

# KERAGAAN AGRONOMIS GALUR F6 KEDELAI TOLERAN NAUNGAN

Titik Sundari dan Sri Wahyuningsih

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi  
Jl. Raya Kendalpayak km 8 Kotak Pos 66 Malang 65101  
e-mail: titik\_iletri@yahoo.co.id

## ABSTRAK

Keragaan agronomis galur F6 kedelai (*Glycine max* L. Merr.) toleran naungan dikaji di Kebun Percobaan Kendalpayak, Malang pada MK I, 2014 menggunakan 300 galur F6 dari 11 kombinasi persilangan dan tujuh genotipe pembanding (IAC100/Tanggamus, IAC100/Burangrang// Kaba, Grobogan, Panderman, MLG 0706, Malabar/IAC100, IAC 100). Penelitian dilaksanakan di bawah naungan buatan, dengan tingkat naungan  $\pm 50\%$ . Setiap kombinasi persilangan ditanam bersama-sama dengan kedua tetuanya dalam satu blok. Setiap galur ditanam dalam plot yang berbentuk baris tunggal sepanjang 3 m. Jarak tanam adalah 40 cm x 15 cm, dua tanaman per rumpun. Pemupukan dilakukan pada saat tanam dengan Urea 50 kg, SP36 100 kg dan KCl 75 kg/ha. Pengamatan dilakukan terhadap karakter warna hipokotil, warna bunga, umur berbunga dan masak, tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku, jumlah polong isi, bobot biji, dan bobot 100 biji. Pengukuran tingkat naungan dilakukan setiap hari dengan membandingkan antara intensitas di bawah naungan dengan di luar naungan. Pengamatan intensitas cahaya dilakukan setiap hari pada pukul 12.00–13.00 WIB, menggunakan Lux meter, demikian juga suhu di bawah naungan. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 87 galur F6 kedelai yang mempunyai keragaan baik di bawah naungan buatan  $\pm 50\%$ , dengan kriteria hasil  $>10$  g/tanaman, umur genjah (77 HST) sampai dalam (87 HST), dan ukuran biji sedang hingga besar. Galur-galur tersebut terindikasi toleran naungan.

Kata kunci: kedelai, *Glycine max*, naungan, karakter agronomis

## ABSTRACT

**The agronomical performance of F6 shade-tolerant soybean (*Glycine max* L. Merr.) lines.** Agronomical performance of F6 shade-tolerant soybean lines were tested at the Kendalpayak Research Station, Malang during dry season, using 300 of F6 lines of 11 cross combinations and seven check soybean genotypes (IAC100/Tanggamus, IAC100/Burangrang// Kaba, Grobogan, Panderman, MLG 0706, Malabar/IAC100, IAC 100). The experiment was conducted under artificial shade, where the shade level was  $\pm 50\%$ . Every cross combination was planted together with its two parents in one block. Each line was grown in a plot that formed in a single row with 3 m length. Plant spacing was 40 cm x 15 cm, with two plants per hill. Fertilization was done at the planting with 50 kg Urea, SP36 and KCl 100 kg 75 kg/ha. Observations were made on the characters of hypocotyl color, flower color, flowering and maturity ages, plant height, number of branches, number of nodes, number of filled pods, grain weight, and weight of 100 grains. Shade level measurement was done every day by comparing the intensity in the shade with the outside shade. Observation of light intensity was done every day at 12:00 to 13:00 pm, by using Lux meter, as well as the temperature in the shade. The results showed that there were 87 F6 soybean lines that had good performance under the  $\pm 50\%$  artificial shade, with the seed yield of  $>10$  g plant, early maturity (77 DAP) to late maturity (87 DAP), and medium to large grain sizes. Those lines were indicated as shade tolerance.

Keywords: *Glycine max*, shade, agronomical characters

## PENDAHULUAN

Pada tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr.), kondisi lingkungan yang berlaku selama periode reproduksi, khususnya intensitas dan kualitas cahaya matahari, merupakan faktor penting yang menentukan hasil dan komponen hasil. Perubahan lingkungan tersebut menyebabkan tanaman mengubah sifat fisiologi, morfologi dan perkembangannya (Guo *et al.* 2007). Menurut Xiong *et al.* (2006) dan Gao *et al.* (2008), perubahan sifat morfologi, fisiologi, dan biokimia merupakan upaya tanaman untuk bertahan terhadap stres.

