

Pertumbuhan dan Hasil Biji Genotipe Kedelai di Berbagai Intensitas Naungan

Growth and Seed Yield of Soybean Genotypes at Different Shade Intensities

Titik Sundari dan Gatut Wahyu Anggoro Susanto

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Raya Kendalpayak, Km 8 Malang, Kotak Pos 66 Malang 65101
E-mail: titik_iletri@yahoo.co.id

Naskah diterima 14 April 2014 dan disetujui diterbitkan 5 Oktober 2015

ABSTRACT. *Intensity and quality of sunlight received by plants during the reproductive period greatly influence the soybean yield and yield components. Growth and seed yield of soybean genotypes at different shade intensities were assessed through research conducted at the Research Station of Kendalpayak, Malang, in the year 2011. Three soybean varieties, namely: Pangrango, Argomulyo, and Grobogan, and twelve soybean promising lines tolerant to shade were tested on four artificial shade intensities, ie without shade (N0), shade of 25% (N1), 50% (N2), and 75% (N3). Placement of treatments in each level of shade was arranged in a randomized block design, replicated three times. Results showed that: shade treatment changed the microclimate under the shading. Shade treatment of 25%, 50%, and 75% caused different stress intensities. Shade intensity of 75% caused an increase in plant height and specific leaf area, a reduction in the number of leaves and leaf area, photosynthetically active radiation (PAR) absorption rate, photosynthetic rate, leaf chlorophyll index, number of filled pods, and seed weight per plant. Number of filled pods was considered effective to be used as a basis for selecting soybean genotypes having high yield in shaded conditions. Plant height and seed weight could be used as an indicator for soybean shade tolerance. Genotype Al26-1114-8-28 and IJ9-299-1-4 were considered as shade-tolerant up to 75% shade based on the stress index tolerance value (ITC).*

Keywords: Soybean, seed yield, shade, genotypes.

ABSTRAK. Kondisi lingkungan yang berlaku pada periode reproduksi, khususnya intensitas dan kualitas cahaya matahari yang diterima tanaman, sangat berpengaruh terhadap hasil dan komponen hasil kedelai. Pertumbuhan dan hasil biji beberapa genotipe kedelai pada berbagai intensitas naungan diteliti di Kebun Percobaan Kendalpayak, Malang, pada tahun 2011. Tiga varietas unggul kedelai (Pangrango, Argomulyo, dan Grobogan) serta 12 galur harapan kedelai toleran naungan diuji pada empat intensitas naungan buatan, yaitu tanpa naungan (N0), naungan 25% (N1), 50% (N2), dan 75% (N3). Penempatan perlakuan di setiap intensitas naungan berdasarkan rancangan acak kelompok, diulang tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan naungan mengakibatkan perubahan iklim mikro di bawah naungan. Perlakuan naungan 25%, 50%, dan 75% menyebabkan intensitas cekaman yang berbeda. Intensitas naungan hingga 75% menyebabkan peningkatan tinggi tanaman dan spesifik luas daun, tetapi mengurangi jumlah dan luas daun, laju penyerapan cahaya (PAR), laju fotosintesis, indeks klorofil daun, jumlah polong isi dan bobot biji per tanaman. Pada kondisi ternaungi, bobot biji ditentukan oleh jumlah dan luas daun, laju penyerapan cahaya (PAR), laju fotosintesis dan jumlah polong isi.

Jumlah polong isi dinilai efektif digunakan sebagai dasar pemilihan kedelai hasil tinggi pada kondisi ternaungi. Karakter tinggi tanaman dan bobot biji dapat digunakan sebagai indikator toleransi kedelai terhadap naungan. Genotipe Al26-1114-8-28 dan IJ9-299-1-4 toleran terhadap naungan hingga 75% berdasarkan nilai indeks toleransi terhadap cekaman (ITC).

Kata kunci: Kedelai, hasil biji, naungan, genotipe.

PENDAHULUAN

Pengembangan kedelai sebagai tanaman sela di bawah tegakan tanaman perkebunan, lingkungan agroforestri, atau tumpangsari menghadapi masalah, terutama rendahnya intensitas cahaya akibat naungan (Sopandie *et al.* 2007). Berbagai hasil penelitian menunjukkan pengurangan intensitas cahaya matahari pada tumpangsari jagung-kedelai berkisar antara 30-50% cahaya penuh (Polthanee *et al.* 2011, He *et al.* 2012). Pengurangan tersebut berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman (Panhwar *et al.* 2004), berkurangnya luas daun total 28% dari tanpa naungan (Pantilu *et al.* 2012, Muhuria *et al.* 2006), jumlah polong per tanaman (Kakiuchi dan Kobata 2006, Polthanee *et al.* 2011), hasil biji (Zhang *et al.* 2011), bobot 1.000 biji (Liu *et al.* 2010), meningkatkan tinggi tanaman dan mengurangi diameter batang kedelai (Bakhshy *et al.* 2013). Peningkatan tinggi tanaman disebabkan oleh pemanjangan ruas batang (etiolasi) (Li *et al.* 2006, Paciullo *et al.* 2011). Menurut Franklin (2008), pemanjangan batang, tangkai daun, hipokotil, dan dominasi apikal merupakan penghindaran terhadap naungan. Respon penghindaran terhadap naungan memberikan kesempatan pada tanaman untuk mendapatkan sinar matahari yang cukup guna bertahan hidup. Hasil penelitian lain menyatakan bahwa toleransi terhadap naungan berhubungan dengan kemampuan tanaman menyimpan karbohidrat dalam bentuk biji (Trikoesoemaningtyas *et al.* 2008).

Strategi untuk mengatasi lingkungan kekurangan cahaya akibat naungan adalah menanam genotipe kedelai yang adaptif terhadap kondisi tersebut. Respon setiap genotipe terhadap naungan sangat beragam. Genotipe yang adaptif adalah yang mampu memanfaatkan sejumlah karakter morfologi, fisiologis, dan biokimia untuk melawan cekaman kekurangan cahaya (Xiong *et al.* 2006, Gao *et al.* 2008). Secara fisiologis, genotipe yang mampu beradaptasi terhadap intensitas cahaya rendah mempunyai kandungan klorofil b lebih tinggi dibandingkan dengan varietas rentan. Karakter fisiologi ini dapat digunakan sebagai indikator dalam program pemuliaan kedelai toleran naungan (Polthanee *et al.* 2011).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui respon genotipe kedelai terhadap naungan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi), Malang, pada tahun 2011. Tiga varietas unggul kedelai (Pangrango, Argomulyo, dan Grobogan) dan 12 galur harapan kedelai toleran naungan diuji pada empat intensitas naungan buatan, yaitu tanpa naungan (N0), naungan 25% (N1), 50% (N2), dan 75% (N3). Pada setiap intensitas naungan ditempatkan 15 genotipe yang diulang tiga kali, dengan demikian dalam satu percobaan terdapat 45 perlakuan. Penempatan perlakuan di masing-masing intensitas naungan berdasarkan rancangan acak kelompok. Perlakuan tanpa naungan, naungan 25%, 50%, dan 75% setara dengan 0, 1, 2, dan 3 lapis paranet hitam. Naungan disiapkan sebelum tanam, dengan memasang paranet hitam pada ketinggian 1,8-2,0 m di atas permukaan tanah. Intensitas cahaya diukur setiap hari menggunakan Lux meter.

Benih masing-masing genotipe di tanam dalam polibag yang berisi campuran tanah kering dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1 seberat 8 kg, dua tanaman per polibag. Pemupukan dilakukan pada saat tanam, dengan dosis setara 50 kg urea + 100 kg SP36 + 75 kg KC/ha. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara intensif mulai 7 hari setelah tanam (HST) hingga pemasakan polong, dengan interval 3-4 hari sekali. Penyiraman tanaman dilakukan secara periodik 1-2 hari sekali, bergantung pada umur tanaman.

Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan spesifik luas daun (SLD) secara destruktif dengan interval dua minggu sekali, mulai

umur 2 minggu setelah tanam (MST) hingga 8 MST. Indeks klorofil diamati pada umur 6 MST, laju fotosintesis dan PAR (*Photosynthetically Active Radiation*) pada umur 4 dan 6 MST, jumlah polong isi, bobot biji per tanaman dan bobot 100 biji diamati pada saat panen. Pengamatan terhadap PAR dan fotosintesis dilakukan menggunakan Li-Cor. Spesifik luas daun dihitung dengan rumus:

$$SLD = \frac{\text{Luas daun}}{\text{bobot kering daun}} \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

Indeks cekaman dihitung dengan rumus:

$$IC = 1 - \frac{Y_s}{Y_p}$$

dan indeks toleransi dihitung berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Fernandez (1993), dengan rumus:

$$ITC = \frac{(Y_p \times Y_s)}{Y_{\bar{p}}^2}$$

$\bar{Y}_s$ = Rata-rata hasil pada kondisi tercekam

$\bar{Y}_p$ = Rata-rata hasil pada kondisi normal

Y_p = Hasil pada kondisi normal

Y_s = Hasil pada kondisi tercekam

Pengelompokan toleransi genotipe kedelai terhadap naungan berdasarkan metode yang dikembangkan Doreste *et al.* (1979), dengan kriteria:

1. Sangat toleran (ST) : $(X > \bar{X} + 2 sd)$
2. Toleran (T) : $(X + sd < X \leq \bar{X} + 2 sd)$
3. Agak toleran (AT) : $(X - sd < X \leq \bar{X} + sd)$
4. Rentan (R) : $(X - 2 sd < X \leq \bar{X} - 2 sd)$
5. Sangat rentan (SR) : $(X \leq \bar{X} - 2 sd)$

dimana $\bar{X}$ adalah rata-rata dan sd adalah simpangan baku ITC.

