

Respons Galur-galur Kedelai terhadap Naungan

Response of Soybean Lines to Shading Condition

Titik Sundari* dan Rina Artari

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl Raya Kendalpayak Km 8 PO Box 66 Malang 65101

*e-mail: titik_iletri@yahoo.co.id

NASKAH DITERIMA 31 AGUSTUS 2017 ; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 9 MEI 2018

ABSTRAK

Intensitas cahaya merupakan salah satu variabel lingkungan yang menjadi faktor utama dalam menentukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Cahaya merupakan sumber daya yang sering menjadi pembatas pertumbuhan tanaman, ketika kebutuhan air dan nutrisi terpenuhi. Hasil kedelai di bawah naungan dapat dimaksimalkan dengan penggunaan varietas yang sesuai. Penelitian bertujuan untuk mengetahui respons galur-galur kedelai (*Glycine max* L.) terhadap naungan. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Kendalpayak, Malang pada bulan Februari-Juni tahun 2014 dan 2015, menggunakan 21 galur dan satu varietas pembanding (Grobogan) untuk pengujian tahun 2014 dan dua varietas pembanding (Dena 1 dan Dena 2) untuk tahun 2015. Penelitian dilaksanakan pada dua lingkungan, yaitu tanpa naungan (L0) dan naungan 50% (L1). Rancangan acak kelompok tiga ulangan digunakan di setiap lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap genotipe memberikan respons berbeda terhadap lingkungan. Terdapat satu genotipe yang konsisten terpilih pada tahun 2014 dan 2015, yaitu K-453 dengan bobot biji 14,09 dan 11,33 g/tanaman. Berdasarkan nilai Indeks Toleransi Cekaman (ITC) terpilih lima genotipe dengan nilai ITC lebih tinggi daripada varietas Dena 1 (0,95), yaitu K-110, K-254, K-460, K-453, dan K-455, dengan nilai ITC berturut-turut 1,06, 1,01, 1,02, 1,10, dan 1,31.

Kata kunci: genotipe, kedelai, naungan, toleransi.

ABSTRACT

Light intensity is one of the environmental variables which become a major factor in determining the growth and development of plants. Light may limit the plant growth even the water and nutrients are available. The yield of soybean grown under shading can be maximized through planting of suitable varieties. This research activity aimed to study the responses of soybean lines under shading. The trial was conducted at Kendalpayak Research Station, at Malang Regency in February-June year 2014 and 2015, using 21 soybean lines and one check variety (Grobogan) for year 2014, and two check varieties (Dena 1 and Dena 2) for 2015 under two environment

conditions i.e. without shading (L0) and 50% shading (L1). A randomized block design with three replications was used for each environment treatment. The results showed that each genotype showed different response to the environment. There was one genotype that consistently selected to be tolerant to shading in 2014 and 2015, namely K-453 with seed weight of 14.09 and 11.33 g/plant, respectively. Based on Stress Tolerance Index (STI), five genotypes were selected with the STI values higher than that of Dena 1 variety (0.95), namely K-110, K-254, K-460, K-453, and K-455, with STI values of 1.06, 1.01, 1.02, 1.10, and 1.31, respectively.

Keywords: genotype, shading, soybean, tolerance.

PENDAHULUAN

Cahaya merupakan faktor lingkungan penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, serta metabolisme sekunder (Janska *et al.* 2009, Zoratti *et al.* 2014), mengatur laju pertumbuhan, perkembangan organ atau struktur, fungsi dan perilaku tanaman (Akari *et al.* 2014). Pertumbuhan tanaman yang normal membutuhkan radiasi cahaya yang optimal, karena penyinaran yang terlalu tinggi atau rendah akan menghasilkan penghambatan fotosintesis atau kekurangan cahaya. Pada kondisi radiasi tinggi, terjadi penghambatan fotosintesis, di mana organ fotosintesis menyerap energi cahaya yang berlebihan, mengakibatkan inaktivasi atau gangguan dari pusat-pusat reaksi klorofil yang mengandung kloroplas dan mengakibatkan aktivitas fotosintesis terganggu (Chen dan Murata 2011). Perubahan cahaya akibat naungan tidak hanya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman, tetapi juga berdampak besar pada fotosintesis tanaman, pertumbuhan tanaman, morfologi, anatomi, berbagai aspek fisiologi dan biokimia tingkat sel, serta waktu berbunga dan produktivitas tanaman (Dai *et al.* 2009; Deng *et al.* 2012).