Pengurangan cahaya yang terjadi pada tumpangsari jagung-kedelai berkisar antara 30–50% cahaya penuh (Polthanee dan Treloges 2003). Hal ini dapat menjadi faktor utama munculnya berbagai respon tanaman, baik yang bersifat aditif, sinergis maupun antagonis (Zhang *et al.* 2011). Menurut hasil penelitian Hayder *et al.* (2003) dan Polthanee *et al.* (2011), intensitas cahaya rendah (30% dari cahaya normal) menyebabkan penurunan hasil biji kedelai secara nyata. Penurunan hasil terutama disebabkan oleh adanya naungan yang menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu (Panhwar *et al.* 2004), berkurangnya produksi bahan kering (Kakiuchi dan Kobata 2004), jumlah polong per tanaman (Kakiuchi dan Kobata 2006, Polthanee *et al.* 2011), dan bobot 1000 biji (Hayder *et al.* 2003). Menurut Liu *et al.* (2010), perubahan lingkungan menyebabkan perubahan ukuran biji.

Pengembangan kedelai di bawah naungan dapat memberikan hasil yang maksimal apabila menggunakan genotipe yang adaptif di lingkungan naungan. Oleh karena itu, pemilihan genotipe yang adaptif berperan penting dalam pengembangan kedelai di bawah naungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaan agronomis galur F6 kedelai di bawah naungan dan memilih galur yang sesuai untuk lingkungan ternaungi.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 300 galur F6 kedelai dari sebelas kombinasi persilangan dan tujuh genotipe pembanding (IAC100/Tanggamus, IAC100/Burangrang/Kaba, Grobogan, Panderman, MLG 0706, Malabar/IAC100, IAC 100). Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Kendalpayak Malang pada MK I tahun 2014. Penelitian dilaksanakan bawah naungan buatan, dengan tingkat naungan  $\pm 50\%$ . Naungan berasal dari dua lapis paranet hitam yang dipasang pada ketinggian 2 m di atas permukaan tanah. Perlakuan naungan diberlakukan mulai saat tanam hingga panen.

Setiap kombinasi persilangan ditanam bersama-sama dengan kedua tetuanya dalam satu blok. Setiap galur ditanam dalam plot yang berbentuk baris tunggal sepanjang 3 m. Jarak tanam yang digunakan adalah 40 cm x 15 cm, dengan dua tanaman per rumpun. Pemupukan dilakukan pada saat tanam dengan dosis pupuk Urea 50 kg, SP36 100 kg dan KCl 75 kg/ha. Tanaman diusahakan bebas gulma, hama dan penyakit.

Umur berbunga dan umur masak diamati pada plot pertanaman, sedangkan tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku, jumlah polong isi, bobot biji, dan ukuran biji diapati pada 5 tanaman contoh pada saat panen. Metode pemilihan genotipe atau seleksi yang digunakan adalah seleksi silsilah.

Pengukuran tingkat naungan dilakukan setiap hari dengan membandingkan antara intensitas di bawah naungan dengan di luar naungan. Pengamatan intensitas cahaya dilaku-

kan dengan menggunakan Lux meter, setiap hari pada periode antara jam 12.00 hingga jam 13.00 WIB bersama-sama dengan pengamatan suhu.

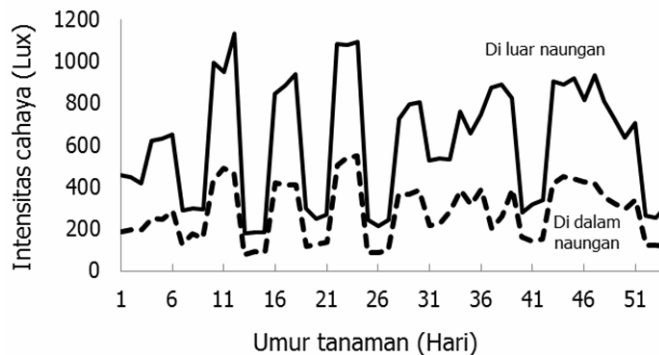
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Naungan mengakibatkan terjadinya perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh kanopi daun kedelai, maupun suhu. Berdasarkan pengukuran intensitas cahaya yang diterima kanopi tanaman kedelai selama pelaksanaan penelitian, diketahui bahwa terjadi fluktuasi penerimaan intensitas cahaya yang berdampak pada terjadinya fluktuasi tingkat ponaungan selama penelitian berlangsung, demikian juga dengan suhu di bawah naungan (Tabel 1).