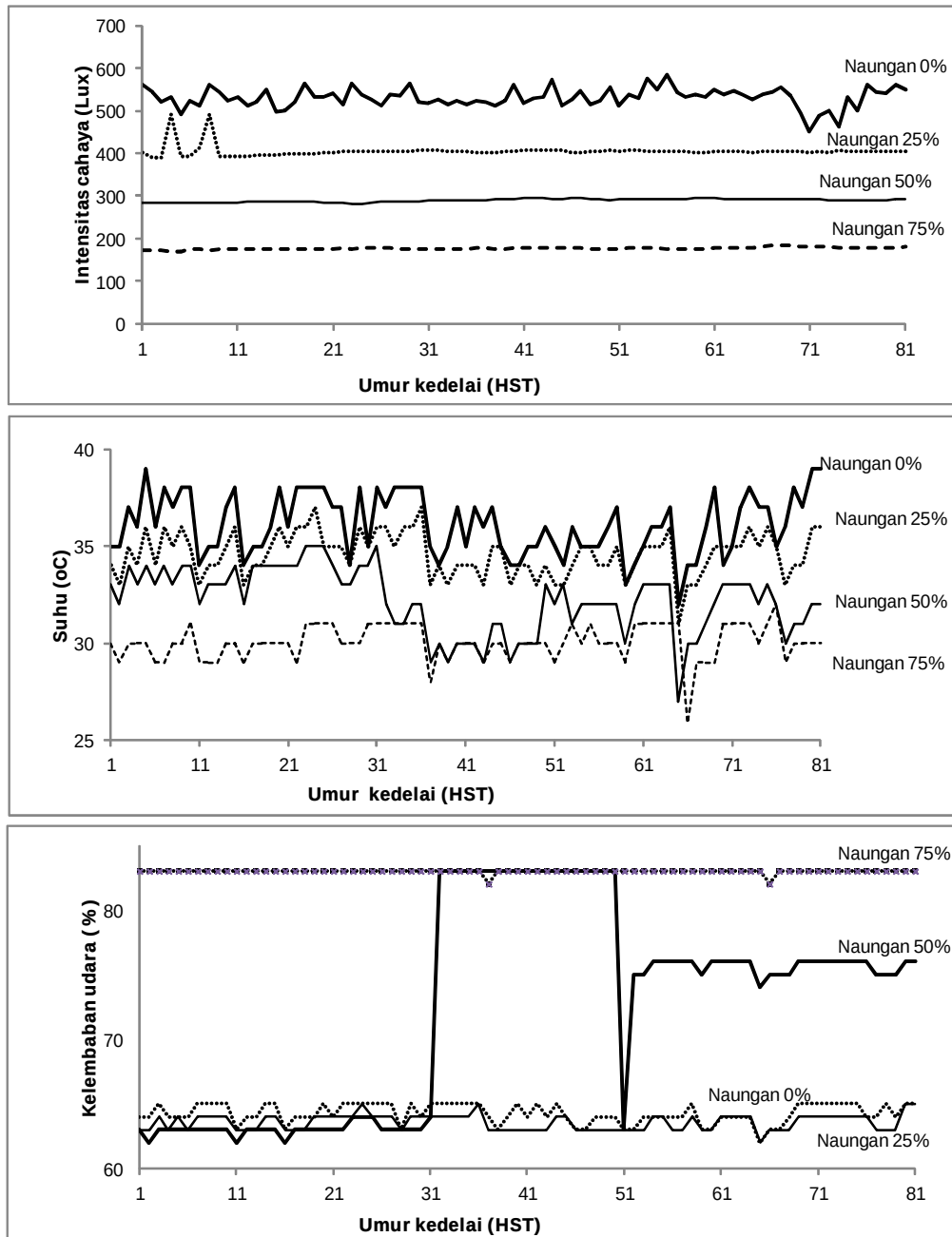
Pengamatan intensitas cahaya, suhu, dan kelembaban dilakukan setiap hari pada pukul 12.00 WIB.

Data dari masing-masing intensitas naungan dianalisis berdasarkan rancangan acak kelompok. Uji beda nyata dua nilai tengah dilakukan menggunakan LSD 5%. Pengaruh langsung dan tak langsung dari karakter kuantitatif terhadap hasil dan ITC dihitung berdasarkan analisis sidik lintas (Singh and Chaudhary 1977).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas cahaya pada perlakuan naungan 25%, 50% dan 75% masing-masing 76%, 55%, dan 33%. Naungan menyebabkan pengurangan intensitas cahaya yang berdampak terhadap perubahan iklim mikro di bawah naungan. Hal ini ditandai oleh perubahan suhu dan kelembaban udara. Suhu udara di bawah naungan lebih rendah dibanding di luar naungan, sedangkan kelembaban udara lebih tinggi (Gambar 1).

Kelembaban udara pada perlakuan tanpa naungan dan naungan 25% adalah sama, rata-rata 64%, sedangkan pada perlakuan naungan 50% dan 75% mencapai 72% dan 83%. Suhu pada perlakuan tanpa naungan dan naungan 25% relatif sama, yaitu 36°C dan 35°C, sedangkan pada perlakuan naungan 50% dan 75% hanya 32°C dan 30°C. Kondisi tersebut menyebabkan lingkungan di bawah naungan lebih teduh, yang ditunjukkan oleh suhu udara yang lebih rendah dan kelembaban udara lebih tinggi (Gambar 1).



Gambar 1. Pola penerimaan intensitas cahaya (A), suhu (B), dan kelembaban udara pada empat intensitas naungan (C). KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Intensitas cekaman naungan yang ditimbulkan oleh perlakuan naungan 25%, 50%, dan 75% adalah 33%; 59%, dan 84%. Intensitas cekaman tersebut berdampak pada pertumbuhan, komponen hasil, dan hasil genotipe kedelai.

Analisis ragam pada masing-masing intensitas naungan menunjukkan tinggi tanaman masing-masing genotipe beda (Tabel 1 dan 2). Keragaman tinggi tanaman antargenotipe menunjukkan respon masing-masing genotipe terhadap naungan berbeda.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman genotipe kedelai pada umur 2 dan 4 MST dengan empat intensitas naungan. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Genotipe	Tinggi tanaman (cm) umur 2 MST				Tinggi tanaman (cm) umur 4 MST			
	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3
IBK5-143-3-7	14,3	18,7	18,3	20,3	25,7	30,0	33,3	41,7
IBK5-147-2-11	14,3	16,7	17,3	19,3	26,7	31,3	31,0	39,3
IBK5-172-4-36	14,0	17,3	18,7	20,3	24,7	33,0	31,7	40,7
IBK5-173-5-37	14,7	18,0	20,3	23,7	23,0	31,0	35,0	41,7
IBK5-173-5-37	13,7	16,7	19,7	22,7	25,7	33,0	34,0	40,3
Ij9-299-1-4	14,7	20,7	21,3	22,7	30,3	41,0	34,7	52,3
IBM22-861-2-22	14,3	18,0	16,3	22,0	24,3	34,0	33,7	34,7
IBM22-862-4-1	13,7	17,3	18,7	21,3	26,0	33,0	34,3	40,0
IBM22-867-4-7	15,0	16,0	18,3	21,0	25,3	31,0	32,7	33,3
IBM22-873-1-13	15,3	16,7	22,3	24,0	31,3	43,3	45,7	47,3
IBlj11-431-2-20	15,0	19,3	23,0	23,0	29,3	35,7	49,3	49,0
AI26-1114-8-28	16,0	25,0	21,3	24,3	34,3	47,0	52,0	49,7
Pangrango	15,3	22,0	23,0	26,0	32,3	39,3	44,3	52,0
Argomulyo	14,3	21,0	21,7	28,0	32,3	43,7	45,0	58,3
Grobogan	17,3	27,0	24,7	24,3	36,7	44,3	60,3	78,0
LSD (5%)	1,45	1,79	2,05	2,90	1,45	1,93	2,99	2,11
Rata-rata	14,8	19,4	20,3	22,9	28,5	36,7	39,8	46,6
Koef. keragaman (%)	5,89	5,52	6,03	7,59	3,03	3,14	4,50	2,71

N0: tanpa naungan, N1, N2, dan N3 berturut-turut adalah naungan 25%, 50%, dan 75%.

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman genotipe kedelai pada umur 6 dan 8 MST dengan empat intensitas naungan. KP Kendapayak, Malang, MT 2011.

Genotipe	Tinggi tanaman (cm) umur 6 MST				Tinggi tanaman (cm) umur 8 MST			
	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3
IBK5-143-3-7	46,0	52,3	59,3	66,0	47,0	58,3	60,0	60,0
IBK5-147-2-11	49,0	48,0	59,7	62,7	47,7	55,3	62,7	66,0
IBK5-172-4-36	45,3	53,0	52,7	53,7	47,3	60,0	54,3	52,0
IBK5-173-5-37	43,3	56,0	58,7	50,0	38,0	69,0	65,3	50,0
IBK5-173-5-37	46,7	51,7	56,0	60,7	53,0	59,0	57,7	68,0
Ij9-299-1-4	59,3	56,0	77,3	86,0	62,0	73,3	76,7	74,0
IBM22-861-2-22	43,0	57,3	60,7	62,0	44,0	58,7	62,7	55,3
IBM22-862-4-1	43,3	55,3	55,0	61,7	51,3	54,3	54,7	53,7
IBM22-867-4-7	41,3	55,3	56,3	52,3	52,3	60,7	55,7	52,0
IBM22-873-1-13	50,3	55,7	70,3	86,0	56,0	72,7	74,7	75,3
IBlj11-431-2-20	51,3	65,7	78,3	69,0	67,7	69,0	78,7	68,7
AI26-1114-8-28	59,0	67,0	67,0	61,7	68,3	95,0	73,0	82,0
Pangrango	55,7	60,7	70,3	72,3	57,7	73,3	69,7	75,7
Argomulyo	56,3	63,0	54,0	67,7	55,7	70,0	72,0	79,0
Grobogan	51,0	59,7	71,7	85,3	55,7	69,0	75,3	86,0
LSD (5%)	1,56	2,10	3,59	3,10	2,08	3,29	9,30	3,48
Rata-rata	49,4	57,1	63,2	66,5	53,6	66,5	66,2	66,5
Koef. keragaman (%)	1,88	2,19	3,39	2,79	2,32	2,95	8,40	3,13

N0: tanpa naungan, N1, N2, dan N3 berturut-turut adalah naungan 25%, 50%, dan 75%.

