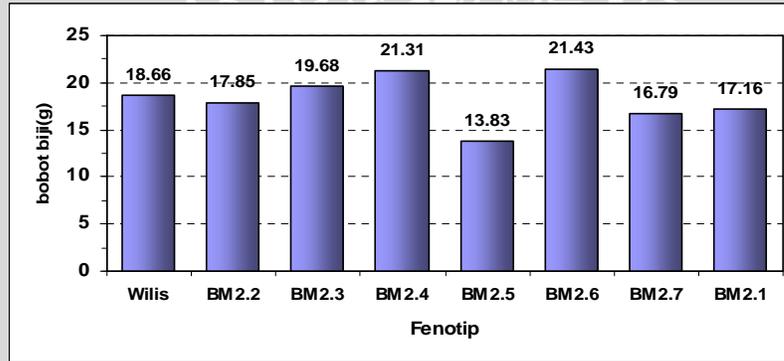


#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

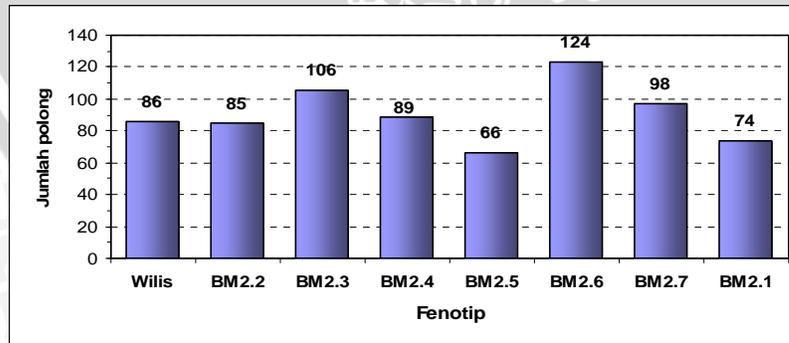
##### 1. Hasil

##### 1.1 Polong dan Biji

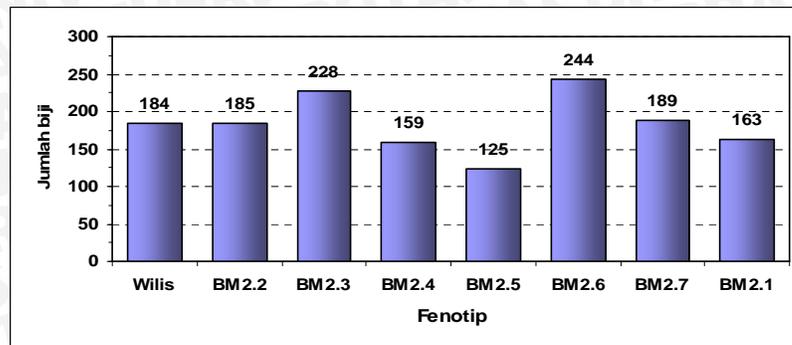
Daya hasil rata-rata var. Wilis pada penelitian ini relatif tinggi dengan 86 polong per tanaman, 18,66 g bobot biji per tanaman dan 184 biji per tanaman. Tanaman F3 kedelai hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo menunjukkan perbedaan diantara fenotip dalam jumlah polong, bobot biji dan jumlah biji. Fenotip yang lebih Unggul dari varietas Wilis ialah BM2.3 dengan 106 polong per tanaman, 19,68g bobot biji per tanaman dan 228 biji per tanaman, tanaman F3 BM2.4 dengan 89 polong per tanaman, 21,31 g bobot biji per tanaman dan 159 biji per tanaman serta tanaman F3 BM2.6 dengan 124 polong per tanaman, 21,43 g bobot biji per tanaman dan 244 biji per tanaman. (Gambar 3, 4 dan 5).



Gambar 3. Rata-rata jumlah polong isi var. Wilis dan fenotip F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo.

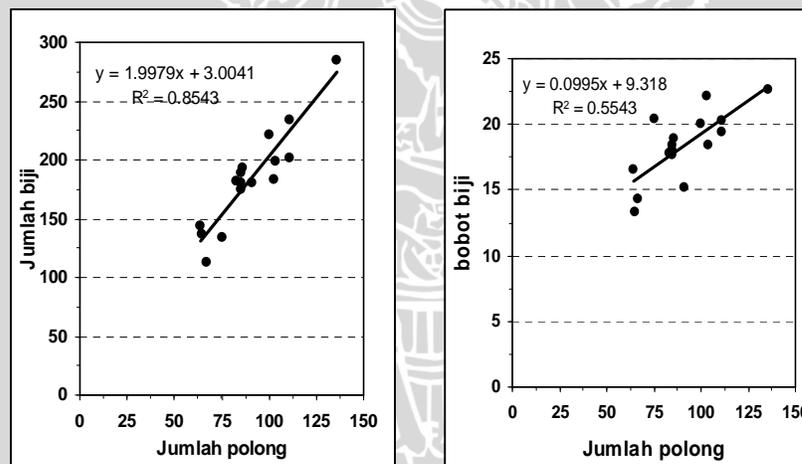


Gambar 4. Rata-rata bobot biji var. Wilis tanaman dan fenotip F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo.



Gambar 5. Rata-rata jumlah biji var. Wilis tanaman dan fenotip F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo.

Jumlah polong mempunyai hubungan yang positif dengan jumlah biji dan bobot biji setiap peningkatan jumlah polong per tanaman dapat menunjang peningkatan jumlah biji dan bobot biji. dengan Setiap peningkatan 1 polong per tanaman mampu meningkatkan 2,00 jumlah biji dan 0,10 g berat biji (gambar 6).



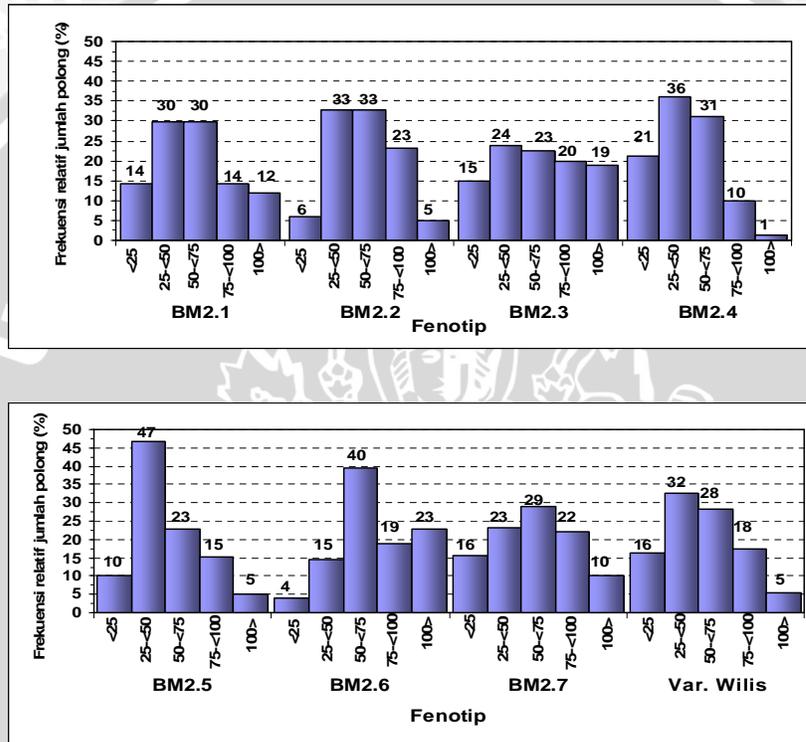
Gambar 6. Hasil analisis regresi jumlah polong dengan jumlah biji dan bobot biji var. Wilis dan fenotip F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo.

## 1.2 Frekuensi Relatif Polong dan Biji

### 1.2.1 Frekuensi Relatif Jumlah Polong

Frekuensi relatif jumlah polong terbanyak ( $\geq 100$  polong per tanaman) dari var. Wilis sebesar 5%. Tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var.

Argomulyo memperlihatkan frekuensi relatif jumlah polong yang lebih besar dari var. Wilis. Beberapa fenotip F3 yang memperlihatkan frekuensi relatif yang lebih besar dari var. Wilis, yaitu untuk fenotip BM2.1, BM2.3, BM2.6 dan BM2.7 secara berurutan dari frekuensi relatif yang tertinggi yaitu 23% untuk BM2.6, 19 % untuk BM2.3, 12% untuk BM2.1 dan 10% untuk BM2.7 (Gambar 7).

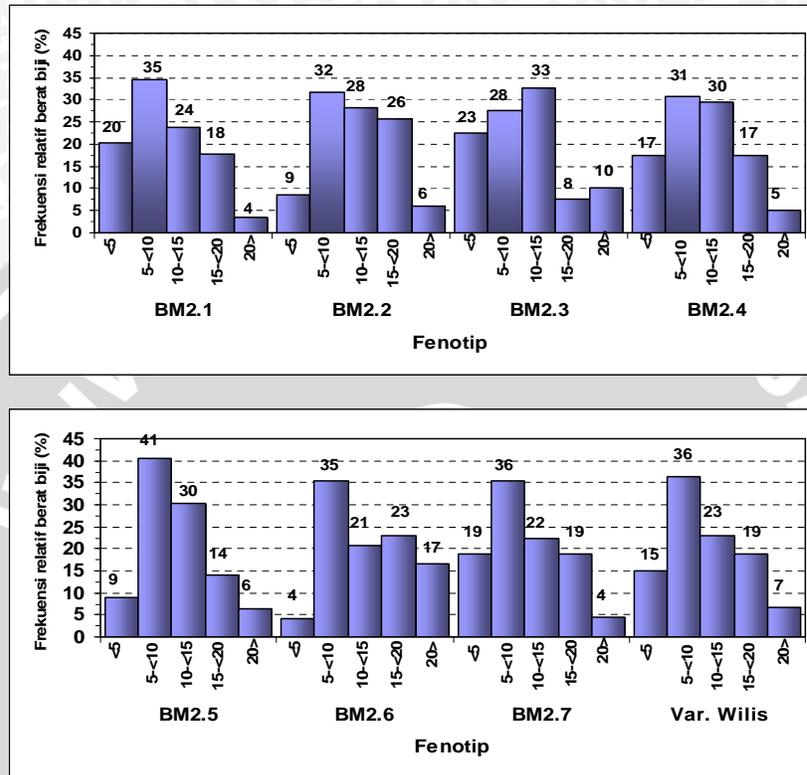


Gambar 7. Frekuensi relatif jumlah polong isi var. Wilis tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo.

### 1.2.2 Frekuensi Relatif Bobot Biji

Frekuensi relatif bobot biji tertinggi ( $\geq 20$  g berat biji per tanaman) dari var. Wilis sebesar 7%. Tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo memperlihatkan frekuensi relatif berat biji yang lebih besar dari var. Wilis. Beberapa tanaman F3 yang memperlihatkan frekuensi relatif yang lebih besar

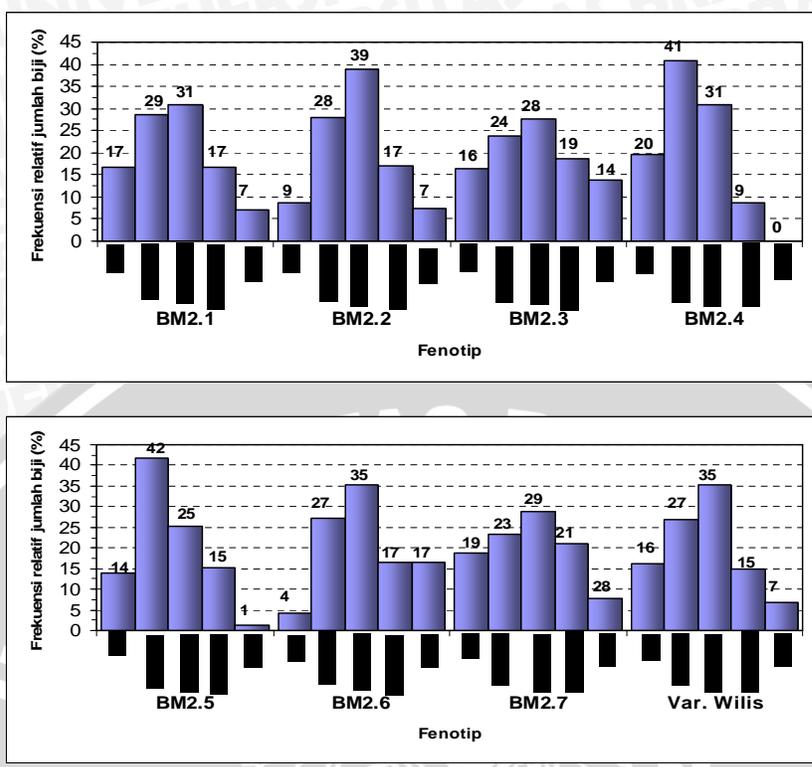
dari var. Wilis, yaitu untuk fenotip BM2.3 sebesar 8% dan BM2.7 sebesar 12% (Gambar 8).