Tabel 1. Tingkat penerimaan intensitas cahaya, naungan, suhu, dan kelembaban udara di bawah naungan, KP Kendalpayak, 2014.

| Keterangan     | Kisaran | Minimum | Maksimum | Rata-rata |
|----------------|---------|---------|----------|-----------|
| Naungan (%)    | 41–77   | 41      | 77       | 54        |
| Intensitas (%) | 23–59   | 23      | 59       | 46        |
| Suhu (°C)      | 30–36   | 30      | 36       | 33        |

Intensitas cahaya yang diterima kanopi tanaman kedelai di bawah naungan berkisar antara 23 hingga 59% dengan rata-rata 46%, dengan tingkat naungan berkisar antara 41 hingga 77%, rata-rata 54%. Suhu di bawah naungan berkisar antara 30 hingga 36 °C, dengan rata-rata 33 °C (Tabel 1). Intensitas cahaya yang diterima tanaman kedelai pada penelitian ini setara dengan intensitas cahaya yang diterima tanaman kedelai dalam sistem tumpangsari jagung-kedelai sebesar 30% hingga 50% cahaya penuh (Polthanee dan Treloges 2003). Fluktuasi intensitas cahaya di dalam dan di luar naungan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Intensitas cahaya di dalam dan di luar naungan, KP Kendalpayak, 2014.

Keragaan karakter agronomis dari genotipe pembanding disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa umur berbunga genotipe pembanding berkisar antara 30 hari setelah tanam (HST) hingga 37 HST, umur masak antara 77 HST hingga 89 HST, tinggi tanaman antara 37,00 cm hingga 86,33 cm, jumlah cabang dan jumlah buku masing-masing antara 2 cabang/tanaman hingga 3 cabang/tanaman dan 10 buku/tanaman

hingga 17 buku/tanaman, bobot biji antara 9,51 g/tanaman hingga 14,14 g/tanaman, dan ukuran biji bervariasi antara kecil (9,55 g/100 biji) hingga besar (>14 g/100 biji).

Tabel 2. Karakter agronomis galur/varietas pembanding, KP Kendalpayak, 2014.

| Genotipe pembanding    | UB | UM | TT    | JC | JB | JP | BB    | 100BJ |
|------------------------|----|----|-------|----|----|----|-------|-------|
| IAC100/Tanggamus       | 37 | 84 | 40,67 | 3  | 17 | 42 | 9,59  | 9,55  |
| IAC100/Burangrang/Kaba | 30 | 84 | 46,67 | 3  | 14 | 28 | 12,30 | 14,73 |
| Grobogan               | 30 | 77 | 72,44 | 2  | 14 | 33 | 9,52  | 14,37 |
| Panderman              | 30 | 89 | 86,33 | 2  | 13 | 38 | 11,19 | 15,41 |
| MLG 0706               | 31 | 85 | 37,00 | 3  | 14 | 24 | 9,89  | 11,02 |
| Malabar/IAC100         | 33 | 84 | 58,00 | 2  | 10 | 26 | 9,51  | 13,26 |
| IAC 100                | 31 | 86 | 54,33 | 3  | 15 | 38 | 14,14 | 10,33 |

Keterangan: UB: umur berbunga, UM: umur masak, TT: tinggi tanaman, JC: jumlah cabang, JB: jumlah buku, JP: jumlah polong isi, BB: bobot biji/tanaman, 100BJ: bobot 100 biji.

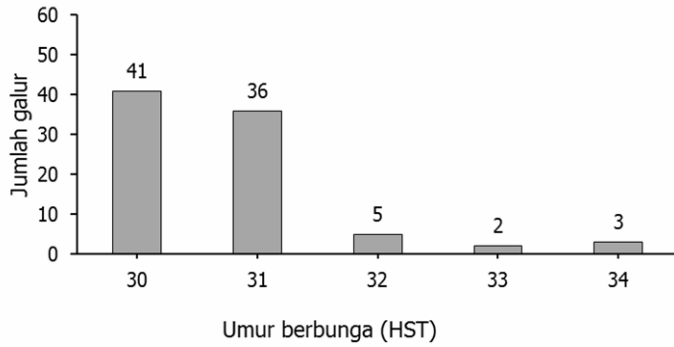
Pada penelitian ini terpilih sebanyak 87 galur F6 dengan kriteria umur pendek hingga panjang, hasil tinggi, dan ukuran biji sedang hingga besar. Galur-galur tersebut berasal dari tujuh kombinasi persilangan (Tabel 3), dan sebagian besar berasal dari kombinasi persilangan GRB/PNDR (Grobogan x Panderman), sebanyak 31 galur. Karakter agronomis galur F6 terpilih disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Kombinasi persilangan galur F6 terpilih.