Berdasarkan tinggi tanaman pada umur 2 MST, varietas Grobogan menunjukkan pertumbuhan awal yang lebih cepat dibanding genotipe lainnya, baik pada perlakuan tanpa naungan maupun perlakuan naungan (Tabel 2).

Berdasarkan rata-rata tinggi tanaman pada masing-masing intensitas naungan diketahui bahwa semakin tinggi intensitas naungan semakin tinggi tanaman. Peningkatan tinggi tanaman disebabkan oleh adanya dominasi apikal yang lebih tinggi di bawah naungan.

Perlakuan naungan menyebabkan pengurangan jumlah daun. Semakin tinggi intensitas naungan, semakin berkurang jumlah daun yang terbentuk (Tabel 3).

Perlakuan naungan 50% dan 75% menyebabkan pengurangan jumlah daun, masing-masing 19,15% dan 36,17% pada umur 4 MST. Pada umur 8 MST, pengurangan jumlah daun masing-masing perlakuan naungan mencapai 7,62% (naungan 25%), 22,86% (naungan 50%) dan 40% (naungan 75%) (Tabel 3). Perlakuan naungan hingga 75% menyebabkan pengurangan jumlah daun varietas Grobogan hingga 57,14% pada 4 MST dan 36,36% pada 8 MST dibandingkan dengan tanpa naungan (Tabel 3).

Luas daun antargenotipe menunjukkan perbedaan di setiap tingkat naungan (Tabel 4 dan 5). Semakin tinggi intensitas naungan, semakin berkurang luas daun yang terbentuk, baik pada umur 2, 4, 6, maupun 8 MST (Gambar 2). Luas daun berkorelasi sangat nyata dengan jumlah daun, dengan koefisien regresi $r=0,66^{**}$ (4 MST) dan $0,69^{**}$ (8 MST).

Berdasarkan persamaan regresi pada Gambar 2 diketahui peningkatan intensitas naungan menjadi 75% mengurangi luas daun yang lebih besar pada umur 8 MST, berkisar antara 53,4-76,1% dibandingkan dengan perlakuan tanpa naungan. Perlakuan naungan 25% mengurangi luas daun kedelai 5,6-46,5%, dan pengurangan luas daun pada naungan 50% berkisar antara 26,6-62,7%. Luas daun pada perlakuan naungan 25% hanya berkisar 53,5-94,4% dari perlakuan tanpa naungan, jauh lebih besar dibandingkan dengan naungan 50% (37,2-73,4%) maupun naungan 75% (23,8-46,5%). Pengurangan luas daun mengakibatkan berkurangnya penyerapan cahaya (PAR) dan fotosintesis. Hal ini ditunjukkan oleh korelasi sangat nyata antara luas daun pada umur 4 dan 6 MST dengan PAR dan fotosintesis, dengan koefisien korelasi masing-masing $r = 0,73^{**}$ dan $0,90^{**}$ untuk PAR, serta $0,67^{**}$ dan $0,76^{**}$ untuk laju fotosintesis (Tabel 14).

Spesifik luas daun (SLD) menunjukkan intensitas ketebalan daun, semakin besar nilai SLD semakin tipis daun. Nilai SLD genotipe yang diuji menunjukkan perbedaan (Tabel 6 dan 7). Pada awal pertumbuhan, nilai SLD terbesar yang terdapat pada perlakuan tanpa naungan dan naungan 50% ditunjukkan oleh varietas Argomulyo, sedangkan pada perlakuan naungan 25% dan 75% diberikan oleh varietas Pangrango dan Grobogan.

Tabel 3. Rata-rata jumlah daun per tanaman genotipe kedelai pada umur 6 dan 8 MST dengan empat intensitas naungan. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Genotipe	Jumlah daun/tanaman umur 4 MST				Jumlah daun/tanaman umur 8 MST			
	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3
IBK5-143-3-7	4	5	4	3	10	10	9	7
IBK5-147-2-11	5	5	4	3	10	10	9	6
IBK5-172-4-36	4	5	3	3	11	9	8	7
IBK5-173-5-37	4	4	3	3	10	10	7	6
IBK5-173-5-37	4	5	3	3	10	9	8	6
Ilj9-299-1-4	4	4	4	3	8	9	7	6
IBM22-861-2-22	4	4	4	2	10	9	8	6
IBM22-862-4-1	4	4	4	3	12	9	8	5
IBM22-867-4-7	4	4	3	3	10	10	7	6
IBM22-873-1-13	5	5	4	3	11	10	9	7
IBlj11-431-2-20	5	4	4	3	10	9	8	5
AI26-1114-8-28	5	5	5	3	11	12	10	7
Pangrango	5	5	4	3	11	10	7	6
Argomulyo	5	5	4	4	12	9	9	9
Grobogan	7	6	4	3	11	9	8	7
LSD (5%)	1,13	tn	0,68	tn	0,99	tn	tn	1,46
Rata-rata	4,7	4,7	3,8	3	10,5	9,7	8,1	6,3
Koef. keragaman (%)	14,0	14,5	10,6	14,6	5,6	14,5	15,0	13,9

N0: tanpa naungan, N1, N2, dan N3 berturut-turut adalah naungan 25%, 50%, dan 75%.

Tabel 4. Rata-rata luas daun per tanaman genotipe kedelai umur 2 dan 4 MST pada empat intensitas naungan. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Genotipe	Luas daun (cm ²) umur 2 MST				Luas daun (cm ²) umur 4 MST			
	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3
IBK5-143-3-7	39,7	48,3	27,7	23,7	232,3	210,0	200,3	146,7
IBK5-147-2-11	47,7	60,3	31,3	24,0	176,3	183,3	157,0	193,3
IBK5-172-4-36	53,3	50,0	51,3	24,3	238,7	214,0	209,3	125,0
IBK5-173-5-37	63,3	46,3	40,0	22,3	355,7	175,0	194,3	84,7
IBK5-173-5-37	63,0	60,0	53,7	22,0	244,3	192,0	171,0	149,3
Ilj9-299-1-4	66,3	50,7	47,0	24,3	238,3	170,3	189,0	100,0
IBM22-861-2-22	57,0	61,3	46,0	23,7	249,0	182,7	174,7	111,0
IBM22-862-4-1	59,0	49,0	40,0	27,0	347,3	187,7	204,0	93,0
IBM22-867-4-7	58,3	61,0	36,0	15,7	227,3	198,0	220,0	133,3
IBM22-873-1-13	70,0	64,0	56,0	38,3	281,0	266,7	233,7	84,7
IBlj11-431-2-20	56,7	45,0	46,3	25,3	320,3	265,0	199,7	109,3
Al26-1114-8-28	87,0	77,7	42,7	29,0	346,0	275,7	281,0	119,0
Pangrango	71,7	63,7	47,7	31,0	539,0	259,3	187,3	136,3
Argomulyo	61,0	60,3	46,0	47,3	285,0	211,0	173,7	79,0
Grobogan	76,0	65,7	44,7	51,7	339,3	229,3	293,7	70,7
LSD (5%)	2,98	3,54	3,41	2,97	19,79	6,32	23,12	12,64
Rata-rata	62,0	57,6	43,8	28,6	294,7	214,7	205,9	115,7
Koef. keragaman (%)	2,87	3,68	4,65	6,19	4,02	1,76	6,71	6,53

N0: tanpa naungan, N1, N2, dan N3 berturut-turut adalah naungan 25%, 50%, dan 75%.

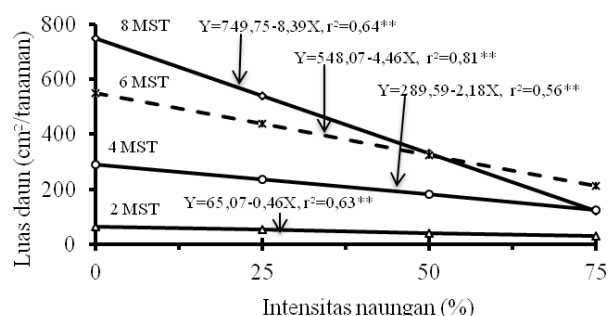
Tabel 5. Rata-rata luas daun per tanaman genotipe kedelai umur 6 dan 8 MST pada empat intensitas naungan, tahun 2011.

Genotipe	Luas daun (cm ²) umur 6 MST				Luas daun (cm ²) umur 8 MST			
	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3
IBK5-143-3-7	393,0	426,3	361,7	199,0	989,3	519,3	243,0	170,3
IBK5-147-2-11	503,0	408,3	392,3	236,3	953,7	356,3	288,3	224,3
IBK5-172-4-36	517,3	419,7	340,3	230,7	509,0	485,0	261,7	210,7
IBK5-173-5-37	551,7	355,7	298,7	194,7	508,3	309,0	250,7	178,0
IBK5-173-5-37	598,3	374,3	293,7	315,3	1041,0	391,3	310,7	188,0
Ilj9-299-1-4	619,0	411,3	388,3	169,0	1471,7	481,3	409,3	225,3
IBM22-861-2-22	544,3	395,3	387,3	146,7	653,3	329,3	251,3	168,0
IBM22-862-4-1	518,3	371,3	294,7	148,0	559,0	348,0	211,0	153,0
IBM22-867-4-7	455,3	314,7	290,0	232,0	651,7	580,0	537,3	114,0
IBM22-873-1-13	663,0	478,0	344,0	129,3	660,3	452,3	250,7	238,0
IBlj11-431-2-20	495,0	396,7	275,0	192,7	929,7	260,0	209,7	138,7
Al26-1114-8-28	616,0	530,7	470,7	278,7	1081,3	545,7	404,3	271,3
Pangrango	618,7	486,7	301,3	291,7	763,7	477,0	199,7	109,7
Argomulyo	554,7	522,3	289,7	186,0	1188,7	442,3	286,7	228,0
Grobogan	661,0	453,3	296,0	226,3	710,3	272,0	274,7	192,3
LSD (5%)	28,85	11,20	28,25	22,04	89,44	12,64	27,77	18,95
Rata-rata	553,9	423,0	334,9	211,8	844,7	416,6	292,6	187,3
Koef. keragaman (%)	3,11	1,58	5,04	6,22	6,33	1,81	5,67	6,05

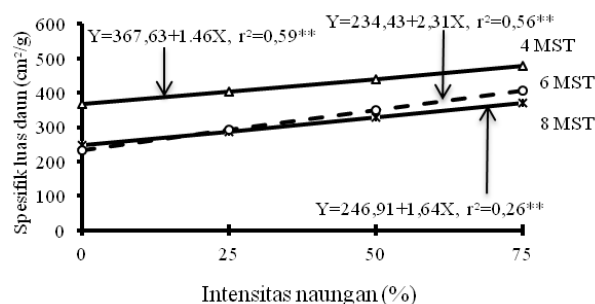
N0: tanpa naungan, N1, N2, dan N3 berturut-turut adalah naungan 25%, 50%, dan 75%.