Gambar 8. Frekuensi relatif bobot biji (g) var. Wilis tanaman dan tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo.

### 1.2.3 Frekuensi Relatif Jumlah Biji

Frekuensi relatif jumlah biji terbanyak ( $\geq 200$  biji pertanaman) dari var. Wilis sebesar 7%. Tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo memperlihatkan frekuensi relatif jumlah biji yang lebih besar dari var. Wilis. Beberapa tanaman F3 yang memperlihatkan frekuensi relatif yang lebih besar dari var. Wilis, yaitu untuk fenotip BM2.3, BM2.6 dan BM2.7. secara berurutan dari frekuensi relatif yang tertinggi yaitu 28% untuk BM2.7, 17 % untuk BM2.6 dan 14% untuk BM2.3 (Gambar 9).



Gambar 9. Frekuensi relatif jumlah biji var. Wilis tanaman dan tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo.

### 1.3 Pertumbuhan Tanaman

#### 1.3.1 Tinggi Tanaman

Rata-rata tinggi tanaman var. Wilis pada penelitian ini relatif tinggi yaitu 9,90 cm untuk pengamatan 15 hst, 22,40 cm untuk pengamatan 30 hst, 52,55 untuk pengamatan 45 hst dan 82,80 untuk pengamatan 60 hst. Tanaman F3 kedelai hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo menunjukkan tinggi tanaman yang lebih tinggi dari var. Wilis pada pengamatan 15 hst. 30 hst dan 45 hst. Pengamatan 15 hst yaitu fenotip BM 2.3, BM2.4 dan BM2.6, pengamatan 30 hst yaitu Fenotip BM2.3, BM2.6 dan BM2.7, pengamatan 45 hst yaitu fenotip BM2.1 dan BM2.3. Hasil analisis ragam pada rata-rata tinggi tanaman tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman var. Wilis (kontrol) dan tanaman F3 hasil Persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo.

Fenotip	Tinggi tanaman			
	15hst	30hst	45hst	60hst
Var. Wilis	9,90	22,40	52,55	82,80
BM2.1	9,80	21,10	53,15	80,15
BM2.2	9,45	20,75	50,30	82,35
BM2.3	10,60	24,10	55,15	81,75
BM2.4	10,90	22,10	47,35	77,50
BM2.5	8,50	17,20	38,00	72,65
BM2.6	10,10	23,50	49,95	74,80
BM2.7	8,10	23,00	48,40	73,10
BND5%	tn	tn	tn	tn

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada umur pengamatan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BND 5%, hst = hari setelah tanam, tn = tidak nyata

### 1.3.2 Jumlah Daun Tanaman

Rata-rata jumlah daun var. Wilis pada penelitian ini relatif tinggi yaitu 3.00 untuk pengamatan 15 hst, 7,00 untuk pengamatan 30 hst, 19,00 untuk pengamatan 45 hst dan 27,00 untuk pengamatan 60 hst. Tanaman F3 kedelai hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo menunjukkan tinggi tanaman yang lebih tinggi dari var. Wilis pada pengamatan 30 hst, 45 hst dan 60 hst. pengamatan 30 hst dan 45 hst yaitu tanaman BM2.4, pengamatan 60 hst yaitu fenotip BM2.2, BM2.3, BM2.4, BM2.5 dan BM2.7(Tabel 2)..

Tabel 2. Rata-rata jumlah daun var. Wilis (kontrol) dan tanaman F3 hasil Persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo.

Fenotip	Jumlah daun			
	15hst	30hst	45hst	60hst
BM2.1	2,50	7,00 b	16,50 a	26,00
BM2.2	2,50	7,00 b	18,50 a	29,00
BM2.3	3,00	7,00 b	18,00 a	28,00
BM2.4	3,00	7,50 b	24,00 b	29,50
BM2.5	2,00	6,00 a	15,50 a	31,50
BM2.6	2,50	7,00 b	17,00 a	24,50
BM2.7	2,00	7,00 b	17,50 a	30,00
Var. Wilis	3,00	7,00 b	19,00 a	27,00
BND5%	tn			tn

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada umur pengamatan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BND 5%, hst = hari setelah tanam, tn = tidak nyata.

#### 1.4 Fotosintesis Tanaman

Fotosintesis maksimum, transpirasi maksimum, efisiensi penggunaan cahaya dan rasio fotosintesis maksimum dengan transpirasi maksimum menunjukkan nilai yang sangat bervariasi (Tabel 3)

Tabel 3. Rata-rata fotosintesis maksimum (Pmax), transpirasi (Trmmol), efisiensi penggunaan cahaya (QE), rasio laju fotosintesi dan transpirasi (Trmmol).

Fenotip	Fotosintesis maksimum (Pmax) ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	Efisiensi cahaya ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{J.m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )	Laju transpirasi (Trm mol) ( $\text{m mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )	Pmax/Trm mol ( $\mu\text{mol CO}_2 / \text{m mol H}_2\text{O}$ )
<b>BM2.1</b>	27,20	0,042	7,00 a	3,90 de
<b>BM2.2</b>	30,00	0,048	14,20 c	2,11 a
<b>BM2.3</b>	33,65	0,042	10,72 b	3,13 bc
<b>BM2.4</b>	30,10	0,052	8,98 ab	3,34 cd
<b>BM2.5</b>	24,10	0,050	6,83 a	3,52 cde
<b>BM2.6</b>	34,30	0,048	9,13 ab	3,76 cde
<b>BM2.7</b>	31,15	0,048	7,50 a	4,20 e
<b>Var. Wilis</b>	29,55	0,054	11,31 b	2,62 ab
<b>BND 5%</b>	tn	tn		

Keterangan: Bilangan yang didampingi oleh huruf yang sama pada umur pengamatan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BND 5%, tn = tidak nyata

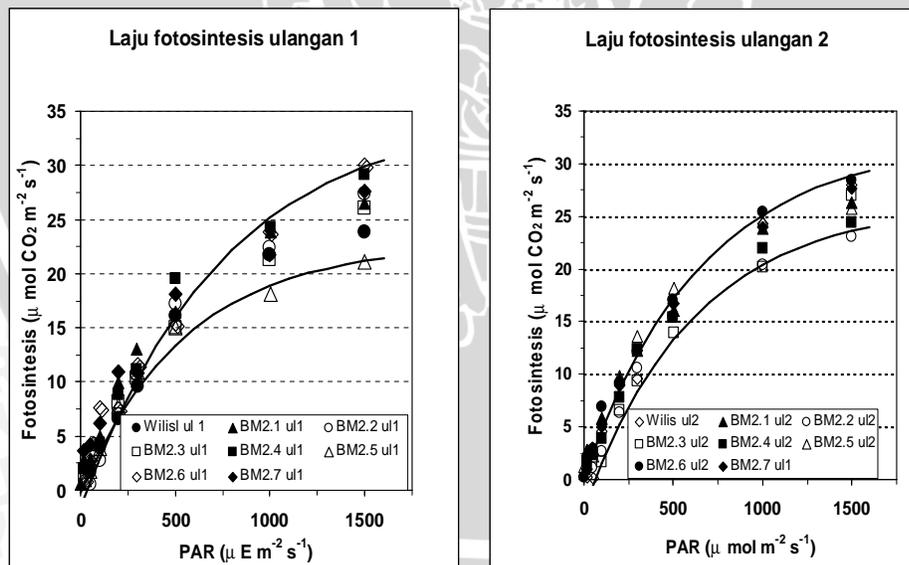
Laju fotosintesis maksimum (Pmax) var. Wilis pada penelitian ini relatif tinggi sebesar  $29.55 \mu \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Secara rata-rata tanaman F3 kedelai hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo menunjukkan laju fotosintesis maksimum (Pmax) yang lebih tinggi dari var. Wilis, kecuali fenotip F3 BM2.1 dan BM2.5. Secara berurutan laju fotosintesis maksimum (Pmax) tanaman F3 yang tertinggi yaitu  $34,30 \mu \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  untuk BM2.6;  $33,65 \mu \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  untuk BM2.3;  $31,15 \mu \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  untuk BM2.7;  $30,1 \mu \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  untuk BM2.4 dan  $30,00 \mu \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  untuk BM2.2 (Tabel 3).

Efisiensi penggunaan cahaya (QE) var. Wilis pada penelitian ini sebesar  $0.054 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} / \text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . Tanaman F3 kedelai hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo menunjukkan efisiensi penggunaan cahaya (QE) berkisar diantara nilai var. Wilis atau secara statistik tidak berbeda nyata. Secara rata-rata fenotip yang memiliki nilai efisiensi penggunaan cahaya (QE) lebih tinggi ialah

BM2.4 sebesar  $0.052 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} / \text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . fenotip F3 BM2.1 dan BM2.3 menunjukkan hasil efisiensi penggunaan cahaya (QE) yang terendah sebesar  $0.042 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} / \text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  (Tabel 3).

Laju transpirasi maksimum ( $T_{\text{rmmol}}$ ) var. Wilis pada penelitian ini sebesar  $11,31 \text{ m mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Secara rata-rata tanaman F3 kedelai hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo menunjukkan laju transpirasi maksimum ( $T_{\text{rmmol}}$ ) yang lebih rendah dari var. Wilis, kecuali fenotip F3 BM2.2 lebih tinggi dari Var. Wilis sebesar  $14,20 \text{ m mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Tanaman yang memiliki laju transpirasi yang paling rendah yaitu fenotip F3 BM2.5 dengan laju transpirasi

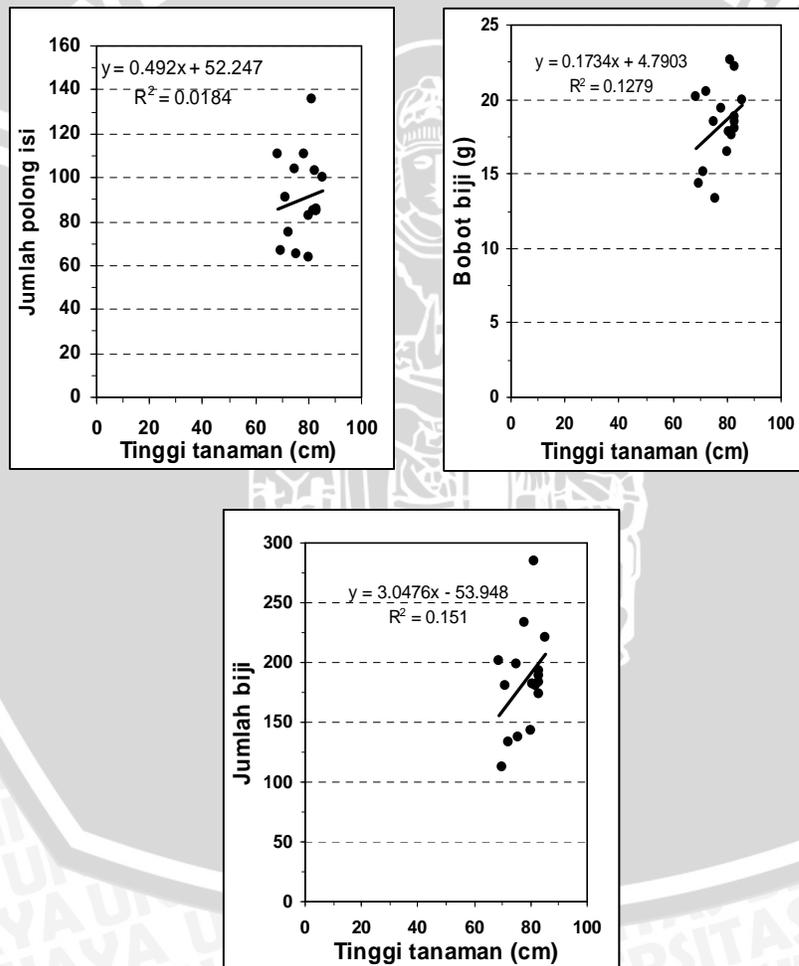
Rasio laju fotosintesis ( $P_{\text{max}}$ ) dengan transpirasi ( $T_{\text{rmmol}}$ ) var. Wilis pada penelitian ini sebesar  $2,62 \mu\text{mol CO}_2 / \text{ m mol H}_2\text{O}$ . Tanaman F3 kedelai hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo menunjukkan rasio laju fotosintesis ( $P_{\text{max}}$ ) dengan transpirasi ( $T_{\text{rmmol}}$ ) yang lebih tinggi dari var. Wilis. kecuali fenotip F3 BM2.2. Tanaman BM2.7 memiliki Rata-rata rasio yang lebih tinggi diantara tanaman F3 lainnya dengan nilai  $4,20 \mu\text{mol CO}_2 / \text{ m mol H}_2\text{O}$  (tabel 3).