Pada kondisi kekurangan cahaya, pertumbuhan tanaman terganggu sebagai akibat kekurangan ATP dan suplai energi yang dibutuhkan untuk fotosintesis (Valladares dan Niinemets 2008; Niinemets 2010). Respons tanaman terhadap kekurangan cahaya atau

naungan berkaitan dengan proses fisiologi, biokimia, anatomi dan morfologi daun (Valladares dan Niinemets 2008).

Tanaman mengembangkan mekanisme penghindaran sebagai strategi untuk menanggapi kekurangan cahaya akibat naungan melalui peningkatan tinggi tanaman dan pemanjangan hipokotil. Pemanjangan hipokotil dianggap sebagai indikator penghindaran tanaman terhadap naungan (Casal 2012). Menurut Wu *et al.* (2016), naungan selain memacu pemanjangan batang kedelai juga meningkatkan kadar klorofil dan rasio luas daun melalui penyesuaian morfologi, serta menyebabkan berkurangnya biomas, massa daun per satuan luas, tingkat ketebalan daun, dan rasio klorofil a:b.

Naungan secara nyata meningkatkan laju kerontokan bunga yang mengakibatkan berkurangnya jumlah polong per tanaman (Liu *et al.* 2010b), pada akhirnya akan mengurangi hasil. Menurut Liu *et al.* (2010b) dan Liu *et al.* (2013) kondisi lingkungan yang terjadi selama periode reproduktif akan menentukan hasil dan komponen hasil kedelai.

Hasil kedelai di lingkungan naungan dapat dimaksimalkan melalui penggunaan varietas yang adaptif naungan. Dengan demikian, pemilihan varietas yang sesuai untuk lingkungan naungan (intensitas cahaya rendah) menjadi sangat penting. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons galur-galur kedelai terhadap naungan atau lingkungan dengan intensitas cahaya rendah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Kendalpayak, Malang pada tahun 2014 dan 2015. Penelitian pertama dilakukan tahun 2014 di lingkungan naungan buatan (50%) dengan menggunakan 22 genotipe kedelai yang terdiri dari 21 galur dan satu varietas pembanding yaitu varietas Grobogan. Naungan berasal dari dua lapis net hitam yang dipasang pada ketinggian ± 2 m di atas permukaan tanah. Penelitian kedua dilakukan tahun 2015 pada dua lingkungan, yaitu tanpa naungan (L0) dan naungan buatan dengan tingkat naungan 50% (L1) menggunakan 23 genotipe kedelai, terdiri dari 21 galur dan varietas pembanding Dena 1 dan Dena 2 (varietas unggul baru adaptif naungan yang dilepas pada tahun 2014). Naungan yang digunakan sama dengan naungan pada penelitian tahun sebelumnya. Rancangan percobaan yang digunakan di masing-masing lingkungan pada tahun 2014 dan 2015 adalah rancangan acak kelompok, diulang tiga kali.

Pelaksanaan penelitian pertama dan kedua adalah sama, yaitu setiap genotipe ditanam pada dua baris

dengan panjang 3 m, jarak tanam $40 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$, dengan dua biji per lubang. Pemupukan 75 kg/ha Urea + 100 kg/ha SP36 + 100 kg/ha KCl dilakukan pada saat tanam. Pengendalian gulma dilakukan satu minggu sebelum tanam menggunakan herbisida dengan konsentrasi 2 mL/L air dengan volume semprot 400 L/ha , dilanjutkan penyiangian pada umur 4 minggu setelah tanam (MST). Hama dan penyakit dikendalikan menggunakan insektisida dan fungisida yang diaplikasikan 3 hari sekali. Volume semprot 400 L/ha pada fase vegetatif dan 500 L/ha pada fase generatif. Pengairan dilakukan pada saat tanam, pembungaan dan pengisian biji.

Pengamatan yang dilakukan pada tahun 2014 dan 2015 sama, kecuali bobot 100 biji yang hanya diamati pada tahun 2015. Hal ini dikarenakan kualitas fisik biji yang dihasilkan dari kegiatan tahun 2014 kurang baik, sehingga sulit untuk memilih 100 biji normal. Pengamatan tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, jumlah polong isi, dan bobot biji per tanaman dilakukan pada saat panen pada lima tanaman sampel. Data yang terkumpul diuji menggunakan analisis ragam. Untuk membandingkan dua nilai tengah digunakan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5%. Analisis korelasi sederhana dilakukan untuk mengukur tingkat hubungan antar karakter dihitung mengikuti prosedur Gomez dan Gomez (1983).