Nilai SLD meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya (Gambar 3), yang menunjukkan ketebalan daun semakin berkurang. Berkurangnya intensitas ketebalan daun disebabkan oleh berkurangnya intensitas ketebalan sel epidermis dan

jaringan palisade daun (Sundari *et al.* 2008). Jaringan palisade merupakan tempat pigmen fotosintesis berada, termasuk pigmen warna hijau (klorofil). Korelasi antara SLD dengan indeks klorofil menunjukkan koefisien korelasi nyata negatif ($r = -0,29^{**}$).



Gambar 2. Hubungan regresi antara intensitas naungan dengan luas daun kedelai per tanaman. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.



Gambar 3. Hubungan regresi antara intensitas naungan dengan spesifik luas daun kedelai. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Tabel 6. Rata-rata spesifik luas daun genotipe kedelai pada umur 2 dan 4 MST dengan empat intensitas naungan. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Genotipe	Spesifik luas daun (cm²/g) umur 2 MST				Spesifik luas daun (cm²/g) umur 4 MST			
	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3
IBK5-143-3-7	299,1	317,1	372,3	263,7	329,1	376,8	483,1	567,3
IBK5-147-2-11	280,0	344,2	391,2	317,4	287,4	335,0	458,5	798,6
IBK5-172-4-36	272,7	400,1	370,4	341,5	357,4	351,8	454,1	575,0
IBK5-173-5-37	354,1	332,0	451,6	368,1	483,5	363,6	463,4	321,0
IBK5-173-5-37	335,1	382,4	368,2	367,6	359,8	356,3	544,5	534,2
Ilj9-299-1-4	291,9	409,8	397,9	154,6	287,6	308,1	428,2	295,7
IBM22-861-2-22	307,3	397,3	451,9	236,6	346,4	391,5	423,5	442,4
IBM22-862-4-1	344,8	401,0	365,4	330,9	475,2	312,1	467,6	424,8
IBM22-867-4-7	254,0	422,8	354,6	206,4	345,4	423,5	533,1	568,6
IBM22-873-1-13	323,1	511,1	388,5	507,4	328,9	389,1	571,5	363,4
IBlj11-431-2-20	269,3	428,4	373,2	403,5	396,3	358,2	442,0	494,0
AI26-1114-8-28	326,5	485,8	296,4	448,9	352,6	344,4	460,4	487,6
Pangrango	347,0	569,5	407,0	474,6	562,2	390,7	455,3	487,0
Argomulyo	370,1	415,6	450,7	525,0	424,3	384,9	533,8	366,0
Grobogan	278,7	368,8	308,0	606,9	367,4	438,5	403,1	274,7
LSD (5%)	26,26	17,14	23,42	30,78	27,93	16,79	29,32	29,18
Rata-rata	310,2	412,4	383,2	370,2	380,2	368,3	474,8	466,7
Koef. keragaman (%)	5,08	2,48	3,65	4,97	4,39	2,72	3,69	3,74

N0: tanpa naungan, N1, N2, dan N3 berturut-turut adalah naungan 25%, 50%, dan 75%.

Indeks klorofil masing-masing genotipe beragam pada setiap tingkat naungan (Tabel 8). Indeks klorofil menunjukkan tingkat kehijauan daun, semakin besar nilai indeks klorofil daun semakin hijau warna daun. Indeks klorofil tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa naungan yang ditunjukkan oleh varietas Argomulyo dan genotipe IBK5-147-2-11, pada naungan 25% ditunjukkan oleh IBM22-873-1-13 dan IBM22-862-4-1, pada naungan 50% oleh IBM22-867-4-7 dan Pangrango, sedangkan pada naungan 75% oleh IBM22-862-4-1.

Pada penelitian ini, nilai indeks klorofil daun menurun dengan meningkatnya intensitas naungan, yang berarti perlakuan naungan menyebabkan tingkat kehijauan daun semakin berkurang, daun menjadi berwarna hijau muda (pucat). Berkurangnya tingkat

kehijauan daun diduga karena terjadi perubahan rasio antara klorofil a yang mengendalikan warna hijau tua dengan klorofil b yang mengendalikan warna hijau muda. Perubahan rasio klorofil a/b disebabkan oleh perubahan kandungan klorofil a dan b pada tanaman yang ternaungi. Peningkatan kandungan klorofil b dari tanaman yang ternaungi lebih tinggi dari kandungan klorofil a (Suwanto 2013). Kisman *et al.* (2007) melaporkan, apabila terdapat cekaman naungan 50% mengakibatkan terjadinya peningkatan kandungan klorofil b yang cukup besar. Hal ini yang diduga kuat berhubungan erat dengan berkurangnya tingkat kehijauan daun pada perlakuan naungan 50% dan 75%. Hal yang sama dilaporkan oleh De Carvalho Gonçalves *et al.* (2005); Yang *et al.* (2007); serta Mielke dan Schaffer

Tabel 7. Rata-rata spesifik luas daun genotipe kedelai pada umur 6 dan 8 MST dengan empat intensitas naungan. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Genotipe	Spesifik luas daun (cm ² /g) umur 6 MST				Spesifik luas daun (cm ² /g) umur 8 MST			
	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3
IBK5-143-3-7	188,0	328,1	283,6	405,7	255,1	411,3	317,3	278,6
IBK5-147-2-11	275,7	291,7	378,7	443,0	273,0	241,2	315,5	377,1
IBK5-172-4-36	252,0	242,0	300,4	413,1	199,1	356,1	305,1	722,7
IBK5-173-5-37	293,8	253,5	313,0	447,2	206,5	207,2	305,7	371,8
IBK5-173-5-37	249,3	285,2	285,2	467,8	264,4	244,9	341,7	269,7
Ilj9-299-1-4	163,6	256,9	326,9	302,4	365,3	248,7	376,1	466,8
IBM22-861-2-22	204,8	405,7	381,2	323,6	240,9	315,8	366,1	281,5
IBM22-862-4-1	234,5	347,7	311,3	439,6	228,2	262,6	333,3	286,7
IBM22-867-4-7	190,9	308,0	339,7	354,6	243,2	403,1	322,8	269,2
IBM22-873-1-13	250,6	252,3	387,0	305,8	204,2	190,4	190,5	335,6
IBlj11-431-2-20	182,2	325,1	320,6	393,6	240,1	282,4	329,2	293,0
Al26-1114-8-28	199,3	254,6	394,0	643,9	258,3	249,5	358,5	508,7
Pangrango	249,3	343,6	387,3	528,6	272,5	362,8	323,2	239,3
Argomulyo	305,2	285,1	374,1	336,8	285,4	300,3	356,1	449,3
Grobogan	267,7	301,9	302,7	392,5	233,2	158,8	357,4	443,5
LSD (5%)	20,66	19,96	20,10	31,66	29,06	18,25	32,98	32,5
Rata-rata	233,8	298,8	339,0	413,2	251,3	282,3	326,6	372,9
Koef. keragaman (%)	5,28	4,00	3,55	4,58	6,91	3,86	6,04	5,21

N0: tanpa naungan, N1, N2, dan N3 berturut-turut adalah naungan 25%, 50%, dan 75%.

Tabel 8. Rata-rata indeks klorofil daun genotipe kedelai pada umur 6 MST dengan empat intensitas naungan. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Genotipe	Indeks klorofil daun (SPAD)			
	N0	N1	N2	N3
IBK5-143-3-7	43,6	43,3	42,2	43,0
IBK5-147-2-11	45,3	43,8	42,4	41,5
IBK5-172-4-36	43,1	43,8	40,8	42,9
IBK5-173-5-37	41,9	42,2	38,2	41,8
IBK5-173-5-37	43,4	42,9	43,0	40,5
Ilj9-299-1-4	41,3	43,8	43,4	41,5
IBM22-861-2-22	43,8	44,6	43,5	43,3
IBM22-862-4-1	41,5	45,0	43,2	44,3
IBM22-867-4-7	42,7	43,5	45,6	43,1
IBM22-873-1-13	43,6	45,1	39,8	38,1
IBlj11-431-2-20	45,2	42,1	41,0	39,0
Al26-1114-8-28	43,8	44,9	42,1	40,2
Pangrango	41,3	44,3	45,6	40,8
Argomulyo	45,3	42,1	42,2	40,3
Grobogan	44,7	43,5	42,9	42,7
LSD (5%)	1,57	1,34	2,64	1,86
Rata-rata	43,4	43,7	42,4	41,5
Koef. keragaman (%)	2,16	1,83	3,73	2,68

N0: tanpa naungan, N1, N2, dan N3 berturut-turut adalah naungan 25%, 50%, dan 75%.