| No | Kombinasi         | Jumlah galur |
|----|-------------------|--------------|
| 1  | GRB/ARGM          | 8            |
| 2  | GRB/IAC           | 11           |
| 3  | GRB//IAC/TGMS     | 14           |
| 4  | GRB//MLBR/IAC     | 14           |
| 5  | GRB/PNDR          | 31           |
| 6  | MLG0706//MLBR/IAC | 8            |
| 7  | PNDR/GRB          | 1            |

Tabel 4. Karakter agronomis galur F6 terpilih, KP Kendalpayak, 2014.

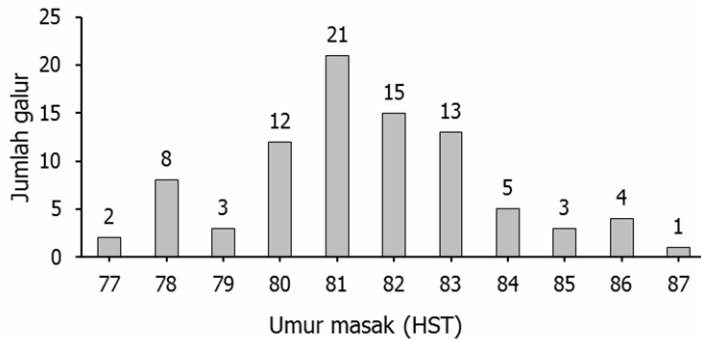
| No | Karakter                  | Minimum | Maksimum | Rata-rata |
|----|---------------------------|---------|----------|-----------|
| 1  | Umur berbunga (HST)       | 30      | 34       | 31        |
| 2  | Umur masak (HST)          | 77      | 87       | 82        |
| 3  | Tinggi tanaman (Cm)       | 43.33   | 78.33    | 57.47     |
| 4  | Jumlah cabang/tanaman     | 1       | 4        | 3         |
| 5  | Jumlah buku/tanaman       | 10      | 22       | 15        |
| 6  | Jumlah polong isi/tanaman | 22      | 60       | 35        |
| 7  | Bobot biji (g/tanaman)    | 10.02   | 21.49    | 12.69     |
| 8  | Bobot 100 biji (g)        | 11.97   | 22.30    | 16.56     |



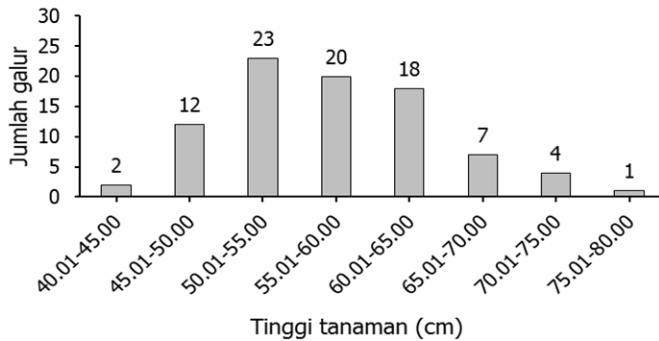
Gambar 2. Distribusi umur berbunga galur-galur F6 terpilih.

Galur-galur F6 terpilih memiliki warna hipokotil ungu (62,07%) dan hijau (37,93%), daun berbentuk lancip, oval dan bulat, serta bunga berwarna ungu (62,07%) dan putih (37,93%).

Galur-galur F6 terpilih sebagian besar memiliki umur berbunga 30 HST dengan proporsi 47,13% dan 31 HST (41,38%) (Gambar 2), umur masak 81 HST sebanyak 24,14% (Gambar 3), tinggi tanaman antara 50,01 cm hingga 55,00 cm (28,74%) (Gambar 4).