Gambar 11. Hubungan tinggi tanaman dengan jumlah biji, bobot biji dan jumlah polong isi var. Wilis dan tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo

### 1.5 Hubungan Tinggi Tanaman dengan Polong dan Biji

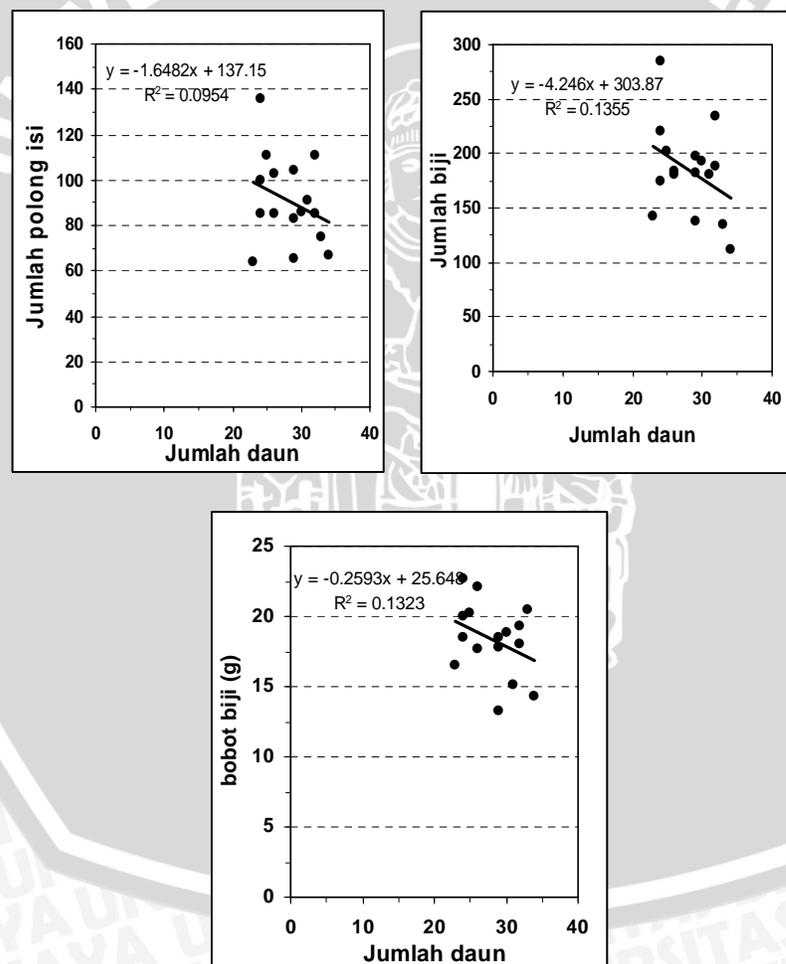
Berdasarkan analisis regresi hubungan tinggi tanaman dengan polong dan biji tidak terbentuk suatu pola linier. Hal ini menunjukkan tinggi tanaman tidak berpengaruh secara nyata dengan jumlah polong isi, jumlah biji dan bobot biji. Model persamaan regresi dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Gambar 11) . Hasil anova atau F-test regresi menunjukkan bahwa F hitung lebih kecil dari pada F tabel dengan Probabilitas lebih kecil dari 0.05 dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang sangat rendah yaitu 0,32 untuk jumlah biji, 0,04 untuk bobot biji (g) dan 0,23 untuk polong isi. (Lampiran 10).



Gambar 12. Hubungan tinggi tanaman dengan jumlah polong isi, jumlah biji dan bobot biji tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo dan Var. Wilis (sebagai kontrol).

## 1.6 Hubungan Jumlah Daun dengan Polong dan Biji

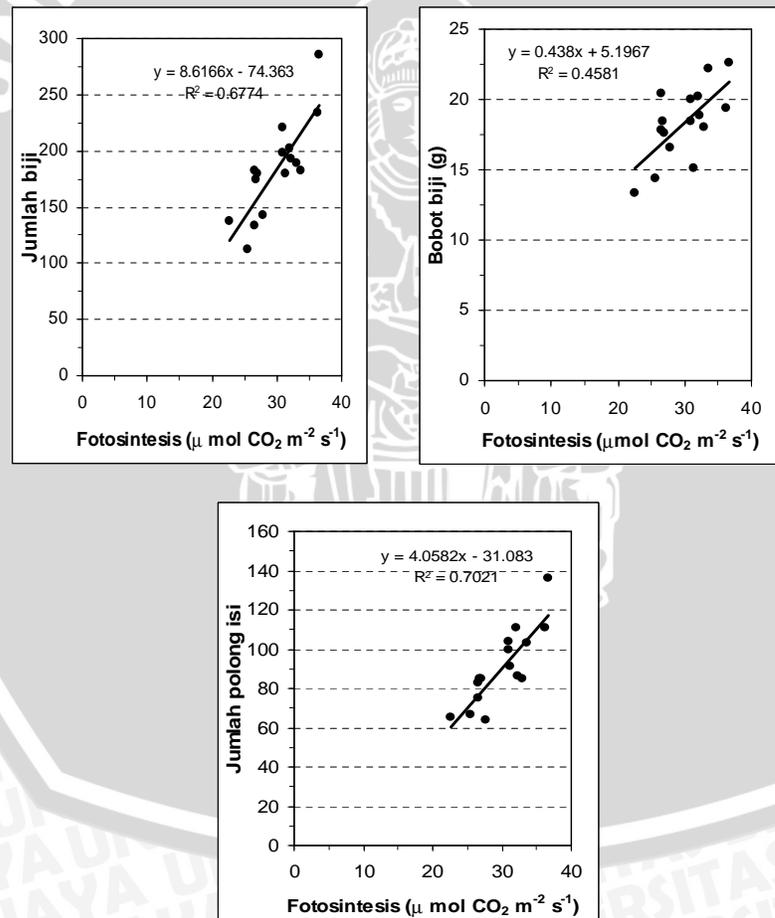
Berdasarkan analisis regresi hubungan jumlah daun dengan polong dan biji tidak terbentuk suatu pola linier. Hal ini menunjukkan jumlah daun tidak berpengaruh secara nyata dengan peningkatan jumlah polong isi, jumlah biji dan bobot biji tanaman. Model persamaan regresi dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Gambar 12). Hasil anova atau F-test regresi menunjukkan bahwa F hitung lebih kecil dari pada F tabel dengan Probabilitas lebih kecil dari 0.05 dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang sangat rendah yaitu 0,28 untuk jumlah biji, 0,11 untuk bobot biji (g) dan 0,25 untuk polong isi. (Lampiran 11).



Gambar 12. Hubungan jumlah daun tanaman dengan jumlah polong isi, jumlah biji dan bobot biji tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo dan Var. Wilis (sebagai kontrol).

### 1.7 Hubungan Fotosintesis Maksimum dengan Polong dan Biji

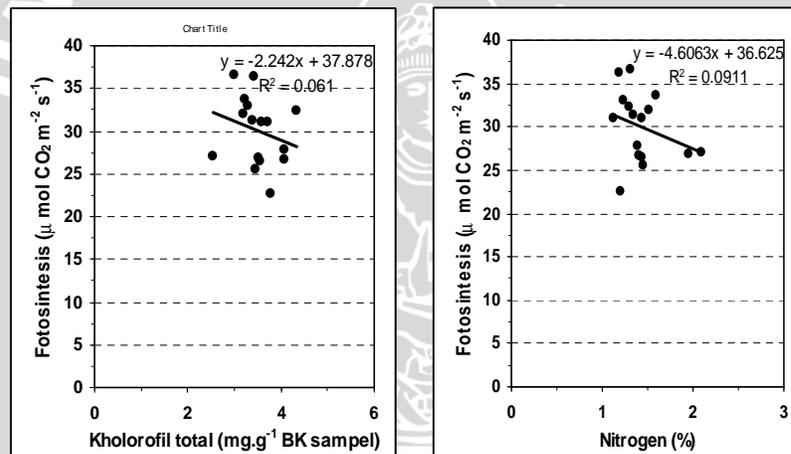
Berdasarkan analisis regresi hubungan fotosintesis maksimum dengan polong dan biji membentuk suatu pola linier. Hasil analisis regresi menunjukkan fotosintesis berpengaruh secara nyata terhadap jumlah polong isi, jumlah biji dan bobot biji tanaman (Gambar 12). Fotosintesis memberikan kontribusi yang cukup besar setiap peningkatan  $1 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  mampu menghasilkan 4,06 untuk jumlah polong isi, 8,62 untuk jumlah biji, dan 0,44 untuk bobot biji. Hasil anova atau F-test regresi yang menunjukkan F hitung lebih besar dari pada F tabel dengan Probabilitas lebih kecil dari 0.05 dan koefisien koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang baik yaitu 0,68 untuk jumlah biji, 0,46 untuk bobot biji dan 0,70 untuk jumlah polong isi (Lampiran 9)



Gambar 13. Hubungan Fotosintesis maksimum dengan jumlah polong isi, jumlah biji dan bobot biji tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo dan Var. Wilis.

### 1.8 Hubungan Kandungan Klorofil dan Nitrogen dengan Laju Fotosintesis.

Berdasarkan analisis regresi kandungan klorofil dan nitrogen dengan laju fotosintesis tidak terbentuk suatu pola linier. Hal ini menunjukkan kandungan klorofil dan nitrogen tidak berpengaruh secara nyata dengan peningkatan laju fotosintesis. Model persamaan regresi dapat dilihat pada gambar dibawah ini (Gambar 12). Hasil anova atau F-test regresi menunjukkan bahwa F hitung lebih kecil dari pada F tabel dengan Probabilitas lebih kecil dari 0.05 dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang sangat rendah yaitu 0,06 untuk kandungan klorofil dengan laju fotosintesis dan 0.09 untuk kandungan nitrogen dengan laju fotosintesis (Lampiran 11).