(2010), yang menyatakan daun tanaman yang tumbuh di bawah intensitas cahaya rendah mempunyai kandungan pigmen fotosintesis (klorofil) yang lebih tinggi dibandingkan dengan daun dari tanaman yang tumbuh di bawah intensitas cahaya tinggi.

Laju penyerapan cahaya (PAR) berbeda antargenotipe (Tabel 9). Laju penyerapan PAR berkurang dengan semakin tingginya intensitas naungan (Gambar 4). Pada umur 4 MST, naungan 25% menyebabkan pengurangan PAR 21,7%; naungan 50% dan 75% mengurangi PAR 44,0% dan 68,1% dibanding tanpa naungan. Pada umur 6 MST, naungan 25%, 50% dan 75% mengakibatkan pengurangan PAR berturut-turut 20,1%; 43,0%; dan 67,1%. Hal yang sama juga disampaikan oleh Zhang *et al.* (2008), bahwa penyerapan cahaya di bawah naungan (tumpangsari) lebih rendah dibanding tanpa naungan (monokultur). Pengurangan laju penyerapan cahaya disebabkan oleh berkurangnya jumlah dan luas daun yang berperan dalam penyerapan cahaya. Analisis korelasi antara jumlah dan luas daun dengan PAR sangat nyata positif (Tabel 14). Peningkatan luas daun berhubungan erat dengan peningkatan kemampuan menyerap cahaya (PAR) yang digunakan sebagai sumber energi untuk fotosintesis.

Setiap genotipe mempunyai laju fotosintesis yang berbeda pada masing-masing intensitas naungan (Tabel 10). Laju fotosintesis berkurang dengan tingginya intensitas naungan, yang ditunjukkan oleh analisis regresi antara

Tabel 9. Rata-rata laju penyerapan cahaya (PAR) genotipe kedelai pada umur 4 dan 6 MST dengan empat intensitas naungan. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Genotipe	SPAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{dt}$) umur 4 MST				PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{dt}$) umur 6 MST			
	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3
IBK5-143-3-7	500	400	280	159	500	400	285	164
IBK5-147-2-11	500	399	279	160	500	399	285	165
IBK5-172-4-36	500	401	281	160	500	399	286	164
IBK5-173-5-37	499	400	279	159	500	400	285	164
IBK5-173-5-37	501	399	279	160	500	399	285	165
Ilj9-299-1-4	501	400	281	160	500	400	286	165
IBM22-861-2-22	501	399	280	159	501	400	285	164
IBM22-862-4-1	500	401	280	159	501	400	284	164
IBM22-867-4-7	500	399	281	159	499	399	286	164
IBM22-873-1-13	500	400	281	160	500	401	286	166
IBlj11-431-2-20	501	400	281	161	500	399	286	164
Al26-1114-8-28	500	400	280	161	500	400	285	164
Pangrango	500	279	279	159	500	399	285	166
Argomulyo	500	400	281	160	500	401	285	166
Grobogan	500	399	279	160	500	400	286	165
LSD (5%)	0,95	0,55	0,79	0,48	0,91	0,67	0,41	0,43
Rata-rata	500,2	391,7	280,1	159,7	500,1	399,7	285,3	164,7
Koef. keragaman (%)	0,11	0,08	0,17	0,19	0,11	0,10	0,09	0,16

N0: tanpa naungan, N1, N2, dan N3 berturut-turut adalah naungan 25%, 50%, dan 75%.

Tabel 10. Rata-rata laju fotosintesis genotipe kedelai pada umur 4 dan 6 MST dengan empat intensitas naungan. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Genotipe	Laju fotosintesis ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{dt}$) umur 4 MST				Laju fotosintesis ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{dt}$) umur 6 MST			
	N0	N1	N2	N3	N0	N1	N2	N3
IBK5-143-3-7	16,2	7,9	10,7	6,3	13,3	18,6	17,1	7,7
IBK5-147-2-11	16,4	10,7	10,3	6,7	12,3	19,2	16,3	9,2
IBK5-172-4-36	16,1	10,5	6,7	5,5	13,4	17,4	16,0	8,7
IBK5-173-5-37	14,1	14,2	9,8	2,0	14,8	18,6	14,0	8,2
IBK5-173-5-37	15,2	10,5	9,5	5,3	17,9	18,7	11,5	7,0
Ilj9-299-1-4	16,7	10,9	6,2	5,3	15,2	19,6	13,2	6,7
IBM22-861-2-22	15,0	10,4	12,8	4,5	18,7	18,7	10,5	7,1
IBM22-862-4-1	12,4	11,1	9,0	3,2	17,6	18,7	12,7	8,9
IBM22-867-4-7	14,3	8,8	7,8	3,8	16,8	18,8	11,1	7,2
IBM22-873-1-13	12,4	12,0	8,0	3,8	17,5	18,9	10,3	8,3
IBlj11-431-2-20	14,8	8,8	7,4	3,6	19,0	16,7	12,9	7,9
Al26-1114-8-28	14,6	11,9	8,7	5,0	20,6	20,5	10,2	7,1
Pangrango	13,9	9,2	9,2	5,3	19,5	17,4	8,5	8,5
Argomulyo	14,3	8,5	7,9	3,8	20,2	18,2	7,6	9,0
Grobogan	15,6	14,3	8,9	6,9	19,9	18,4	13,4	8,4
LSD (5%)	1,28	0,99	1,09	0,27	1,36	1,34	1,34	0,49
Rata-rata	14,8	10,6	8,9	4,7	17,1	18,6	12,4	8,0
Koef. keragaman (%)	5,18	5,55	7,36	3,45	4,73	4,33	6,51	3,63

N0: tanpa naungan, N1, N2, dan N3 berturut-turut adalah naungan 25%, 50%, dan 75%.

intensitas naungan dengan laju fotosintesis yang bersifat linier negatif (Gambar 4). Perlakuan naungan 25%; 50%; dan 75% masing-masing menyebabkan berkurangnya laju fotosintesis pada umur 4 MST sebesar 22,32%; 28,74%; dan 40,32%, serta pada umur 6 MST sebesar 17,07%, 20,58%,

dan 25,92%. Pengurangan laju fotosintesis terjadi akibat berkurangnya penerimaan cahaya matahari. Analisis korelasi antara laju fotosintesis dengan laju penyerapan PAR menunjukkan koefisien yang sangat nyata positif, $r = 0,91^{**}$ (4 MST), dan $0,82^{**}$ (6 MST).

Tabel 11. Rata-rata umur polong matang genotipe kedelai pada perlakuan empat intensitas naungan. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

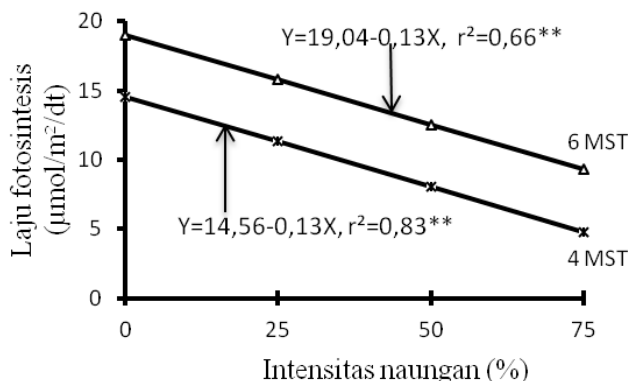
Genotipe	Umur polong matang (HST)			
	N0	N1	N2	N3
BK5-143-3-7	75	79	79	79
IBK5-147-2-11	77	79	79	79
IBK5-172-4-36	76	80	80	80
IBK5-173-5-37	77	79	79	79
IBK5-173-5-37	75	79	79	79
Ilij9-299-1-4	76	80	80	80
IBM22-861-2-22	77	79	79	79
IBM22-862-4-1	77	79	79	79
IBM22-867-4-7	76	80	80	80
IBM22-873-1-13	74	71	71	71
IBlj11-431-2-20	71	80	80	80
AI26-1114-8-28	72	71	71	71
Pangrango	76	80	80	80
Argomulyo	71	71	71	71
Grobogan	73	72	72	72
LSD (5%)	1,49	tn	tn	tn
Rata-rata	75	77	77	77
Koef. keragaman (%)	1,19	0,56	0,14	1,51

N0: tanpa naungan, N1, N2, dan N3 berturut-turut adalah naungan 25%, 50%, dan 75%.

Tabel 12. Rata-rata jumlah polong isi per tanaman genotipe kedelai pada perlakuan empat intensitas naungan. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Genotipe	Jumlah polong isi /tanaman				
	N0	N1	N2	N3	Rata-rata
IBK5-143-3-7	28	31	20	9	22,1
IBK5-147-2-11	31	20	20	9	19,9
IBK5-172-4-36	27	27	14	7	18,7
IBK5-173-5-37	25	21	15	5	16,6
IBK5-173-5-37	31	22	15	7	18,7
Ilij9-299-1-4	48	25	17	10	25,1
IBM22-861-2-22	33	22	18	6	19,9
IBM22-862-4-1	38	16	13	7	18,4
IBM22-867-4-7	29	18	12	6	16,3
IBM22-873-1-13	36	25	17	7	21,2
IBlj11-431-2-20	39	16	14	7	19,1
AI26-1114-8-28	37	25	17	10	22,3
Pangrango	40	28	15	6	22,3
Argomulyo	35	20	13	11	19,6
Grobogan	25	15	11	5	14,1
LSD (5%)	2,75	2,62	2,51	1,56	
Rata-rata	33,47	21,99	15,46	7,63	19,6
Koef. keragaman (%)	4,91	7,13	9,69	12,23	

N0: tanpa naungan, N1, N2, dan N3 berturut-turut adalah naungan 25%, 50%, dan 75%.