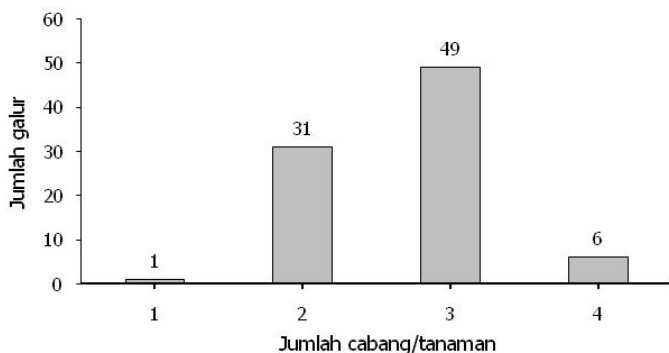


Gambar 3. Distribusi umur masak galur-galur F6 terpilih.



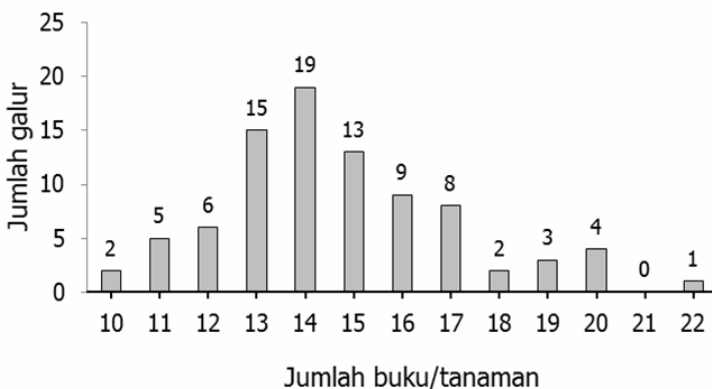
Gambar 4. Distribusi tinggi tanaman galur-galur F6 terpilih.

Jumlah cabang galur-galur terpilih tidak terlalu banyak, hanya berkisar antara 1 hingga 4 cabang/tanaman, sebagian besar galur terpilih memiliki 3 cabang/tanaman (56,32%) (Gambar 5). Secara umum tanaman kedelai yang ditumbuhkan di bawah naungan memiliki jumlah cabang yang sedikit, bahkan cenderung tidak bercabang. Hal ini disebabkan berkurangnya penerimaan intensitas cahaya akibat adanya naungan. Menurut Abidi *et al.* (2013), cahaya merupakan sumber energi utama bagi fotosintesis tanaman dan merupakan sinyal yang digunakan untuk memicu pertumbuhan dan diferensiasi pada tanaman. Kualitas, kuantitas, dan penyinaran cahaya mengendalikan morfogenesis, pertumbuhan dan diferensiasi sel, jaringan dan organ tanaman (Abidi *et al.* 2013). Dengan demikian, berkurangnya intensitas cahaya yang diterima tanaman akan mengakibatkan terganggunya pertumbuhan dan diferensiasi sel, jaringan dan organ tanaman, yang ditunjukkan dengan berkurangnya jumlah cabang (Gambar 5) dan jumlah polong isi yang terbentuk (Gambar 7).

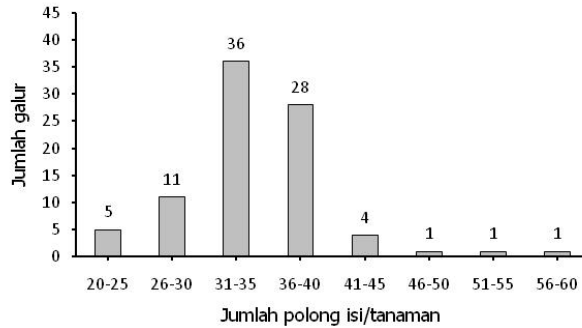


Gambar 5. Distribusi jumlah cabang/tanaman galur F6 terpilih.

Jumlah buku yang terbentuk berkisar antara 10 hingga 22 buku/tanaman, dengan rata-rata 15 buku/tanaman (Tabel 3). Galur F6 terpilih, sebagian besar (21,84%) memiliki jumlah buku 14 buku/tanaman (Gambar 6).

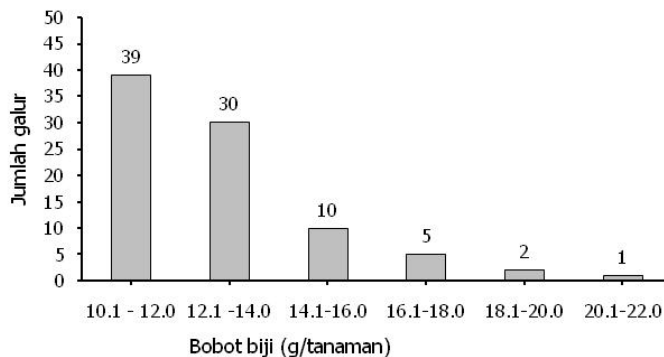


Gambar 6. Distribusi jumlah buku galur-galur F6 terpilih.