Pada penelitian tahun 2015 dilakukan pengamatan terhadap indeks toleransi terhadap cekaman (ITC)

$$ITC = \frac{(Hn \times Hc)}{(RHn)^2} \text{ (Fernandez 1993), dimana:}$$

RHn = rata-rata hasil pada lingkungan tanpa naungan,

Hn = hasil pada lingkungan tanpa naungan, dan

Hc = hasil pada lingkungan naungan.

Pemilihan galur didasarkan pada batas seleksi 30% terhadap bobot biji per tanaman. Batas seleksi dihitung dengan rumus:

$$Xs = Xu + k \cdot \delta f$$

dimana Xs = rata-rata galur terpilih, Xu = rata-rata seluruh galur, k = intensitas seleksi dalam satuan baku. Pada penelitian ini digunakan intensitas seleksi 30% dengan nilai baku 1,16, dan δf = simpangan baku.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Pertama (Tahun 2014)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa genotipe berpengaruh terhadap karakter tinggi tanaman, jumlah

buku subur, jumlah polong isi dan bobot biji per tanaman, tetapi tidak berpengaruh terhadap jumlah cabang (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing genotipe memberikan respons yang berbeda terhadap lingkungan pengujian (naungan). Perbedaan respons antar genotipe ditunjukkan dengan adanya perbedaan tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, jumlah polong isi, dan bobot biji per tanaman (Tabel 2).

Tinggi tanaman antar genotipe menunjukkan perbedaan (Tabel 2). Hal ini berarti bahwa masing-masing genotipe memberikan respons yang berbeda

terhadap naungan. Rata-rata tinggi tanaman tertinggi dicapai varietas Grobogan, yaitu 76,3 cm, sedangkan terendah 46,0 cm dicapai genotipe K-98 dan K-105. Menurut Polthanee *et al.* (2011) tinggi tanaman secara nyata dipengaruhi oleh perlakuan naungan. Tanaman yang terpapar intensitas cahaya rendah (naungan) akan mengalami perubahan fisiologis yang diekspresikan melalui karakteristik penghindaran terhadap naungan diantaranya adalah peningkatan tinggi tanaman (Page *et al.* 2010; Afifi dan Swanton 2011; Yang *et al.* 2014). Berdasarkan hasil analisis korelasi

Tabel 1. Analisis ragam karakter tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, jumlah polong, bobot 100 biji dan bobot biji per tanaman galur kedelai di lingkungan naungan. KP Kendalpayak, Malang. Februari-Juni 2014

Karakter	Kuadrat tengah		Koefisien keragaman (%)
	Ulangan	Genotipe	
Tinggi tanaman	1,38 ^{tn}	118,94 ^{**}	1,92
Jumlah cabang	0,04 ^{tn}	0,63 ^{tn}	15,00
Jumlah buku subur	0,65 ^{tn}	8,40 ^{**}	6,73
Jumlah polong isi	1,41 ^{tn}	31,04 ^{**}	5,26
Bobot biji per tanaman	0,30 ^{tn}	6,12 ^{**}	9,38

Keterangan : tn, *, dan ** = masing-masing menunjukkan tidak berbeda nyata, berbeda nyata dan sangat nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

Tabel 2. Tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, jumlah polong isi, dan bobot biji per tanaman genotipe kedelai di bawah naungan. KP Kendalpayak, Malang. Februari-Juni 2014

Galur	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah cabang per tanaman	Jumlah buku subur per tanaman	Jumlah polong isi per tanaman	Bobot biji (g/tanaman)
K-97	53,7	3	10	29	11,0
K-98	46,0	3	13	29	11,4
K-99	53,0	2	12	27	10,7
K-100	50,7	2	9	23	8,7
K-101	52,7	2	11	34	10,9
K-102	51,3	3	13	31	12,1
K-103	49,7	2	10	28	10,3
K-104	52,7	2	11	31	10,1
K-105	46,0	2	11	31	11,2
K-106	54,7	3	12	34	12,4
K-107	56,0	2	11	34	12,8
K-108	53,7	2	11	28	11,3
K-109	56,3	2	12	32	11,3
K-110	50,0	2	9	34	12,1
K-253	65,0	3	14	32	12,9
K-254	54,0	3	14	30	13,1
K-255	58,0	3	15	36	14,1
K-450	55,7	2	11	32	12,1
K-452	53,3	3	14	31	12,7
K-453	55,0	3	13	38	14,1
K-455	55,7	3	12	30	10,8
Grobogan	76,3	2	13	31	8,8
Rata-rata	54,5	2,4	11,9	31,1	11,59
BNT 5%	1,7	tn	1,3	2,7	1,8