Gambar 4. Hubungan regresi antara intensitas naungan dengan laju fotosintesis. Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Umur polong matang genotipe pada perlakuan tanpa naungan menunjukkan perbedaan, namun tidak pada perlakuan naungan (Tabel 11). Umur polong matang paling genjah pada masing-masing naungan adalah sama, yaitu 71 hari, sedangkan umur paling panjang beragam antarnaungan, yaitu 77 hari (naungan 25% dan 50%) hingga 80 hari (naungan 75%). Umur polong matang pada perlakuan tanpa naungan rata-rata 75 hari dan pada perlakuan naungan 77 hari.

Jumlah polong isi berbeda antargenotipe (Tabel 12). Genotipe Ilij9-299-1-4 mampu membentuk polong isi

dalam jumlah yang lebih banyak dibanding varietas Pangrango pada perlakuan tanpa naungan. Jumlah polong terbanyak pada perlakuan naungan 25% dicapai oleh genotipe IBK5-143-3-7, naungan 50% oleh genotipe IBK5-143-3-7 dan IBK5-147-2-11, dan naungan 75% oleh varietas Argomulyo.

Peningkatan intensitas naungan diikuti oleh pengurangan jumlah polong isi (Gambar 5), karena semakin tinggi intensitas naungan semakin berkurang jumlah cahaya yang diterima kanopi tanaman, yang berdampak pada terganggunya proses fotosintesis. Dengan demikian, fotosintat yang dialokasikan untuk pembentukan polong dan biji menjadi berkurang. Jumlah polong isi berkorelasi sangat nyata dengan PAR dan fotosintesis pada umur 4 dan 6 MST masing-masing dengan koefisien korelasi $r = 0,89^{**}$ dan $0,91^{**}$ dengan PAR, serta $0,83^{**}$ dan $0,74^{**}$ dengan laju fotosintesis. Data ini menunjukkan peningkatan PAR dan laju fotosintesis berhubungan erat dengan peningkatan jumlah polong isi.

Naungan 25%, 50% dan 75% masing-masing menyebabkan pengurangan jumlah polong isi 26,4%; 52,7%; dan 79,1% dibanding tanpa naungan. Pengurangan jumlah polong isi berdampak pada pengurangan bobot biji.

Bobot biji antargenotipe menunjukkan perbedaan antarperlakuan naungan (Tabel 13). Genotipe Ij9-299-1-4 dan AI26-1114-8-28 konsisten berbobot biji tertinggi di empat perlakuan naungan, melebihi rata-rata bobot biji 15 genotipe yang diuji.

Bobot biji berkorelasi nyata positif dengan peubah jumlah dan luas daun pada umur 4; 6; dan 8 MST, laju penyerapan cahaya (PAR); dan fotosintesis pada umur 4 dan 6 MST; dan jumlah polong isi (Tabel 14).

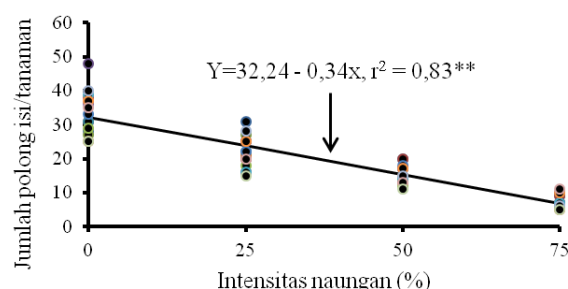
Tabel 13. Bobot biji genotipe kedelai pada perlakuan empat intensitas naungan. KP Kendalpayak, Malang M 2011.

Genotipe	Bobot biji (g/tanaman)				
	N0	N1	N2	N3	Rata-rata
IIBK5-143-3-7	5,5	12,9	4,3	1,9	6,1
IBK5-147-2-11	9,0	6,8	5,6	1,9	5,8
IBK5-172-4-36	4,6	4,0	3,4	0,6	3,1
IBK5-173-5-37	8,7	9,8	4,2	1,1	5,9
IBK5-173-5-37	7,8	3,3	5,1	1,4	4,4
Ij9-299-1-4	13,5	8,9	5,3	2,5	7,5
IBM22-861-2-22	10,5	4,1	2,1	0,8	4,3
IBM22-862-4-1	7,5	5,2	2,5	0,6	4,0
IBM22-867-4-7	8,1	5,0	3,5	1,6	4,6
IBM22-873-1-13	8,1	6,4	3,2	1,7	4,8
IBIj11-431-2-20	15,5	2,9	2,8	1,8	5,8
AI26-1114-8-28	10,4	7,1	5,7	2,3	6,4
Pangrango	8,9	6,5	2,6	0,8	4,7
Argomulyo	9,0	5,0	2,5	1,5	4,5
Grobogan	8,2	2,8	2,2	0,8	3,5
LSD (5%)	0,75	0,43	0,41	0,25	
Rata-rata	9,0	6,0	3,7	1,4	5,0
Koef. keragaman (%)	5,20	4,21	6,29	9,92	

N0: tanpa naungan, N1, N2, dan N3 berturut-turut adalah naungan 25%, 50%, dan 75%.

Peningkatan jumlah daun, luas daun, PAR, fotosintesis, dan jumlah polong isi berpotensi meningkatkan bobot biji. Sebaliknya, bobot biji menurun seiring dengan meningkatnya intensitas naungan.

Regresi analisis antara intensitas naungan dengan bobot biji per tanaman bersifat linier negatif dengan persamaan $Y = 8,80 - 0,1X$; $r^2 = 0,66^{**}$ (Gambar 6). Perlakuan naungan 25%, 50%, dan 75% menyebabkan pengurangan bobot biji masing-masing 28,4%; 56,8%; dan 85,2% dibandingkan dengan tanpa naungan. Besarnya pengurangan bobot biji sejalan dengan besarnya pengurangan jumlah polong isi. Jumlah polong isi berkorelasi sangat nyata dengan bobot biji per tanaman ($r = 0,89^{**}$). Jumlah polong merupakan komponen hasil yang paling menentukan hasil, baik pada kondisi tanpa cekaman, maupun tercekam naungan (Liu *et al.* 2010). Artinya, naungan menyebabkan berkurangnya asimilat yang dapat dialokasikan untuk pembentukan organ reproduktif



Gambar 5. Hubungan regresi antara intensitas naungan dengan jumlah polong isi kedelai. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Tabel 14. Korelasi antara hasil (bobot biji) dengan karakter jumlah daun, luas daun, PAR, fotosintesis dan jumlah polong isi. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Karakter	BKBJ	JD 4	JD 6	JD 8	LD 4	LD 6	LD 8	PAR 4	PAR 6	FS 4	FS 6	JPI
BKBJ	1											
JD 4	0,59**	1										
JD 6	0,75**	0,78**	1									
JD 8	0,73**	0,79**	0,97**	1								
LD 4	0,61**	0,66**	0,72**	0,68**	1							
LD 6	0,78**	0,78**	0,85**	0,83**	0,80**	1						
LD 8	0,79**	0,54**	0,70**	0,69**	0,57**	0,76**	1					
PAR 4	0,80**	0,74**	0,88**	0,85**	0,73**	0,88**	0,79**	1				
PAR 6	0,81**	0,75**	0,89**	0,86**	0,75**	0,90**	0,79**	0,99**	1			
FS 4	0,74**	0,69**	0,81**	0,78**	0,67**	0,84**	0,76**	0,91**	0,82**	1		
FS 6	0,71**	0,75**	0,84**	0,80**	0,65**	0,76**	0,55**	0,91**	0,83**	0,70**	1	
JPI	0,89**	0,68**	0,86**	0,84**	0,73**	0,88**	0,86**	0,89**	0,91**	0,83**	0,74**	1

BKBJ: bobot biji; JD: jumlah daun; LD: luas daun; PAR: Photosynthetically active radiation; FS: fotosintesis; JPI: jumlah polong isi, angka 4, 6, dan 8 menunjukkan umur dalam minggu setelah tanam.

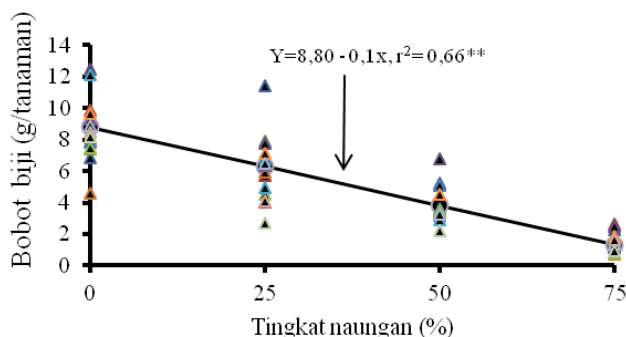
seperti bunga dan polong. yang berdampak pada berkurangnya jumlah polong. Pada penelitian ini, jumlah polong isi berkorelasi sangat nyata positif dengan laju fotosintesis ($r=0,74^{**}$), laju fotosintesis berkorelasi sangat nyata positif dengan luas daun ($r=0,76^{**}$), dan luas daun berkorelasi sangat nyata positif dengan PAR (Tabel 14). Peningkatan jumlah daun berhubungan erat dengan peningkatan luas daun total. Daun merupakan organ fotosintesis yang berperan dalam penyerapan cahaya, sehingga meningkatnya luas daun diikuti oleh meningkatnya penyerapan cahaya (PAR) dan laju fotosintesis. Peningkatan laju fotosintesis berdampak pada peningkatan alokasi fotosintat ke organ reproduktif yang ditunjukkan oleh peningkatan jumlah polong isi dan bobot biji per tanaman.

Berdasarkan nilai koefisien lintas (Tabel 15) dapat disimpulkan bahwa dari 11 karakter kuantitatif yang dianalisis, terdapat satu karakter yang mutlak dominan mandiri menentukan bobot biji, jumlah polong isi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi antara jumlah

polong isi dengan bobot biji ($r=0,89^{**}$) yang hampir sama besar dengan pengaruh langsungnya ($r=0,86^{**}$). Hal tersebut menunjukkan bahwa koefisien korelasi memiliki derajat keeratan hubungan yang tinggi antara jumlah polong isi dengan bobot biji. Jumlah polong isi dapat digunakan sebagai indikator seleksi di bawan naungan untuk mendapatkan genotipe yang mampu menghasilkan bobot biji tinggi.