Gambar 7. Distribusi jumlah polong isi galur-galur F6 terpilih.

Rentang jumlah polong isi galur F6 terpilih cukup lebar, yaitu antara 22 hingga 60 polong/tanaman (Tabel 3), dengan rata-rata jumlah polong yang dicapai sebanyak 35 polong/tanaman. Sebagian besar galur F6 terpilih (41,38%) menghasilkan jumlah polong isi antara 31–35 polong/tanaman (Gambar 7). Banyaknya jumlah polong yang terbentuk berkaitan dengan ukuran polong. Pada umumnya apabila ukuran polongnya besar, maka jumlah polong yang terbentuk tidak terlalu banyak. Namun sebaliknya, apabila ukuran polong kecil, maka jumlah polong yang terbentuk akan lebih banyak. Ukuran polong menggambarkan besar kecilnya ukuran biji, yang dalam hal ini ditunjukkan dengan bobot 100 biji. Hasil analisis korelasi pada Tabel 5, menunjukkan adanya korelasi yang negatif antara jumlah polong isi yang terbentuk dengan bobot 100 biji.



Gambar 8. Distribusi bobot biji/tanaman galur-galur F6 terpilih.

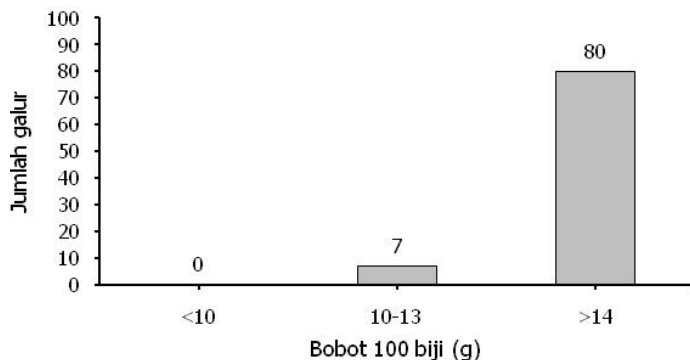
Bobot biji per tanaman yang dihasilkan galur F6 terpilih menunjukkan kisaran yang tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan rentang yang cukup lebar, yaitu antara 10,02 g/tanaman hingga 21,49 g/tanaman (Tabel 3). Sebanyak 44,83% galur F6 terpilih (39 galur) mempunyai hasil biji antara 10,1 hingga 12,0 g/tanaman, dan 34,78% (30 galur) mempunyai hasil antara 12,1 g/tanaman hingga 14,0 g/tanaman, dan hanya 20,69% (18 galur) yang mempunyai hasil lebih dari 14,0 g/tanaman (Gambar 8).

Hasil biji yang dicapai pada penelitian ini tidak maksimal, dikarenakan adanya pengaruh naungan yang diberlakukan mulai tanam hingga panen. Perlakuan naungan menyebabkan pengurangan cahaya antara 41% hingga 77% cahaya penuh (Tabel 1). Pengurangan cahaya berdampak pada terganggunya proses fotosintesis. Menurut hasil penelitian

Hay dan Porter (2006), tingkat fotosintesis kanopi tanaman kedelai meningkat secara linear dengan meningkatnya intensitas cahaya. Naungan 30% diterapkan terus menerus selama fase reproduksi, dapat menyebabkan kehilangan hasil 22–31% (Egli dan Yu 1991). Peningkatan naungan hingga 50% mengakibatkan kehilangan hasil 55%, dan naungan berat (80%) yang diberlakukan selama 9 hari berturut-turut selama periode pembentukan bunga atau polong dapat menyebabkan kehilangan hasil (Egli 2010). Kehilangan hasil disebabkan karena berkurangnya jumlah polong isi yang terbentuk.

Berdasarkan hasil analisis korelasi pada Tabel 5, diketahui bahwa jumlah polong isi berkorelasi positif sangat nyata dengan bobot biji/tanaman, dengan koefisien korelasi 0,51\*\*. Artinya bahwa peningkatan bobot biji/tanaman ditentukan oleh peningkatan jumlah polong isi yang terbentuk. Jumlah polong isi berpengaruh terhadap jumlah biji per tanaman. Menurut Board dan Kahlon (2011), kehilangan hasil di bawah naungan disebabkan oleh berkurangnya jumlah biji daripada ukuran biji.