Gambar 14. Hubungan kandungan klorofil dan nitrogen dengan laju fotosintesis tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo dan Var. Wilis

## 2. Pembahasan

### 2.1 Polong dan Biji

Hasil pengamatan menunjukkan jumlah polong isi dan bobot biji menunjukkan variasi yang tinggi. Tanaman F3 kedelai hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo menunjukkan jumlah polong dan bobot biji yang lebih tinggi dari var. Wilis Secara rata-rata yaitu fenotip BM 2.3, BM2.4, BM2.6 dan BM2.7. Oleh

karena itu fenotip di atas dapat digunakan sebagai bahan seleksi selanjutnya untuk mendapatkan genotip dengan daya hasil yang tinggi, tetapi harus selektif dalam pemilihan individu yang baik karena bahan tanaman F<sub>3</sub> yang digunakan sebagai pengamatan memiliki keragaman genetik tinggi yang disebabkan karena segregasi genetik. Dijelaskan oleh Poespodarsono (1988) bahwa persilangan bertujuan untuk memperoleh kombinasi genetik yang diinginkan melalui persilangan dua atau lebih tetua yang berbeda genotipnya. Keturunan hasil persilangan ini akan mengalami segregasi pada F<sub>1</sub> bila tetuanya heterozigot dan pada F<sub>2</sub> bila tetuanya homozigot. Adanya segregasi ini menunjukkan perbedaan genetik dalam populasi. Generasi keturunan yang bersegregasi merupakan bahan yang baik untuk seleksi guna peningkatan sifat yang diinginkan. Pengelolaan lingkungan yang sama (homogen) pada populasi akan memperlihatkan daya genetik. Interaksi genetik dan lingkungan memberikan penampakan dari daya genetik tersebut (Gardner *et al.*, 1991). Peningkatan hasil panen merupakan hasil akhir dalam program pemuliaan dimana melalui tahapan seleksi untuk mendapatkan individu tanaman yang memiliki komposisi gen yang homozigot.

## 2.2 Frekuensi Relatif Polong dan Biji

Frekuensi relatif untuk jumlah polong isi, berat biji dan jumlah biji berdasarkan klasifikasi data (pengelompokan dalam kelas-kelas) menunjukkan variasi fenotip yang sangat tinggi antar kelasnya. variasi antar kelas ini menunjukkan bahwa tanaman F<sub>3</sub> hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Agomulyo memiliki potensi genetik yang berbeda yang disebabkan oleh segregasi. Dijelaskan oleh Poespodarsono (1988) bahwa persilangan bertujuan untuk memperoleh kombinasi genetik yang diinginkan melalui persilangan dua atau lebih tetua yang berbeda genotipnya. Keturunan hasil persilangan ini akan terjadi segregasi pada F<sub>1</sub> bila tetuanya heterozigot dan pada F<sub>2</sub> bila tetuanya homozigot. Adanya segregasi ini berarti ada perbedaan genetik dalam populasi. Generasi keturunan yang bersegregasi merupakan bahan baik untuk seleksi guna peningkatan sifat yang diinginkan.

Frekuensi relatif tertinggi untuk jumlah polong isi, bobot biji dan jumlah biji dari tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo yang lebih tinggi dari var Wilis yaitu untuk jumlah polong isi ( $\geq 100$  polong) yaitu untuk fenotip BM2.1, BM2.3, BM2.6 dan BM2.7, Bobot biji ( $\geq 20$  g bobot biji) yaitu untuk tanaman F3 BM2.3 dan BM2.7 dan untuk jumlah biji ( $\geq 200$  biji) yaitu untuk fenotip BM2.3, BM2.6 dan BM2.7. tanaman yang memiliki frekuensi relatif yang tertinggi dilihat dari jumlah polong isi, bobot biji dan jumlah biji ialah bahan baik untuk seleksi guna mendapatkan tanaman dengan daya hasil tinggi, hal ini disebabkan perbedaan potensi yang muncul pada setiap individu tanaman menunjukkan perbedaan potensi genetik tanaman. Seperti dijelaskan Sitompul dan Guritno (1995) bahwa perbedaan susunan genetik merupakan salah satu faktor penyebab keragaman penampilan tanaman.

### 2.3 Pertumbuhan Tanaman

Hasil komponen pertumbuhan sangat bervariasi secara fenotip untuk tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo untuk jumlah daun dan tinggi tanaman. Tanaman F3 kedelai hasil persilangan galur Brawijaya dengan var. Argomulyo menunjukkan tinggi tanaman dan jumlah daun yang lebih tinggi dari var. Wilis. Pengamatan 15 hst yaitu fenotip BM 2.3, BM2.4 dan BM2.6, pengamatan 30 hst yaitu fenotip BM2.3, BM2.6 dan BM2.7, pengamatan 45 hst yaitu fenotip BM2.1 dan BM2.3. dan untuk jumlah daun pengamatan 30 hst dan 45 hst yaitu fenotip BM2.4, pengamatan 60 hst yaitu fenotip BM2.2, BM2.3, BM2.4, BM2.5 dan BM2.7. Perbedaan fenotip tanaman menunjukkan perbedaan genotipnya hal ini dijelaskan Muhadjir (1984 dalam Bahrin, Soebarinoto, dan Soetrisno, 1993) yang menyatakan bahwa perbedaan pada varietas jagung menunjukkan adanya perbedaan potensi genetik, sehingga sifat yang dimunculkan baik sifat pertumbuhan dan produksi juga berbeda, meskipun ditanam pada suatu daerah yang sama. Genotip adalah susunan pola gen yang dikandung oleh organisme tertentu. Susunan gen ini spesifik untuk individu tertentu. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kemampuan tanaman amat

tergantung bagaimana memanipulasi gen agar menjadi genotip yang diharapkan baik sebagai individu tanaman maupun sebagai anggota populasi (Poespodarsono, 1988).

### 2.3 Fotosintesis Tanaman

Laju fotosintesis maksimum pada intensitas cahaya yang berbeda dari Var. Wilis dan tanaman F3 semakin meningkat dengan meningkatnya intensitas cahaya. Laju fotosintesis tergantung pada intensitas radiasi matahari. Semakin meningkat intensitas radiasi matahari, maka laju fotosintesis akan meningkat pula sampai pada intensitas tertentu. Intensitas radiasi setelah mencapai titik optimum tidak dapat meningkatkan laju fotosintesis (Lakitan, 1995 ; Sugito, 1999). Gardner *et al.* (1991) menambahkan dengan peningkatan cahaya berangsur-angsur, fotosintesis juga akan meningkat sampai tingkat kompensasi cahaya, yaitu tingkat cahaya pada saat pengambilan CO<sub>2</sub> sama dengan pengeluaran CO<sub>2</sub> (laju pertukaran karbon atau CER=0). Proses fotosintesis efektif pada panjang gelombang 400 nm-700nm yang dikenal dengan istilah radiasi aktif fotosintesis atau PAR (photosynthesis aktif radiation). Hasil analisis menunjukkan bahwa beberapa tanaman F3 memiliki laju fotosintesis (Pmax) yang lebih tinggi dari Var. Wilis (kontrol) kecuali pada tanaman F3 BM2.2 dan BM2.5. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat fotosintesis maksimum (Pmax) beberapa fenotip tanaman F3 lebih baik dari Var. Wilis sebagai kontrol. Nilai fotosintesis memiliki hubungan dengan peningkatan jumlah polong isi dan berat polong rata, karena proses fotosintesis ialah proses yang sangat penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Terganggunya proses fotosintesis tanaman berakibat terhadap pembentukan karbohidrat sehingga mengakibatkan tanaman tidak dapat tumbuh dan berproduksi maksimal. Seperti dijelaskan Sitompul (1995), unsur karbon tanaman yang berasal dari gas karbondioksida di atmosfer diikat dalam bentuk karbohidrat melalui proses fotosintesis. Senyawa ini kemudian digunakan untuk membentuk senyawa-senyawa yang dibutuhkan dalam pembentukan struktur sel tanaman dan untuk mendukung aktivitas metabolisme atau diakumulasi dalam sel organ tertentu.

Respon tanaman terhadap transpirasi dengan intensitas cahaya menunjukkan pola yang hampir sama untuk seluruh tanaman F3 dan var. Wilis. Nilai transpirasi meningkat sejalan dengan peningkatan intensitas radiasi matahari. Peningkatan intensitas cahaya matahari menyebabkan stomata membuka sehingga terjadi transpirasi yang disebabkan oleh perbedaan konsentrasi uap air. Seperti dijelaskan Salisbury dan Ros, (1995) stomata membuka karena meningkatnya pencahayaan dan cahaya menaikkan suhu daun sehingga air menguap lebih cepat. Berdasarkan pengamatan nilai transpirasi yang dihasilkan bervariasi pada setiap panjang gelombang. Hal ini disebabkan respon membukanya stomata berbeda setiap panjang gelombang. Sinar biru (panjang gelombang antara 430 dan 460nm) hampir sepuluh kali lebih efektif dari sinar merah (panjang gelombang antara 630 dan 680 nm) dalam menghasilkan pembukaan stomata (Salisbury dan Ros, 1995). Tanaman F3 secara rata-rata memiliki laju transpirasi maksimum ( $T_{\text{mmol}}$ ) yang lebih rendah dari Var. Wilis, kecuali BM2.2 memiliki nilai laju transpirasi maksimum ( $T_{\text{mmol}}$ ) lebih besar dari Var. Wilis. Laju transpirasi tanaman mengisyaratkan penggunaan air oleh tanaman. Transpirasi yang rendah berarti tanaman efisien dalam penggunaan air. Dijelaskan oleh Fitter dan Hay (1991) bila stomata membuka akibat respon terhadap kondisi lingkungan. Udara di luar daun biasanya tidak jenuh dengan uap air, akibat dari perbedaan konsentrasi uap air ini, molekul air akan berdifusi keluar dari ruang udara daun ke dalam masa udara melalui pori stomata

Secara rata-rata tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo memiliki nilai efisiensi penggunaan cahaya (QE) yang berkisar diantara nilai var. Wilis (kontrol). Efisiensi penggunaan cahaya (QE) yang tinggi menggambarkan bahwa tanaman sangat sesuai apabila diusahakan pada tingkat cahaya yang cukup rendah (tumpangsari dan agroforesti). Dijelaskan oleh Sitompul (1995) efisiensi penggunaan cahaya sangat dipengaruhi oleh indeks luas daun yang maksimum menggambarkan kemampuan suatu luasan daun memanen energi radiasi matahari akan menjadi faktor akhir yang menentukan produksi biomassa atau hasil tanaman jika kapasitas lubang (sink capacity) tidak menjadi faktor pembatas.

Tanaman F3 secara rata-rata memiliki rasio laju fotosintesis maksimum dengan transpirasi maksimum yang lebih tinggi dari Var. Wilis, kecuali BM2.2 memiliki nilai rasio lebih rendah dari Var. Wilis. Rasio laju fotosintesis ( $P_{max}$ ) dan laju transpirasi ( $T_{mmol}$ ) menunjukkan tanaman memiliki rasio yang tinggi memiliki tingkat fotosintesis tinggi dengan laju transpirasi yang rendah sehingga tanaman ini efisien dalam penggunaan air dan jumlah  $CO_2$  yang difiksasi juga semakin banyak yang dapat dilihat dari laju fotosintesis tanaman. Transpirasi sering menjadi faktor pembatas dalam proses fotosintesis karena pada transpirasi yang rendah di bawah batas minimum menyebabkan jumlah  $CO_2$  yang berdifusi dari atmosfer menjadi rendah. Seperti dijelaskan (Fitter dan Hay, 1991) pada sehelai daun, dinding sel mesophyll yang berdekatan dengan rongga-rongga substomata harus tetap lembab untuk memungkinkan pelarutan dan pengambilan karbondioksida untuk proses fotosintesis.

#### **2.4 Hubungan pertumbuhan tanaman dengan Polong dan Biji**

Berdasarkan analisis regresi linier tidak terbentuk suatu pola yang mendekati linier. Hal ini menunjukkan jumlah daun dan tinggi tanaman tidak memiliki hubungan dengan peningkatan jumlah polong isi, jumlah biji dan bobot biji tanaman. komponen hasil tidak ditentukan oleh komponen pertumbuhan (jumlah daun dan tinggi tanaman) tetapi ditentukan oleh sifat fisiologi tanaman. Hal ini dapat dilihat dari hubungan antara laju fotosintesis tanaman dengan komponen hasil. Dijelaskan oleh James (1991) karakter hasil panen mencerminkan penampilan seluruh komponen tanaman yang dapat berarti pula hasil akhir dari bermacam faktor lain. Peningkatan kualitas panen dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu setiap tanaman memiliki kapasitas produksi yang khas secara fisiologi ditentukan oleh energi, zat-zat hara, air dan sumber-sumber lain yang diperlukan suatu tanaman untuk berproduksi dan setiap genotip tidak mempunyai kapasitas fisiologis yang sama untuk menghasilkan.