Berdasarkan analisis sidik lintas pada Tabel 16 diketahui jumlah polong isi ditentukan oleh jumlah daun dan spesifik luas daun pada umur 8 MST. Berdasarkan nilai koefisien lintas (Tabel 16) bawa tidak terdapat karakter yang mutlak dominan mandiri menentukan jumlah polong isi. Namun, secara relatif jumlah daun dan spesifik luas daun pada umur 8 MST berkorelasi positif cukup besar dengan jumlah polong isi, masing-masing dengan koefisien korelasi $r = 0,61$ dan $0,27$ serta pengaruh langsung yang juga positif, yaitu $0,47$ dan $0,48$. Berdasarkan kenyataan tersebut, maka jumlah daun dan spesifik luas daun pada umur 8 MST mempunyai kekuatan yang lebih besar dibandingkan dengan karakter yang lain dalam menentukan jumlah polong isi ke arah positif, walaupun keduanya tidak dominan secara mutlak menentukan jumlah polong isi. Pada umur 8 MST, kedelai berada pada fase pengisian polong, sehingga membutuhkan alokasi fotosintat ke polong cukup besar. Oleh karena itu, keberadaan daun yang didukung oleh kemampuannya menyerap cahaya dalam jumlah besar sangat diperlukan untuk meningkatkan proses fotosintesis.

Berdasarkan nilai indeks toleransi terhadap cekaman naungan (ITC), genotipe IJ9-299-1-4 konsisten menempati posisi pertama pada tiga perlakuan naungan (25%, 50%, dan 75%), dengan kriteria sangat toleran. Genotipe AI26-1114-8-28 menempati posisi ketiga pada



Gambar 6. Hubungan antara bobot biji per tanaman dengan intensitas naungan. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Tabel 15. Koefisien pengaruh langsung (angka yang digaris bawah) dan tak langsung karakter kuantitatif kedelai terhadap bobot biji. KP Kendalpayak, MT 2011.

	JD 4	JD 6	JD 8	LD 4	LD 6	LD 8	PAR 4	PAR 6	FS 4	FS 6	JPI	r_{xy}
JD 4	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	0,59
JD 6	-0,02	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	0,75
JD 8	-0,06	-0,07	-0,07	-0,05	-0,06	-0,05	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06	0,73
LD 4	-0,10	-0,11	-0,11	-0,16	-0,13	-0,09	-0,12	-0,12	-0,11	-0,10	-0,12	0,61
LD 6	0,10	0,11	0,11	0,11	0,13	0,10	0,12	0,12	0,11	0,10	0,12	0,78
LD 8	0,06	0,08	0,08	0,07	0,09	0,12	0,09	0,09	0,09	0,06	0,10	0,79
PAR 4	0,23	0,27	0,26	0,23	0,27	0,25	0,31	0,31	0,28	0,28	0,28	0,80
PAR 6	-0,29	-0,34	-0,33	-0,29	-0,35	-0,30	-0,38	-0,38	-0,31	-0,32	-0,35	0,81
FS 4	-0,10	-0,11	-0,11	-0,09	-0,12	-0,11	-0,13	-0,12	-0,14	-0,10	-0,12	0,74
FS 6	0,13	0,14	0,13	0,11	0,13	0,09	0,15	0,14	0,12	0,17	0,12	0,71
JPI	0,59	0,74	0,72	0,63	0,76	0,74	0,77	0,79	0,72	0,64	0,86	0,89

Pengaruh sisa = 0,26

JD: jumlah daun; LD: luas daun; PAR: Photosynthetically active radiation; FS: fotosintesis; JPI: jumlah polong isi, angka 4, 6, dan 8 menunjukkan umur dalam minggu setelah tanam.

Tabel 16. Koefisien pengaruh langsung (angka yang digaris bawah) dan tak langsung karakter pertumbuhan kedelai terhadap jumlah polong isi. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Karakter	TT2	TT4	TT6	TT8	JD4	LD2	JD4	JD6	JD8	SLD4	SLD6	SLD8	rx _y
TT2	0,54	0,52	0,41	0,46	0,44	0,42	0,36	0,34	0,09	-0,20	0,13	0,54	-0,01
TT4	-4,82	-5,07	-4,06	-4,34	-4,45	-4,09	-2,86	-3,16	-0,90	2,13	-0,76	-5,07	-0,03
TT6	1,76	1,86	2,33	2,08	1,23	1,36	1,03	1,25	0,83	-1,25	-0,18	2,33	0,42
TT8	-0,33	-0,33	-0,35	-0,39	-0,26	-0,28	-0,21	-0,28	-0,19	0,15	-0,06	-0,39	0,35
JD4	1,69	1,84	1,11	1,39	2,10	1,40	1,18	1,20	0,10	-0,16	0,78	2,10	-0,16
LD2	0,91	0,94	0,68	0,85	0,77	1,16	0,62	0,91	0,16	-0,33	0,36	1,16	-0,01
JD4	0,22	0,18	0,14	0,18	0,18	0,17	0,33	0,17	-0,06	0,05	0,20	0,33	0,04
JD6	-0,30	-0,31	-0,26	-0,36	-0,28	-0,39	-0,25	-0,49	-0,20	0,09	-0,23	-0,49	0,39
JD8	0,07	0,08	0,17	0,23	0,02	0,06	-0,09	0,19	0,47	-0,10	-0,09	0,47	0,61
SLD4	0,19	0,21	0,27	0,19	0,04	0,14	-0,08	0,09	0,11	-0,51	-0,25	-0,51	-0,15
SLD6	0,04	0,02	-0,01	0,02	0,06	0,05	0,09	0,07	-0,03	0,07	0,15	0,15	-0,01
SLD8	0,02	0,01	-0,01	0,03	-0,02	-0,03	-0,08	0,09	0,23	-0,08	-0,07	0,48	0,27

Pengaruh sisa = 0.06

TT: tinggi tanaman, JD: jumlah daun; LD: luas daun; PAR: Photosynthetically active radiation; FS: fotosintesis; JPI: jumlah polong isi, angka 2, 4, 6, dan 8 menunjukkan umur dalam minggu setelah tanam.

Tabel 17. Indeks toleransi genotipe kedelai terhadap naungan (ITC) pada intensitas naungan berbeda. KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

Genotipe	Indeks toleransi terhadap naungan, pada naungan:					
	25%	Kriteria	50%	Kriteria	75%	Kriteria
IBK5-143-3-7	0,9	AT	0,3	AT	0,1	AT
IBK5-147-2-11	0,7	AT	0,6	T	0,2	AT
IBK5-172-4-36	0,2	R	0,2	R	0,0	R
IBK5-173-5-37	1,0	T	0,4	AT	0,1	AT
IBK5-173-5-37	0,3	R	0,5	AT	0,1	AT
Ilj9-299-1-4	1,5	ST	0,9	ST	0,4	ST
IBM22-861-2-22	0,5	AT	0,3	AT	0,1	AT
IBM22-862-4-1	0,5	AT	0,2	AT	0,1	R
IBM22-867-4-7	0,5	AT	0,3	AT	0,2	AT
IBM22-873-1-13	0,6	AT	0,3	AT	0,2	AT
IBIj11-431-2-20	0,5	AT	0,5	AT	0,3	T
AI26-1114-8-28	0,9	AT	0,7	T	0,3	T
Pangrango	0,7	AT	0,3	AT	0,1	AT
ATgomulyo	0,5	AT	0,3	AT	0,2	AT
Grobogan	0,3	R	0,2	AT	0,1	AT
Rata-rata	0,6		0,4		0,2	

ST: sangat toleran, T: toleran, AT: agak tahan, dan R: rentan.

perlakuan naungan 25% (agak toleran) dan 75%, (toleran), serta posisi ke dua pada perlakuan naungan 50% (toleran) (Tabel 17).

Indeks toleransi terhadap cekaman naungan berkorelasi sangat nyata positif dengan bobot biji ($r=0,88^{**}$), jumlah polong isi ($r=0,72^{**}$), luas daun ($r=0,63^{**}$), dan laju fotosintesis pada umur 6 MST ($r=0,65^{**}$). Hal ini menunjukkan peningkatan indeks

toleransi terhadap cekaman berhubungan erat dengan bobot biji, jumlah polong isi, luas daun, dan laju fotosintesis pada umur 6 MST.

Berdasarkan kriteria bobot biji dan nilai indeks toleransi terhadap cekaman, genotipe Ilj9-299-1-4 dan AI26-1114-8-28 sesuai dikembangkan di lingkungan dengan intensitas naungan hingga 75%. Pada intensitas naungan 75%, kedua genotipe lebih efisien dalam penggunaan fotosintat untuk pembentukan biji dibandingkan dengan genotipe lainnya.

Analisis sidik lintas antara karakter kuantitatif dengan ITC menunjukkan tidak terdapat karakter kuantitatif yang mutlak dominan mandiri menentukan ITC (Tabel 18). Namun secara relatif, tinggi tanaman pada umur 6 MST dan bobot biji memberikan nilai koefisien korelasi yang sangat nyata positif terhadap ITC (0,52 dan 0,95). Koefisien pengaruh langsung kedua karakter tersebut juga positif cukup besar (0,84 dan 0,78). Berdasarkan nilai tersebut, karakter tinggi pada umur 6 MST dan bobot biji mempunyai kemampuan yang lebih besar dalam menentukan ITC ke arah positif dibandingkan dengan karakter kuantitatif yang lain, walaupun keduanya tidak dominan secara mutlak.

Berdasarkan informasi tersebut dapat dinyatakan bahwa keserempakan analisis terhadap semua karakter yang berhubungan erat dengan ITC perlu mendapat perhatian. Terdapat dua karakter yang harus diperhatikan dari 14 karakter kuantitatif yang diuji, yaitu tinggi tanaman pada umur 6 MST dan bobot biji per tanaman. Peningkatan tinggi tanaman merupakan upaya yang dilakukan tanaman untuk meningkatkan peluang mendapatkan cahaya matahari lebih banyak.