Ukuran biji pada penelitian ini digambarkan dengan bobot 100 biji. Bobot 100 biji galur F6 terpilih berkisar antara sedang hingga besar. Delapan puluh (91,95%) galur F6 terpilih memiliki bobot 100 biji di atas 14 g, yang digolongkan berukuran biji besar (Gambar 9) dan hanya 7 galur yang berukuran biji sedang.



Gambar 9. Distribusi bobot 100 biji galur-galur F6 terpilih.

Hasil analisis korelasi antar karakter disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan hasil analisis korelasi pada Tabel 5, diketahui bahwa bobot biji yang dihasilkan galur-galur terpilih berhubungan erat dengan umur berbunga ( $r = 0,30^*$ ), tinggi tanaman ( $r = 0,30^{**}$ ), jumlah cabang, jumlah buku, dan jumlah polong isi per tanaman, dengan nilai koefisien korelasi masing-masing sebesar 0,30\*\*, 0,39\*\*, dan 0,51\*\*. Pada lingkungan naungan, tinggi tanaman mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap peluang penyerapan cahaya matahari. Dengan pertumbuhan tanaman semakin tinggi, maka peluang tanaman untuk mendapatkan cahaya matahari di bawah naungan semakin besar. Peningkatan tinggi tanaman merupakan salah satu mekanisme yang dikembangkan oleh tanaman untuk menghindari cekaman kekurangan cahaya yang diakibatkan oleh naungan, dengan meningkatkan peluang penyerapan cahaya.

Berdasarkan hasil analisis korelasi pada Tabel 5, juga dapat diketahui bahwa jumlah cabang berhubungan erat dengan jumlah buku yang terbentuk. Hal ini ditunjukkan dengan korelasi yang sangat nyata antara jumlah cabang dengan jumlah buku ( $r=0,58^{**}$ ). Artinya, peningkatan jumlah cabang akan menentukan peningkatan jumlah buku yang ter-



bentuk. Buku merupakan tempat munculnya daun, dimana ketiak daun yang terbentuk pada buku merupakan tempat munculnya bunga, dalam satu buku bisa terbentuk 3 hingga 15 bunga, 50% hingga 80% bunga yang terbentuk akan membentuk polong (Anonymous 2014). Dengan demikian, semakin banyak jumlah buku yang terbentuk, peluang terbentuknya bunga juga semakin banyak. Banyaknya bunga yang terbentuk memberikan peluang terbentuknya polong yang cukup banyak. Berdasarkan hasil analisis korelasi pada Tabel 5, diketahui bahwa jumlah polong isi berkorelasi sangat nyata dengan jumlah cabang dan jumlah buku, masing-masing dengan nilai koefisien korelasi 0,37\*\* dan 0,53\*\*.

Tabel 5. Koefisien korelasi antar karakter galur-galur terpilih.

|       | UB     | UM    | TT     | JC     | JBK    | JPI    | BB   | 100BJ |
|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|------|-------|
| UB    | 1,00   |       |        |        |        |        |      |       |
| UM    | -0,10  | 1,00  |        |        |        |        |      |       |
| TT    | 0,42** | 0,00  | 1,00   |        |        |        |      |       |
| JC    | 0,26*  | 0,09  | 0,14   | 1,00   |        |        |      |       |
| JBK   | 0,34** | 0,17  | 0,28*  | 0,58** | 1,00   |        |      |       |
| JPI   | 0,23*  | 0,04  | 0,08   | 0,37** | 0,53** | 1,00   |      |       |
| BB    | 0,30** | 0,11  | 0,30** | 0,30** | 0,39** | 0,51** | 1,00 |       |
| 100BJ | 0,06   | -0,19 | 0,12   | -0,14  | -0,14  | -0,13  | 0,18 | 1,00  |