## 2.5 Hubungan Fotosintesis Maksimum dengan Polong dan Biji

Dari persamaan regresi linier terlihat bahwa jumlah polong mempunyai hubungan positif dengan laju fotosintesis maksimum. Fotosintesis memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap peningkatan jumlah polong isi, jumlah biji dan bobot biji. Hal ini menunjukkan bahwa proses fotosintesis sangat berperan pada fase generatif tanaman kedelai yang diawali dari pembentuk polong hingga pemasakan polong. Dijelaskan oleh Fitter dan Hay (1991) produktivitas dari suatu komunitas ialah suatu refleksi dari fotosintesis neto dari komponennya dan dipengaruhi kuat oleh banyak faktor selain dari pada intensitas cahaya. Ditambahkan oleh Gardner *et al.* (1991) produksi biji merupakan macam-macam peristiwa fisiologis dan morfologis yang mengarah pada pembungaaan dan pembuahan sebagai respon terhadap fotoperiode (panjang hari) dan temperatur. Proses pengisian biji juga sangat dipengaruhi oleh efektifitas translokasi. Pada fase pengisian polong, sebagian besar asimilasi yang baru terbentuk maupun yang tersimpan digunakan untuk meningkatkan berat biji. Berat kering biji saat panen dipengaruhi oleh periode pengisian biji efektif. Apabila periode pengisian biji efektif makin panjang, maka tanaman akan memberikan hasil yang makin besar.

## 2.6 Hubungan Kandungan Nitrogen dan Klorofil terhadap Laju Fotosintesis.

Berdasarkan Hasil analisis regresi linier ganda menunjukkan bahwa klorofil dan nitrogen dalam daun (variabel independent) tidak berpegaruh secara nyata terhadap fotosintesis (variabel dependent). Hal ini menunjukkan bahwa proses fotosintesis tidak hanya dipengaruhi oleh faktor klorofil dan nitrogen tetapi oleh banyak faktor seperti konsentrasi karbondioksida, persediaan air, intensitas cahaya, kandungan klorofil, suhu, faktor-faktor protoplasma, suhu dan resistensi difusi gas (Gardner *et al.*, 1995; Salisbury dan Ros, 1995; dan Loveless, 1983). Untuk memahami bagaimana berbagai faktor berpengaruh terhadap fotosintesis tidak boleh hanya mempelajari tiap-tiap faktor secara terpisah. Seperti dijelaskan oleh Loveless (1983) tentang prinsip faktor pembatas atau prinsip Blackman yakni jika kecepatan suatu proses dipengaruhi oleh sejumlah faktor

terpisah, kecepatan proses itu dipengaruhi oleh faktor yang paling lambat, Sebagai contoh apabila proses fotosintesis tanaman pada berbagai tingkat karbondioksida pada keadaan intensitas rendah tetapi konstan dan suhu cocok. Jika konsentrasi karbondioksida dinaikan dari nol, kecepatan fotosintesis meningkat sampai dicapai konsentrasi tertentu, di atas konsentrasi itu tidak terjadi peningkatan fotosintesis pada peningkatan konsentrasi karbondioksida. Ini tidak berarti karbondioksida tidak berpengaruh lagi, tetapi semua energi cahaya yang ada telah terpakai seluruhnya

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 1. Kesimpulan

1. Laju fotosintesis ( $P_{max}$ ) yang tinggi diikuti dengan peningkatan jumlah polong yang banyak dan bobot biji yang tinggi .
2. Perbedaan laju fotosintesis antara fenotip F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var.Argomulyo kedelai tidak dipengaruhi dengan kadar nitrogen dan khlorofil dalam daun.
3. Tanaman F3 kedelai hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo menunjukkan jumlah polong dan bobot biji yang lebih tinggi dari pada var. Wilis secara rata-rata yaitu fenotip BM 2.3, BM2.4, BM2.6 dan BM2.7.
4. Tanaman F3 hasil persilangan galur Brawijaya dengan Var.Argomulyo memiliki laju fotosintesis ( $P_{max}$ ) yang lebih tinggi dari pada Var. Wilis (kontrol) kecuali pada fenotip BM2.1 dan BM2.5

##### 2. Saran

Disarankan untuk lebih teliti dalam pengamatan dan penentuan sampel serta diupayakan untuk mengelola lingkungan yang lebih seragam agar sifat yang muncul disebabkan oleh faktor genetik.

## DAFTAR PUSTAKA

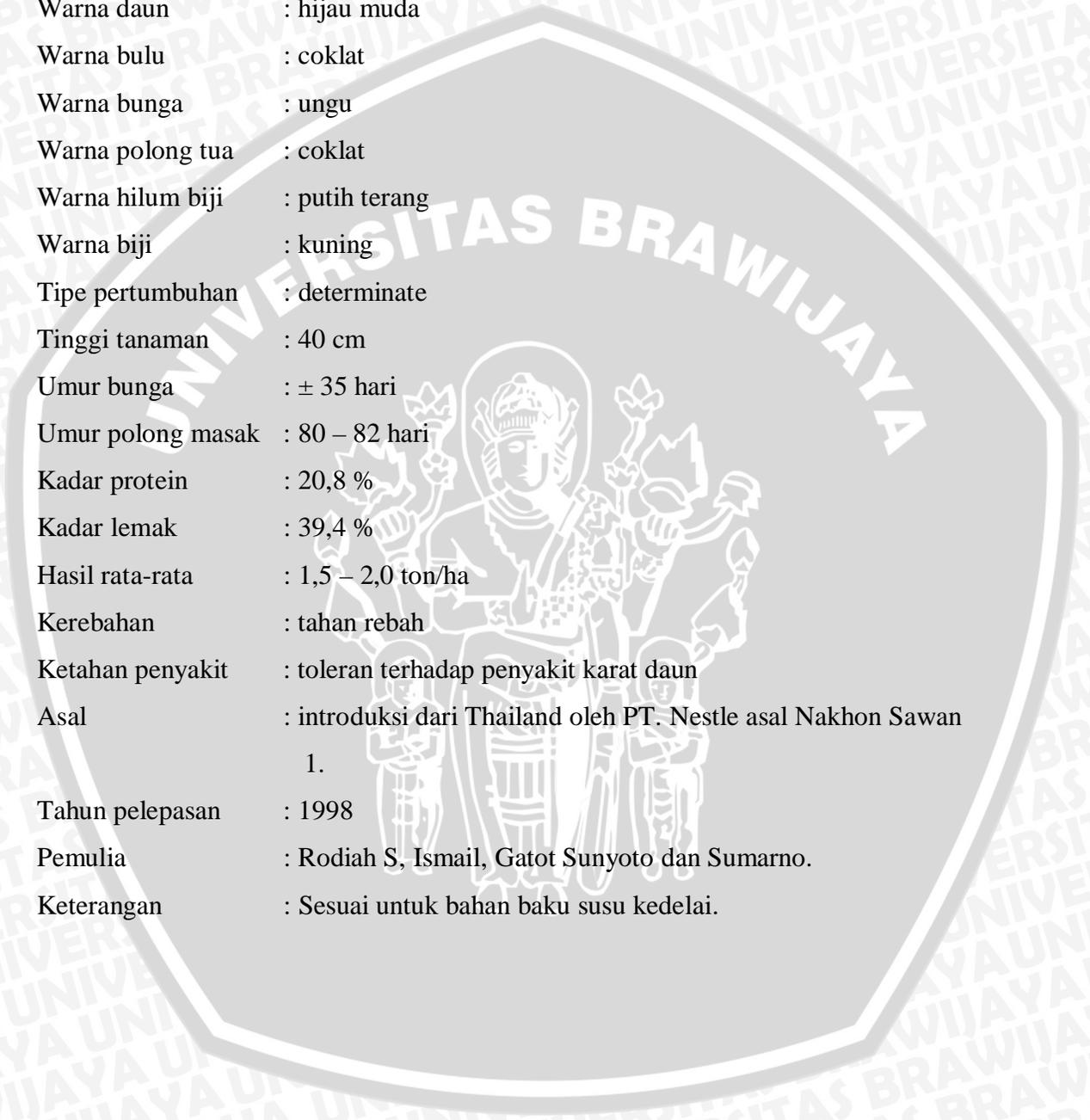
- Anonymous. 2004. Impor Kedelai Habiskan Devisa Rp 2 Triliun. Available at: <http://www.suaramerdeka.com/harian / 0407/31/eko06.htm>
- Anonymous <sup>a</sup>. 2008. Aspek Pemasaran Budidaya Kedelai. Available at: <http://www.anekaplanta.Wordpress.com/2008/01123/aspek-pemasaran-budiday-kedelai/>
- Anonymous <sup>b</sup>. 2008. Pemerintah Swasembada Kedelai 2011. Available at: <http://www.bi.go.id/sipuk/id/?id=4&no=10608&idrb=40601>
- Fitter A.H dan R.K.M. Hay. 1991. Fisiologi Lingkungan Tanaman. UGM press. Yogyakarta.p. 36-83.
- Arifin. 2008. Studi efisiensi konsumsi air pada tanaman kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) varietas Wilis. Agrivita .27 (1) : 57-61.
- Bos,I dan Caligari, P .1995. Selection Methods in Plant Breeding.Chapman and Hall. London
- Crowder, L.V. 1997. Genetika Tumbuhan. UGM Press. Yogyakarta. P. 27-59.
- Fitter A.H dan R.K.M. Hay. 1991. Fisiologi Lingkungan Tanaman. UGM press. Yogyakarta.p. 36-83.
- Gardner, Pearce dan Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. UI Press. Jakarta. pp. 428.
- Goldsworthy, P. R. And N. M. Fisher. 1996. Fisiologi tanaman budidaya tropik. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. p. 1-250.
- Harjadi, S. S. 1996. Pengantar agronomi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. pp. 195.
- Heddy, S. 1990. Biologi pertanian. Rajawali. Jakarta. p. 109-146.
- Hidayat, O.O. 1992. Morfologi tanaman kedelai. Badan penelitian dan pengembangan pertanian. Bogor. p. 73-84.
- Kartono. 2005. Persilangan buatan pada empat varietas kedelai. Buletin Teknik Pertanian. 10(2): 49-51.

- Lakitan, B. 1995. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. p.117-165.
- Loveless, A.R.1991. Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropik. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. p. 281-319.
- Poespodarsono, S. 1988. Dasar-Dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman. IPB. Bogor. pp.164.
- Riduwan. 2005. Dasar-Dasar Statistika. Alfabeta. Bandung. pp. 217-238.
- Rukmana, R. dan Y. Yuniarsih. 1996. Kedelai Budidaya dan Pasca Panen. Kanisius. Yogyakarta. pp. 92.
- Salisbury , B. dan Ros , W. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid Satu. ITB. Bandung. p.72-83.
- Sitompul, S.M. 1995. Fisiologi Tanaman Tropis. Universitas Mataram. Lombok. p. 16-51.
- Sitompul, S. M, B.Guritno. 1995. Analisa pertumbuhan tanaman. UGM Press. Yogyakarta. pp. 412.
- Smith, C.W. 1995. Crop production, evolution, history and technology. John Wiley and Son, Inc. New York. p. 373-379.
- Stansfield william, D. 1991. Genetika edisi kedua. Erlangga. Jakarta. P. 1-18
- Sugito, Y. 1999. Ekologi Tanaman. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. pp. 4-40
- Thornley, J.H.M. 1976. Mathematical Models in Plant Physiology. Academic Press. London.pp.43-67
- Welsh James, R. 1991. Dasar-dasar genetika dan pemuliaan tanaman. Erlangga. Jakarta. pp. 106-118.