Tabel 18. Koefisien pengaruh langsung (angka yang digaris bawah) dan tak langsung karakter kuantitatif kedelai terhadap indeks toleransi terhadap naungan (ITC). KP Kendalpayak, Malang, MT 2011.

	TT2	TT4	TT6	TT8	JD4	LD2	JD4	JD6	JD8	SLD4	SLD6	SLD8	JPI	BKBJ	r _{xy}
TT2	0,29	0,28	0,22	0,24	0,23	0,23	0,19	0,18	0,05	-0,11	0,07	0,01	0,00	0,01	0,16
TT4	-1,43	-1,51	-1,21	-1,29	-1,32	-1,22	-0,85	-0,94	-0,27	0,63	-0,23	-0,03	0,05	0,04	0,10
TT6	0,64	0,67	0,84	0,75	0,44	0,49	0,37	0,45	0,30	-0,45	-0,07	-0,02	0,35	0,30	0,52
TT8	0,22	0,22	0,23	0,26	0,17	0,19	0,14	0,19	0,13	-0,10	0,04	0,02	0,09	0,09	0,49
JD4	0,21	0,23	0,14	0,17	0,26	0,17	0,15	0,15	0,01	-0,02	0,10	-0,01	-0,04	-0,04	-0,13
LD2	0,27	0,28	0,21	0,26	0,23	0,35	0,19	0,28	0,05	-0,10	0,11	-0,02	0,00	-0,08	-0,03
JD4	-0,10	-0,08	-0,07	-0,08	-0,08	-0,08	-0,15	-0,08	0,03	-0,03	-0,09	0,02	-0,01	0,01	-0,04
JD6	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03	-0,02	-0,03	-0,02	-0,04	-0,02	0,01	-0,02	-0,01	-0,02	-0,01	0,27
JD8	-0,01	-0,01	-0,01	-0,02	0,00	-0,01	0,01	-0,02	-0,04	0,01	0,01	-0,02	-0,02	-0,02	0,63
SLD4	0,04	0,04	0,05	0,04	0,01	0,03	-0,02	0,02	0,02	-0,10	-0,05	0,02	0,01	0,03	-0,42
SLD6	0,03	0,02	-0,01	0,02	0,04	0,03	0,07	0,05	-0,02	0,05	0,11	-0,02	0,00	-0,01	-0,15
SLD8	0,01	0,00	0,00	0,01	-0,01	-0,01	-0,03	0,04	0,09	-0,03	-0,02	0,18	0,05	0,01	0,09
JPI	0,00	0,01	-0,13	-0,11	0,05	0,00	-0,01	-0,12	-0,18	0,04	0,00	-0,08	-0,30	-0,19	0,66
BKBJ	0,03	-0,02	0,28	0,28	-0,11	-0,17	-0,06	0,10	0,47	-0,22	-0,10	0,05	0,49	0,78	0,95

Pengaruh sisa = 0,03

JD: jumlah daun; LD: luas daun; SLD: spesifik luas daun, JPI: jumlah polong isi, BKBJ: bobot biji, angka 4, 6, dan 8 menunjukkan umur dalam minggu setelah tanam

KESIMPULAN

Intensitas naungan hingga 75%, meningkatkan tinggi tanaman dan spesifik luas daun, tetapi mengurangi jumlah dan luas daun, laju penyerapan cahaya, laju fotosintesis, indeks klorofil, jumlah polong isi dan bobot biji per tanaman.

Pada kondisi ternaungi, bobot biji ditentukan oleh jumlah dan luas daun, laju penyerapan cahaya (PAR), laju fotosintesis dan jumlah polong isi.

Jumlah polong isi dinilai efektif sebagai kriteria pemilihan kedelai hasil tinggi pada kondisi ternaungi. Tinggi tanaman dan bobot biji dapat digunakan sebagai indikator toleransi terhadap naungan. Genotipe AI26-1114-8-28 dan Ilij9-299-1-4 toleran terhadap naungan dengan intensitas hingga 75% berdasarkan nilai indeks toleransi terhadap cekaman (ITC).

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Proyek AFACI sebagai penyandang dana penelitian, Balitbangtan, dan Puslitbang Tanaman Pangan yang telah memberikan kesempatan bagi pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bakhshy, J., K. Ghassemi-Golezani, S. Zehtab-Salmasi, and M. Moghaddam. 2013. Effects of water deficit and shading on morphology and grain yield of soybean (*Glycine Max L.*). Tech. J. Engin. & App. Sci. 3(1):39-43. <http://tjeas.com/wp-content/uploads/2013/01/39-43.pdf> Tanggal 2 April 2013.

De Carvalho Gonçalves, J.F., D.C. De Sousa Barreto, U.M. Dos Santos Jr., A.V.Fernandes, P.D.T. Barbosa Sampaio, and M.S. Buckeridge. 2005. Growth, photosynthesis and stress indicators in young rosewood plants (*Aniba roseodora* Ducke) under different light intensities. Braz. J. Plant Physiol. 17:325-334.

Doreste, S.E., C. Arias, and A. Bellotti. 1979. Field evaluations of cassava cultivars for resistance to tetranychid mites. In. Brekelbaum, T., A. Bellotti, and J.C. Lazaro. Proceedings Cassava Protection Workshop. p.161-164.

Fernandez, G.C.J. 1993. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp. 257-270. In: C.G. Kuu (ed.). Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress. Proc. of an Inter. Sym., Taiwan, 13-18 August 1992. AVRDC.

Franklin, K.A. 2008. Shade avoidance. New Phytol. 170:930-944. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/> Tanggal 8 Januari 2014.

Gao, W.R., X.S.H. Wang, P. Liu, Ch. Chen, J.G. Li, J.S. Zhang, and 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.

He, H., L.Yang, L. Zhao, H. Wu, L. Fan, Y. Xie, Y. Zhu, and C. Li. 2012. The temporal-spatial distribution of light intensity in maize and soybean intercropping systems. J. Resour. Ecol. 3 (2) 169-173. <http://www.jorae.cn/fileup/PDF/> Tanggal 24 September 2014.

Kakiuchi, J. and T. Kobata. 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/pps.9.20 Tanggal 28 Maret 2013.

Kisman, N. Khumaida, Trikoesoemaningtyas, Sobir, dan D. Sopandie. 2007. Karakter morfo-fisiologi daun, penciri adaptasi kedelai terhadap intensitas cahaya rendah. Bul. Agron. 35(2):96-102.

Li, C.Y., Z.D. Sun, H.Z. Chen, and S.Z. Yang. 2006. Influence of shading stress during different growth stage on yield and main characters of soybean. Southwest China Journal of Agricultural Sciences 19:265-269.

- 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.
- Muhuria, K.N. Tyas, N. Khumaida, Trikoesoemaningtyas, dan D. Sopandie. 2006. Adaptasi tanaman kedelai terhadap intensitas cahaya rendah : Karakter daun untuk efisiensi penangkapan cahaya. *Bul. Agron.* 34(3):133-140.
- Mielke, M.S. and B. Schaffer. 2010. Photosynthetic and growth responses of *Eugenia uniflora* L. seedlings to soil flooding and light intensity. *Environ. Exper Bot.* 68:113-121.
- Paciullo, D.S.C., P.B. Fernandes, C.A. de Miranda Gomide, C.R.T. de Castro, F. de Souza Sobrinho, and C.A.B. de Carvalho. 2011. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. *R. Bras. Zootec.* 40(2). <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000200006> Tanggal 12 April 2013.
- Panhwar, M.A., F.H. Memph, M.A. Kalhor, and M.I. Somro. 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.
- Pantilu, L.I., F.R. Mantiri, N.S. Ai, dan D. Pandiangan. 2012. Respons morfologi dan anatomi kecambah kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap intensitas cahaya yang berbeda. *Jurnal Bioslogos.* 2(2):79-87.
- 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. *Agriculture Sciences.* 2(2):61-67. <http://www.scirp.org/journal/AS/> Diakses tanggal 28 Maret 2013.
- Singh, R.K. and B.D. Chaudhary. 1977. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani Publ. Ludhiana. New Delhi.
- Sopandie, D., Kisman, N. Khumaida, Trikoesoemaningtyas, dan Sobir. 2007. Karakter morfo-fisiologi daun, penciri adaptasi kedelai terhadap intensitas cahaya rendah. *Bul. Agron.* 35(2):96-102.
- Sundari, T., Soemartono, Tohari, dan W. Mangoendidjojo. 2008. Anatomi daun kacang hijau genotipe toleran dan sensitive naungan. *Bul. Agron.* 36(3):221-228.
- Suwarto. 2013. Perubahan klorofil, luas daun spesifik, dan efisiensi penggunaan cahaya ubikayu pada sistem tumpangsari dengan jagung. *Bul. Agrohorti* 1(1):135-139.
- Trikoesoemaningtyas, D. Wirnas, I. Widodo, L. Muhuria, D. Soepandi, and T. Takano. 2008. Maximizing genetic improvement in the selection of soybean for adaptation to low light intensity. Proceeding of the final seminar "Toward harmonization between development and environmental conservation in biological production". pp.74-83.
- 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/> Tanggal 9 April 2013.
- Yang, X.Y., X.F. Ye, G.S. Liu, H.Q. Wei, and Y. Wang. 2007. Effects of light intensity on morphological and physiological characteristics of tobacco seedlings. *Chin. J. Appl. Ecol.* 18:2642-2645.
- Zhang, L., W. van der Werf, L. Bastiaans, S. Zhang, B. Li, and J.H.J. Spiertz. 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. *Field Crops Research.* 107:29-42. data2.xjlas.ac.cn:81/UploadFiles/.../106.pdf Tanggal 16 April 2013.
- Zhang, J., D.L. Smith, W. Liu, X. Chen, and W. Yang. 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> Tanggal 9 April 2013.