Keterangan: \*\*, \*, dan tn : masing-masing menunjukkan perbedaan sangat nyata pada taraf uji 1%, nyata pada taraf uji 5%, dan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%, UB: umur berbunga, UM: umur masak, TT: tinggi tanaman, JC: jumlah cabang, JB: jumlah buku, JP: jumlah polong isi, BB: bobot biji/tanaman, 100BJ: bobot 100 biji.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat 87 galur F6 kedelai yang mempunyai keragaan baik di bawah naungan buatan  $\pm 50\%$ , dengan kriteria hasil  $>10$  g/tanaman, umur genjah (77 HST) sampai dalam (87 HST), dan berukuran biji sedang hingga besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidi F., T. Girault, O. Douillet, G. Guillemain, G. Sintes, M. Laffaire, H. Ben Ahmed, S. Smiti, L. Huche-Thelier, and N. Leduc. 2013. Blue light effects on rose photosynthesis and photomorphogenesis. *Plant Biology*, 15(1):67–74.
- Board, J.E., and C.S. Kahlon. 2011. *Soybean Yield Formation: What Controls It and How It Can Be Improved*, *Soybean Physiology and Biochemistry*. H.A.El-Shemy (ed.). <http://www.intechopen.com/books/soybean-physiology-and-biochemistry/soybean-yield-formation-what-controls-it-and-how-it-can-be-improved> Diakses tanggal 26 Februari 2015.
- Anonymous. 2014. Soybean. <http://corn.agronomy.wisc.edu/Crops/Soybean>. Diakses tanggal 11 September 2014.
- Egli, D.B. 2010. Soybean reproductive sink size and short-term reductions in photosynthesis during flowering and pod set. *Crop Sci.* 50:1971–1977.
- Egli, D.B., and Z.W. Yu. 1991. Crop growth rate and seeds per unit area in soybean. *Crop Sci.* 31:439–442.
- Gao W.R., X.S.H. Wang, P. Liu, Ch. Chen, J.G. Li, J.S. Zhang, H. Ma. 2008. Comparative

- analysis of ESTs in response to drought stress in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 376:578–583.
- Guo W.H, B. Li, X.S. Zhang, and R. Wang. 2007. Architectural plasticity and growth responses of *Hippophae rhamnoides* and *Caragana intermedia* seedlings to simulated water stress. *J. Arid Environ* 69:385–99.
- Hay, R., and J. Porter. 2006. *The physiology of crop yield*, 2nd Ed., Blackwell Publ., Singapore.
- Hayder, G., Mum-raz, S. S., Khan, A. and Khan, S. 2003. Maize and soybean intercropping under various levels of soybean seed rates. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2(3):339–341. doi:10.3923/ajps.2003.339.341 Diakses tanggal 28 Maret 2013.
- Kakiuchi, J. and Kobata, T. 2006. The relationship between dry matter increase of seed and shoot during the seed-filling period in three kinds of soybeans with different growth habits subjected to shading and thinning. *Plant Production Science*, 9(1):20–27. doi:10.1626/pp.9.20 Diakses tanggal 28 Maret 2013.
- Liu, B., X.B.Liu, C. Wang, Y.S. Li, J.Jin, and S.J.Herbert. 2010. Soybean yield and yield component distribution across the main axis in response to light enrichment and shading under different densities. *Plant Soil Environ*. 56(8):384–392.
- Panhwar, M.A., Mempo, F.H., Kalhor, M.A. and Somro, M.I. 2004. Performance of maize in intercropping system with soybean under different planting patterns and ni-trogen levels. *Journal of Applied Science*, 4(2):201–204. doi:10.3923/jas.2004.201.204 Diakses tanggal 28 Maret 2013. Kakiuchi dan Kobata 2004.
- Polthanee, A. and Treloges, V. 2003. Growth, yield and land use efficiency of corn and legumes grown under intercropping systems. *Plant Production Science*. 6(2):139–146. doi:10.1626/pp.6.139. Diakses tanggal 28 Maret 2013.
- Polthanee, A., K. Promsaena, and A. Laoken. 2011. Influence of low light intensity on growth and yield of four soybean cultivars during wet and dry seasons of Northeast Thailand. *Agricultural Sciences*. 2(2):61–67. <http://www.scirp.org/journal/AS/>. Diakses tanggal 28 Maret 2013.
- Xiong L, R.G. Wang, G. Mao, and J.M. Koczan. 2006. Identification of drought tolerance determinants by genetic analysis of root response to drought stress and abscisic acid. *Plant Physiology*. 142(3):1065–1074. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.106.084632>. Diakses tanggal 9 April 2013.
- Zhang J, Smith DL, Liu W, Chen X, Yang W. 2011. Effects of shade and drought stress on soybean hormones and yield of main-stem and branch. *The African Journal of Biotechnology*. 10(85):14392–14398. <http://dx.doi.org/10.5897/AJB11.2143>. Diakses tanggal 9 April 2013.