## Lampiran 1. Deskripsi Kedelai Varietas Wilis

Tanggal pelepasan	: 21 Juli 1983
SK Mentan	: TP240/519/Kpts/7/1983
Nomor Induk	: B 3034
Asal	: seleksi keturunan persilangan Orba x No. 1582
Daya hasil	: 1,62 ton/ha biji kering
Warna hipokotil	: ungu
Warna batang	: hijau
Warna daun	: hijau
Warna bulu	: coklat tua
Warna bunga	: ungu
Warna kulit biji	: kuning
Warna polong masak	: coklat muda
Warna hilum	: coklat tua
Bentuk daun	: oval
Ukuran daun	: lebar
Tipe tumbuh	: determinate
Umur berbunga	: ± 36 hari
Umur panen	: ± 88 hari
Tinggi tanaman	: 40-50 cm
Bobot 1000 biji	: 100 g
Bentuk biji	: oval dan agak pipih
Kandungan protein	: 38 %
Kandungan lemak	: 18 %
Kerebahan	: tahan rebah
Ketahanan terhadap penyakit	: toleran terhadap karat daun dan virus
Sifat – sifat lain	: cocok untuk lahan sawah, tegalan dan sawah agak Masam

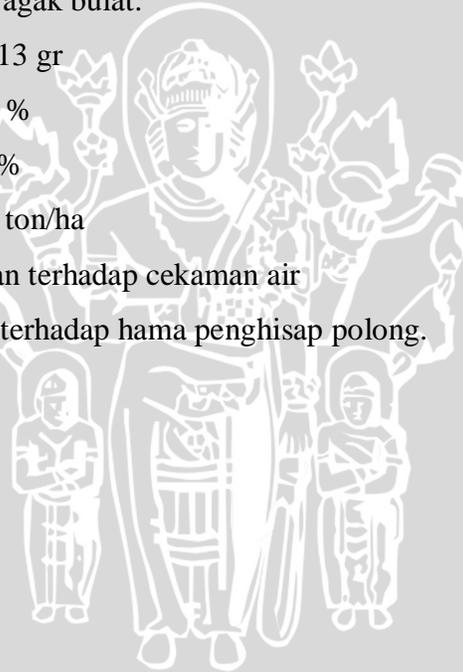
## Lampiran 2. Deskripsi Kedelai Varietas Argomulyo



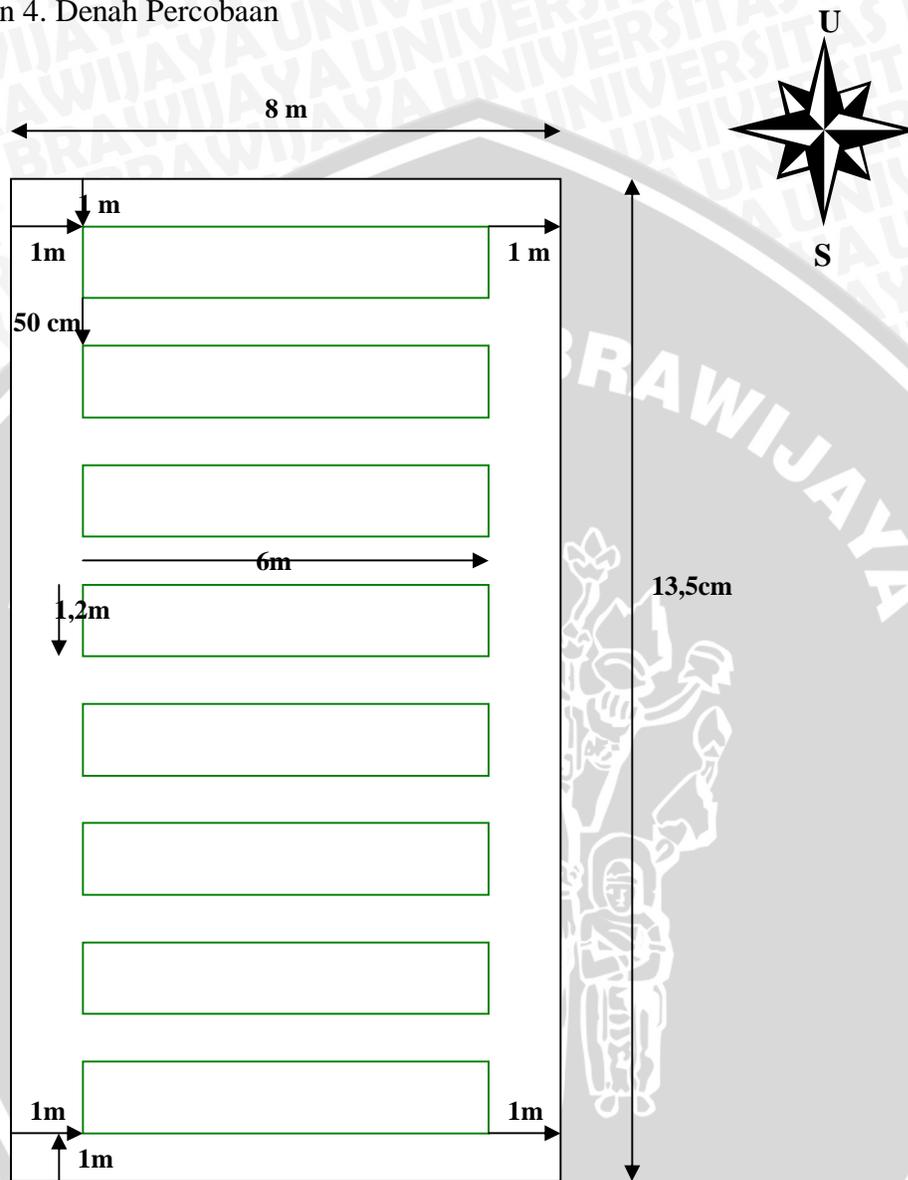
Warna hipokotil	: Ungu
Warna daun	: hijau muda
Warna bulu	: coklat
Warna bunga	: ungu
Warna polong tua	: coklat
Warna hilum biji	: putih terang
Warna biji	: kuning
Tipe pertumbuhan	: determinate
Tinggi tanaman	: 40 cm
Umur bunga	: ± 35 hari
Umur polong masak	: 80 – 82 hari
Kadar protein	: 20,8 %
Kadar lemak	: 39,4 %
Hasil rata-rata	: 1,5 – 2,0 ton/ha
Kerebahan	: tahan rebah
Ketahan penyakit	: toleran terhadap penyakit karat daun
Asal	: introduksi dari Thailand oleh PT. Nestle asal Nakhon Sawan 1.
Tahun pelepasan	: 1998
Pemulia	: Rodiah S, Ismail, Gatot Sunyoto dan Sumarno.
Keterangan	: Sesuai untuk bahan baku susu kedelai.

## Lampiran 3. Deskripsi Kedelai Galur Brawijaya

Warna hipokotil	: Ungu
Warna batang	: hijau
Warna daun	: hijau muda pekat
Warna bulu	: putih keperakan
Warna bunga	: putih
Umur bunga	: $\pm$ 30 hari
Umur panen	: $\pm$ 80 hari
Tinggi tanaman	: 35 – 50 cm
Bentuk biji	: oval, agak bulat.
Bobot 100 biji	: 10 – 13 gr
Kadar N biji	: $\pm$ 4,5 %
Kadar protein	: 20,8 %
Daya hasil	: $\pm$ 2,5 ton/ha
Ketahanan	: toleran terhadap cekaman air
Kelemahan	: peka terhadap hama penghisap polong.



Lampiran 4. Denah Percobaan



Lampiran 5. Perhitungan Kebutuhan Pupuk

Luas lahan efektif = 30,3 m x 12 m = 366,6 m<sup>2</sup>

Luas petak efektif = 3 m x 1.5 m = 4,5 m<sup>2</sup>

1. Kebutuhan pupuk urea 50 kg/ha

- Untuk dosis 100 % = 50 kg/ha

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan urea/petak} &= \frac{4,5m^2}{10.000m^2} \times 50 \text{ kg/ha} \\ &= 0,0225 \text{ kg/petak} = 22,5 \text{ g/petak} \end{aligned}$$

- Untuk dosis 50 % =  $\frac{50}{100} \times 50 = 25 \text{ kg/ha}$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan urea /petak} &= \frac{4,5m^2}{10.000m^2} \times 25 \text{ kg/ha} \\ &= 0,01125\text{kg/petak} = 11,25 \text{ g/petak} \end{aligned}$$

2. Kebutuhan pupuk SP 36 100 kg/ha

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan SP 36/petak} &= \frac{4,5 m^2}{10.000 m^2} \times 100 \text{ kg/ha} \\ &= 0,045\text{kg/petak} = 45 \text{ g/petak} \end{aligned}$$

3. Kebutuhan pupuk KCL 50 kg/ha

- Untuk dosis 100 % = 50 kg/ha

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan KCL/petak} &= \frac{4.5 m^2}{10.000 m^2} \times 50\text{kg/ha} \\ &= 0,0225\text{kg/petak} = 22,5 \text{ g/petak} \end{aligned}$$

Lampiran 6. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Umur 15, 30, 45 dan 60 hst, Jumlah Daun Umur 15, 30, 45, dan 60 hst, Bobot Kering Tanaman, Jumlah Polong, Jumlah Polong Isi, Bobot Biji dan Bobot Polong untuk Seluruh Populasi

**Tinggi tanaman umur 15 hst**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	74.66	10.67	7.92**	2.02	2.67
Galat	647	870.78	1.35			
Total	654	945.44				

**Tinggi tanaman umur 30 hst**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	2425.70	346.53	42.79**	2.02	2.67
Galat	640	5183.47	8.10			
Total	647	7609.18				

**Tinggi tanaman umur 45 hst**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	8336.98	1191.00	22.59**	2.02	2.67
Galat	626	33002.48	52.72			
Total	633	41339.46				

**Tinggi tanaman umur 60 hst**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	3078.47	439.78	5.15**	2.02	2.67
Galat	610	52040.89	85.31			
Total	617	55119.37				

**Jumlah daun umur 15 hst**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	13.30	1.90	8.19**	2.023716	2.67
Galat	647	150.21	0.23			
Total	654	163.51				

**Jumlah daun umur 30 hst**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	Fhit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	25.36	3.62	4.53**	2.02	2.67
Galat	639	511.40	0.80			
Total	646	536.76				

**Jumlah daun umur 45 hst**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	1236.60	176.66	14.24**	2,11	2,83
Galat	626	7763.84	12.40			
Total	633	9000.44				

**Jumlah daun umur 60 hst**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	1078.11	154.02	5.79**	2.02	2.67
Galat	611	16261.95	26.62			
Total	618	17340.06				

**Jumlah polong**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	72869.98	10410.00	11.36**	2.02	2.67
Galat	610	559052.50	916.48			
Total	617	631922.48				

**Jumlah polong isi**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	36599.98	5228.57	6.26**	2.02	2.67
Galat	610	509377.39	835.04			
Total	617	545977.37				

**Bobot biji**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	543.54	77.65	2.47*	2.02	2,83
Galat	610	19212.42	31.50			
Total	617	19755.96				

**Keterangan:**

- \*\* : Berbeda sangat nyata
- \* : Berbeda nyata
- tn : Tidak berbeda nyata



Lampiran7. Analisis Ragam Fotosintesis Maksimum (Pmax), Laju Transpirasi (Trmmol), Efisiensi Penggunaan Cahaya (Trmmol), Rasio Fotosintesis Maksimum dengan Transpirasi

**Fotosintesis maksimum (Pmax)**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	152.00	21.71	1.95 <sup>tn</sup>	3.50	6.18
Galat	8	88.94	11.11			
Total	15	240.93				

**Laju transpirasi (Trmmol)**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	89.21	12.74	14.00**	3.50	6.18
Galat	8	7.28	0.91			
Total	15	96.49				

**Efisiensi penggunaan cahaya (QE)**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	0.00031	0.000044	1.76 <sup>tn</sup>	3.50	6.18
Galat	8	0.00020	0.000026			
Total	15	0.00051				

**Rasio Fotosintesis maksimum (Pmax) dengan transpirasi (Trmmol)**

Sumber Keragaman	dB	JK	KT	F hit	F Table	
					5%	1%
Fenotip	7	6.63	0.95	10.94**	3.50	6.18
Galat	8	0.70	0.087			
Total	15	7.33				

**Keterangan:**

- \*\* : Berbeda sangat nyata
- \* : Berbeda nyata
- tn : Tidak berbeda nyata

Lampiran 8. Fotosintesis Maksimum (Pmax0, Laju Transpirasi (Trm mol), Efisiensi Penggunaan Cahaya (QE), Rasio Laju Fotosintesi dan Transpirasi (Trmmol), Nitrogen (N%), Klorofil dan Beberapa Rata-Rata Hasil Panen dari Var. Wilis dan Persilangan Galur Brawijaya dan Var. Argomulyo

Fenotip	Pmax	QE	Trm mol	Pmax/Trmmol	JPI	JB	BB	Bk	TT	Khlofil	N%
BM2.1 ul 1	27,80	0,044	7,39	3,76	64	143	16,52	34,13	79.90	1,39	4,08
BM2.1 ul 2	26,60	0,039	6,61	4,02	83	182	17,80	35,80	80.4	1,41	4,07
BM2.2 ul 1	33,00	0,053	15,59	2,12	85	189	18,07	30,54	83	1,24	3,30
BM2.2 ul 2	27,00	0,043	12,81	2,11	85	180	17,63	38,25	81.7	2,10	2,53
BM2.3 ul 1	31,00	0,040	10,44	2,97	100	221	20,00	44,84	85.4	1,44	3,59
BM2.3 ul 2	36,30	0,044	11,01	3,30	111	234	19,36	39,72	78.1	1,18	3,42
BM2.4 ul 1	33,70	0,057	7,60	4,43	103	183	22,15	43,53	82.7	1,59	3,23
BM2.4 ul 2	26,50	0,048	5,88	4,51	75	134	20,46	40,25	72.3	1,43	3,54
BM2.5 ul 1	22,60	0,043	6,73	3,36	65	137	13,30	29,70	75.5	1,20	3,79
BM2.5 ul 2	25,60	0,056	6,88	3,72	67	112	14,36	39,08	69.8	1,45	3,47
BM2.6 ul 1	36,60	0,048	9,80	3,74	136	285	22,63	48,59	81	1,31	2,99
BM2.6 ul 2	32,00	0,048	8,47	3,78	111	202	20,23	46,09	68.6	1,52	3,19
BM2.7 ul 1	31,00	0,047	8,22	3,77	104	198	18,46	39,12	75	1,13	3,73
BM2.7 ul 2	31,30	0,050	6,77	4,62	91	180	15,12	31,97	71.2	1,35	3,39
Wilis ul 1	26,80	0,056	11,45	2,34	85	174	18,47	35,76	82.8	1,95	3,53
Wilis ul 2	32,30	0,052	11,17	2,89	86	193	18,85	37,12	82.8	1,30	4,33

**Rata-rata**

BM2.1	27,20	0,042	7,00 a	3,90 de	73,5 ab	162,50 ab	17,16 b	34,97	80,15	1,40	4,08
BM2.2	30,00	0,048	14,20 c	2,11 a	85,00 abc	184,50 abc	17,85 b	34,40	82,35	1,67	2,92
BM2.3	33,65	0,042	10,72 b	3,13 bc	105,50 cd	227,50 c	19,68 bc	42,28	81,75	1,31	3,51
BM2.4	30,10	0,052	8,98 ab	3,34 cd	89,00 abc	158,50 ab	21,31 c	41,89	77,50	1,51	3,39
BM2.5	24,10	0,050	6,83 a	3,52 cde	66,00 a	124,50 a	13,83 a	34,39	72,65	1,33	3,63
BM2.6	34,30	0,048	9,13 ab	3,76 cde	123,50 d	243,50 c	21,43 c	47,34	74,8	1,42	3,09
BM2.7	31,15	0,048	7,50 a	4,20 e	97,50 bcd	189,00 bc	16,79 b	35,55	73,10	1,24	3,56
Var. Wilis	29,55	0,054	11,31 b	2,62 ab	85,50 abc	183,50 abc	18,66 bc	36,44	82,80	1,62	3,93
BND5%	tn	tn						tn	tn	tn	tn

**Keterangan:**

- Pmax : Fotosintesis maksimum ( $\mu \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )
- QE : Efisiensi penggunaan cahaya ( $\text{Kg CO}_2/\text{ha/jam}/(\text{J.m}^{-2}.\text{s}^{-1})$ )
- Trm mol : Laju Transpirasi ( $\text{m mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )
- Pmax/Trans : Rasio fotosintesis dengan laju taranspirasi ( $\mu\text{mol CO}_2/ \text{m mol H}_2\text{O}$ )
- JPI : Jumlah polong isi
- JB : Jumlah benih
- BB : Bobot benih (g)
- BKtotal : Bobot kering total (g)
- TT 60 hst : Tinggi tanaman 60 hst (cm)
- Khlorofil total : Kandungan khlorofil total daun (mg/g berat kering)
- Nitrogen : Kandungan Nitrogen daun (N%)

Lampiran 9. Hasil Regresi Hubungan antara Fotosintesis Maksimum (Pmax) dengan Jumlah Polong Total, Jumlah Polong Isi, Jumlah Biji, dan Berat Biji (g)

**Hubungan fotosintesis maksimum(Pmax) dengan jumlah polong total**

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.813444073
R Square	0.66169126
Adjusted R Square	0.637526349
Standard Error	11.95802429
Observations	16

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	3915.516673	3915.5	27.382	0.00012676
Residual	14	2001.920827	142.99		
Total	15	5917.4375			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-24.65296106	23.3092267	-1.058	0.3081	-74.64628	25.340358	-74.64628	25.3403579
X Variable 1	4.031342172	0.770396949	5.2328	0.0001	2.37900506	5.6836793	2.37900506	5.68367929

**Hubungan fotosintesis maksimum(Pmax) dengan jumlah polong isi**

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.837905719
R Square	0.702085994
Adjusted R Square	0.680806422
Standard Error	10.96631982
Observations	16

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	3967.795115	3967.8	32.993	5.0775E-05
Residual	14	1683.642385	120.26		
Total	15	5651.4375			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-31.0828251	21.3761428	-1.454	0.168	76.9300915	14.764441	-76.930091	14.7644413
X Variable 1	4.058165386	0.706506286	5.744	5E-05	2.54286011	5.5734707	2.54286011	5.57347066

### Hubungan fotosintesis maksimum(Pmax) dengan jumlah biji

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.823045117
R Square	0.677403264
Adjusted R Square	0.65436064
Standard Error	24.66725786
Observations	16

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	17887.80696	17888	29.398	8.998E-05
Residual	14	8518.630543	608.47		
Total	15	26406.4375			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-74.36300835	48.08275111	-1.547	0.1443	177.490253	28.764236	-177.49025	28.7642358
X Variable 1	8.616555163	1.589190633	5.422	9E-05	5.20808026	12.02503	5.20808026	12.0250301

### Hubungan fotosintesis maksimum(Pmax) dengan berat biji (g)

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.676866488
R Square	0.458148242
Adjusted R Square	0.419444545
Standard Error	3.053662969
Observations	16

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	110.3813696	110.38	11.837	0.00397878
Residual	14	130.5480054	9.3249		
Total	15	240.929375			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	10.82258348	5.627789232	1.9231	0.0751	-1.24782391	22.892991	-1.2478239	22.8929909
X Variable 1	1.046108395	0.304053426	3.4405	0.004	0.39397866	1.6982381	0.39397866	1.69823813

Lampiran 10. Hasil Regresi Hubungan antara Tinggi Tanaman dengan Jumlah Polong Isi, Jumlah Biji, dan Berat Biji (g)

Hubungan tinggi tanaman (cm) dengan jumlah polong isi

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.135588
R Square	0.018384
Adjusted R Square	-0.05173
Standard Error	19.9061
Observations	16

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>Significance</i>	
				<i>F</i>	<i>F</i>
Regression	1	103.8959	103.8959	0.262196	0.616597
Residual	14	5547.542	396.253		
Total	15	5651.438			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	52.24695	75.23655	0.694436	0.498772	-109.119	213.6133	-109.119	213.6133
X Variable 1	0.49196	0.960765	0.512051	0.616597	-1.56868	2.552596	-1.56868	2.552596

Hubungan tinggi tanaman (cm) dengan bobot biji (g)

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.357691
R Square	0.127943
Adjusted R Square	0.065653
Standard Error	2.506569
Observations	16

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>Significance</i>	
				<i>F</i>	<i>F</i>
Regression	1	12.90504	12.90504	2.053999	0.17376
Residual	14	87.9604	6.282886		
Total	15	100.8654			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	4.790283	9.473756	0.505637	0.620979	-15.5289	25.10947	-15.5289	25.10947
X Variable 1	0.173385	0.120979	1.433178	0.17376	-0.08609	0.432859	-0.08609	0.432859

### Hubungan tinggi tanaman (cm) dengan jumlah biji

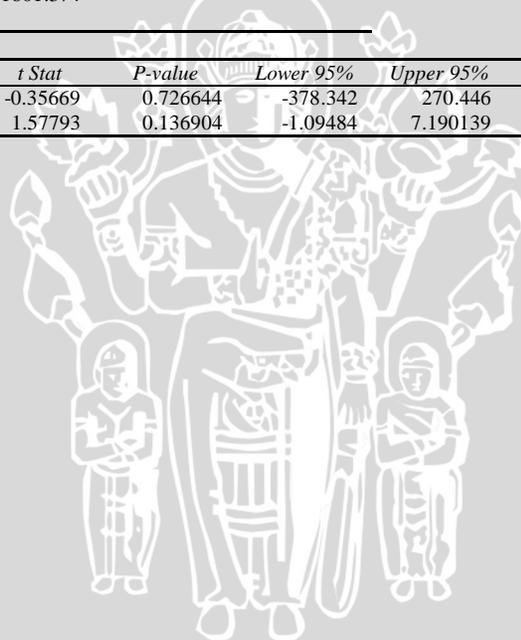
*Regression Statistics*

Multiple R	0.388579
R Square	0.150994
Adjusted R Square	0.09035
Standard Error	40.01717
Observations	16

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance
					F
Regression	1	3987.202	3987.202	2.489863	0.136904
Residual	14	22419.24	1601.374		
Total	15	26406.44			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-53.9482	151.2478	-0.35669	0.726644	-378.342	270.446	-378.342	270.446
X Variable 1	3.04765	1.931423	1.57793	0.136904	-1.09484	7.190139	-1.09484	7.190139



Lampiran 11. Hasil Regresi Hubungan antara Jumlah Daun (60 hst) dengan Jumlah Polong Total, Jumlah Polong Isi, Jumlah Biji, dan Berat Biji (g)

Hubungan antara jumlah daun dengan jumlah polong isi

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.308844
R Square	0.095385
Adjusted R Square	0.030769
Standard Error	19.10942
Observations	16

<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	539.0608071	539.0608	1.476192	0.244466
Residual	14	5112.376693	365.1698		
Total	15	5651.4375			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	137.1458	38.53501044	3.558993	0.003144	54.49645	219.7952	54.4964496	219.795204
X Variable 1	-1.64819	1.356549144	-1.21499	0.244466	-4.5577	1.26132	-4.5576975	1.26131956

Hubungan antara jumlah daun dengan bobot biji (g)

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.363767
R Square	0.132327
Adjusted R Square	0.07035
Standard Error	2.500261
Observations	16

<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	13.34718435	13.34718	2.135104	0.16604
Residual	14	87.5182594	6.251304		
Total	15	100.8654438			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	25.6485	5.041890318	5.08708	0.000166	14.83472	36.46228	14.8347184	36.4622768
X Variable 1	-0.25935	0.177489818	-1.4612	0.16604	-0.64003	0.12133	-0.6400258	0.12132977

## Hubungan antara jumlah daun dengan jumlah biji

### Regression Statistics

Multiple R	0.368074
R Square	0.135479
Adjusted R Square	0.073727
Standard Error	40.38116
Observations	16

### ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	3577.507106	3577.507	2.193931	0.160709
Residual	14	22828.93039	1630.638		
Total	15	26406.4375			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	303.8712	81.43045095	3.731665	0.002233	129.2202	478.5221	129.220234	478.522128
X Variable 1	-4.24598	2.866598641	-1.48119	0.160709	-10.3942	1.902258	-10.394227	1.90225833



Lampiran 12. Data Hasil Pengamatan Alat Fotosintesis (LI-6400 Portable Photosynthesis System) Var. Wilis dan Tanaman F3  
 Hasil Persilangan Galur Brawijaya dengan Var. Argomulyo

Wilis  
 ulangan 1

Obs	HHMMS	FTime	PARi	Photo	Cond	Ci	Trmm	VpdL	Area	StmRa	BLCon	Tair	Tleaf	TBlk	CO2R	CO2S	H2OR	H2OS	RH_R	RH_S	Flow
1	10:47:14	149	1499	23.8	1.21	314	11.2	1.26	6	1	2.5	39.01	34.83	39.57	399	365.6	31.74	44.57	43.88	61.61	500.7
2	10:48:49	244	999	21.7	1.1	318	10.2	1.24	6	1	2.5	39.13	34.64	39.72	399.4	368.8	32.51	44.24	44.64	60.75	500.7
3	10:50:20	335	500	16.1	1.09	338	9.65	1.17	6	1	2.5	39.28	34.48	39.9	401.1	377.4	33.34	44.4	45.41	60.48	500.5
4	10:51:56	431	301	9.6	0.852	352	8.6	1.25	6	1	2.5	39.35	34.45	39.99	398.1	382.7	33.68	43.53	45.71	59.08	500.6
5	10:53:33	527	200	6.58	0.734	360	7.99	1.3	6	1	2.5	39.28	34.5	39.94	397.3	385.8	34.03	43.18	46.35	58.82	500.7
6	10:55:23	638	100	3.93	0.812	375	7.74	1.17	6	1	2.5	39.07	34.07	39.74	400.8	392.4	34.31	43.19	47.27	59.49	500.7
7	10:57:05	740	51	1.71	0.674	381	6.94	1.21	6	1	2.5	38.88	33.93	39.58	399.4	394.1	34.36	42.33	47.82	58.91	500.7
8	10:58:38	832	20	-0.06	0.66	389	6.63	1.18	6	1	2.5	38.75	33.77	39.45	399.8	396.7	34.58	42.2	48.47	59.14	500.7
9	11:00:30	945	1	-1.85	0.585	395	6.58	1.28	6	1	2.5	38.65	34.11	39.32	398.4	397.5	34.59	42.14	48.74	59.38	500.7

Wilis  
 ulangan 2

Obs	HHMMS	FTime	PARi	Photo	Cond	Ci	Trmm	VpdL	Area	StmRa	BLCon	Tair	Tleaf	TBlk	CO2R	CO2S	H2OR	H2OS	RH_R	RH_S	Flow
1	11:20:59	126.5	1499	28	1.63	313	10.8	1	6	1	2.5	37.84	34.35	38.3	399.9	361.6	33.45	45.76	49.21	67.33	500.8
2	11:22:38	225.5	1000	24.3	1.56	323	10.4	1	6	1	2.5	38.03	34.22	38.5	400.3	366.7	33.49	45.39	48.76	66.1	500.8
3	11:24:19	326.5	500	16.7	1.31	340	9.32	1	6	1	2.5	38.16	33.85	38.65	399.4	375.2	33.56	44.24	48.54	63.99	500.7
4	11:26:07	434.5	301	9.6	1.14	360	8.67	1.03	6	1	2.5	38.28	33.72	38.81	400.2	384.7	33.69	43.62	48.4	62.67	500.8
5	11:27:40	526.5	200	9.04	1.2	364	8.89	1.01	6	1	2.5	38.37	33.8	38.92	401.8	386.8	33.78	43.97	48.3	62.86	500.7
6	11:29:10	617.5	100	4.53	1.16	377	8.68	1.01	6	1	2.5	38.4	33.72	38.98	401.2	391.7	33.83	43.77	48.28	62.47	500.7
7	11:30:46	713.5	51	0.107	0.984	387	7.81	1.02	6	1	2.5	38.3	33.44	38.89	397.4	393.6	33.85	42.8	48.58	61.44	500.8
8	11:32:26	813.5	19	0.248	1	388	7.77	1	6	1	2.5	38.14	33.38	38.76	398.9	394.9	33.9	42.81	49.06	61.96	500.7
9	11:34:05	912.5	1	-1.29	1.04	394	8.04	1.01	6	1	2.5	38.12	33.46	38.69	400.6	398.3	33.77	42.99	48.93	62.29	500.7

BM2.1  
 ulangan 1

Obs	HHMMS	FTime	PARi	Photo	Cond	Ci	Trmm	VpdL	Area	StmRa	BLCon	Tair	Tleaf	TBlk	CO2R	CO2S	H2OR	H2OS	RH_R	RH_S	Flow
1	14:19:53	121	1499	26.5	0.837	293	7.68	1.13	6	1	2.5	35.59	33.55	35.91	399.7	364.6	33.32	42.14	55.31	69.94	500.8
2	14:21:30	218	1001	23.8	0.77	301	6.89	1.08	6	1	2.5	35.55	33.02	35.91	400.5	369	33.15	41.07	55.14	68.29	500.8
3	14:23:07	315	500	16.5	0.668	322	6.06	1.06	6	1	2.5	35.43	32.61	35.82	399	376.5	33.07	40.04	55.37	67.04	500.7
4	14:24:50	417	299	13	0.639	336	5.71	1.04	6	1	2.5	35.31	32.32	35.72	400.3	382.1	32.91	39.49	55.49	66.57	500.8
5	14:26:22	510	199	9.93	0.633	347	5.57	1.02	6	1	2.5	35.18	32.14	35.6	398.2	383.8	32.75	39.16	55.61	66.5	500.7

6	14:27:55	603	101	4.97	0.612	366	5.37	1.01	6	1	2.5	35.05	31.98	35.48	396.8	388.4	32.63	38.81	55.81	66.38	500.8
7	14:29:25	693	50	2.87	0.608	378	5.14	0.974	6	1	2.5	34.92	31.71	35.36	399.3	393.4	32.53	38.45	56.03	66.22	500.7
8	14:31:13	801	19	2.77	0.559	378	4.95	1	6	1	2.5	34.84	31.7	35.28	399.1	393.5	32.41	38.12	56.04	65.92	500.7
9	14:32:58	906	1	0.568	0.547	388	4.97	1.03	6	1	2.5	34.8	31.77	35.22	400.1	397	32.35	38.08	56.07	66	500.9

BM2.1

ulangan 2

Obs	HHMMS	FTime	PARi	Photo	Cond	Ci	Trmm	VpdL	Area	StmRa	BLCon	Tair	Tleaf	TBlk	CO2R	CO2S	H2OR	H2OS	RH_R	RH_S	Flow
1	14:58:43	126	1501	26.3	0.61	276	6.59	1.24	6	1	2.5	34.19	32.87	34.5	400.6	366.3	31.36	38.95	56.24	69.86	500.8
2	15:00:15	217	1001	23.8	0.569	283	6.14	1.23	6	1	2.5	34.09	32.63	34.42	400.4	369.2	31.35	38.43	56.54	69.3	500.8
3	15:01:45	307	501	16.1	0.442	303	5.04	1.24	6	1	2.5	33.92	32.21	34.28	399.2	377.6	31.27	37.08	56.92	67.49	500.8
4	15:03:15	398	300	12.3	0.413	321	4.68	1.22	6	1	2.5	33.7	31.97	34.07	399.1	382.2	31.19	36.59	57.48	67.44	500.8
5	15:04:57	499	199	9.61	0.363	331	4.18	1.23	6	1	2.5	33.43	31.72	33.81	399.4	385.9	31.05	35.89	58.1	67.14	500.7
6	15:06:42	605	100	5.77	0.32	352	3.7	1.21	6	1	2.5	33.05	31.4	33.43	400.6	391.9	30.87	35.15	59	67.18	500.4
7	15:08:13	695	50	2.88	0.283	368	3.28	1.2	6	1	2.5	32.74	31.11	33.11	398.8	393.8	30.7	34.49	59.71	67.09	500.7
8	15:09:47	790	20	2.78	0.245	368	2.95	1.23	6	1	2.5	32.48	31.01	32.86	400.2	395.5	30.51	33.93	60.22	66.96	500.5

BM2.2

ulangan 1

Obs	HHMMS	FTime	PARi	Photo	Cond	Ci	Trmm	VpdL	Area	StmRa	BLCon	Tair	Tleaf	TBlk	CO2R	CO2S	H2OR	H2OS	RH_R	RH_S	Flow
1	10:08:25	160.5	1500	27.4	1.29	303	14.8	1.6	6	1	2.5	41.46	36	42.03	399.9	360.6	27.95	44.9	33.92	54.48	500.8
2	10:09:58	253.5	1000	22.4	1.35	317	14.1	1.49	6	1	2.5	41.63	35.5	42.21	397.8	364.8	28.26	44.43	33.97	53.43	500.8
3	10:11:59	373.5	499	17.2	1.17	333	13.3	1.53	6	1	2.5	41.8	35.47	42.43	401.6	375.1	28.63	43.85	34.11	52.24	500.8
4	10:13:44	478.5	299	10.7	1.12	350	12.8	1.53	6	1	2.5	41.92	35.39	42.58	399.3	380.6	29	43.67	34.34	51.72	500.7
5	10:15:32	587.5	199	6.93	1.14	364	12.5	1.48	6	1	2.5	42	35.22	42.69	401.1	387	29.29	43.65	34.53	51.46	500.7
6	10:17:33	708.5	100	2.74	1.04	377	11.7	1.47	6	1	2.5	41.83	34.97	42.57	401.1	392.3	29.42	42.87	35.01	51.01	500.8
7	10:19:11	806.5	50	0.558	0.899	381	10.7	1.5	6	1	2.5	41.53	34.7	42.32	397.6	391.9	29.43	41.74	35.57	50.45	500.8
8	10:20:53	908.5	19	-0.9	0.767	388	10.1	1.6	6	1	2.5	41.17	34.84	41.99	399.9	396.2	29.52	41.17	36.36	50.71	500.8
9	10:22:33	1009	1	-2.55	0.693	395	9.85	1.68	6	1	2.5	41.02	35.01	41.79	401	399.3	29.55	40.88	36.69	50.75	500.8

BM2.2

ulangan 2

Obs	HHMMS	FTime	PARi	Photo	Cond	Ci	Trmm	VpdL	Area	StmRa	BLCon	Tair	Tleaf	TBlk	CO2R	CO2S	H2OR	H2OS	RH_R	RH_S	Flow
1	9:34:37	134	1500	23.1	1.47	321	12.7	1.28	6	1	2.5	36.72	32.7	36.95	398.8	365.6	23.22	37.91	36.37	59.37	500.7
2	9:36:18	235	1001	20.4	1.42	328	12.2	1.25	6	1	2.5	37.1	32.44	37.39	398.7	368.9	23.38	37.47	35.86	57.45	500.8
3	9:37:55	332	500	15.5	1.42	344	11.3	1.16	6	1	2.5	37.41	31.79	37.78	400.8	377	23.59	36.62	35.58	55.24	500.7
4	9:39:36	433	301	10.6	1.35	360	10.6	1.13	6	1	2.5	37.64	31.51	38.08	403.2	385.6	23.84	36.14	35.5	53.81	500.7
5	9:41:27	544	200	6.4	1.34	372	10.5	1.13	6	1	2.5	37.96	31.55	38.43	402.5	389.9	24.1	36.27	35.27	53.09	500.9
6	9:43:04	641	99	2.65	1.16	378	10.5	1.24	6	1	2.5	38.29	32.04	38.78	399.3	391.2	24.31	36.48	34.96	52.45	500.7
7	9:44:36	733	49	1.06	1.02	384	10.2	1.31	6	1	2.5	38.54	32.23	39.06	401.2	395.1	24.56	36.33	34.84	51.53	500.7