pada Tabel 3, tinggi tanaman berkorelasi nyata positif dengan jumlah buku subur ($r=0,39^{**}$). Hal ini menunjukkan peningkatan tinggi tanaman berhubungan erat dengan peningkatan jumlah buku subur. Selain itu, peningkatan tinggi tanaman diduga juga berkaitan dengan pemanjangan ruas buku akibat etiolasi. Etiolasi atau pemanjangan batang merupakan salah satu upaya yang digunakan untuk meningkatkan peluang mendapatkan cahaya matahari pada kondisi kekurangan cahaya (Green-Tracewicz *et al.* 2011). Naungan meningkatkan kandungan auksin dan giberelin secara signifikan (Wu *et al.* 2017). Auksin dan giberelin memainkan peran penting dalam mengatur proses perkembangan dalam tubuh tanaman (Gou *et al.* 2010). Auksin memacu pemanjangan sel, terutama tunas, dan menginduksi dominasi apikal, sementara giberelin membantu pertumbuhan sel batang, daun dan bagian aerial lainnya dengan menyebabkan perpanjangan sel dan peningkatan panjang internodal (Bora dan Sarma 2006).

Jumlah cabang yang dicapai masing-masing genotipe tidak menunjukkan perbedaan (Tabel 2). Jumlah cabang yang dicapai berkisar antara 2-3 cabang/tanaman. Sebanyak 47,62% genotipe yang diuji menghasilkan 3 cabang/tanaman dan 52,38% genotipe menghasilkan 2 cabang/tanaman.

Jumlah buku subur dan jumlah polong isi genotipe yang diuji menunjukkan perbedaan (Tabel 1 dan 2). Jumlah buku subur terbanyak 15 buku, dicapai genotipe K-255. Dibandingkan dengan jumlah buku subur yang dicapai varietas Grobogan, jumlah buku subur yang dicapai genotipe K-255 lebih banyak 15,38%. Namun demikian, genotipe K-255 tumbuh lebih rendah dibandingkan varietas Grobogan. Hal ini diduga karena tingkat etiolasi varietas Grobogan lebih tinggi dibandingkan genotipe K-255. Berdasarkan hasil penelitian Sundari (2016), varietas Grobogan memiliki tingkat etiolasi hingga 87,79% apabila dipaparkan pada lingkungan naungan.

Jumlah polong isi per tanaman terbanyak (38 polong) dicapai genotipe K-453, sedangkan jumlah polong paling sedikit (23 polong) dicapai genotipe K-100 (Tabel 2). Jumlah polong berkorelasi positif nyata terhadap bobot biji per tanaman ($r=0,78^{**}$) (Tabel 3). Dengan demikian, peningkatan bobot biji per tanaman berhubungan erat dengan peningkatan jumlah polong isi yang terbentuk. Jumlah polong merupakan komponen hasil yang penting. Jumlah polong yang terbentuk ditentukan oleh kondisi lingkungan selama periode pembungaan hingga awal periode pengisian biji. Ketersediaan asimilat selama fase pasca berbunga mempengaruhi jumlah polong dan biji yang terbentuk (De Bruin dan Pedersen 2009). Dengan demikian, adanya perlakuan naungan selama

periode pertumbuhan tanaman kedelai hingga panen akan mempengaruhi jumlah polong isi yang terbentuk. Menurut Egli (2005), jumlah polong per tanaman dipengaruhi oleh perubahan cara budidaya dan kondisi lingkungan. Hasil penelitian Kakiuchi dan Kobata (2004) menunjukkan bahwa jumlah polong per tanaman dan jumlah biji per polong menurun dengan meningkatnya intensitas naungan. Penyebab pengurangan jumlah polong pada lingkungan naungan belum diketahui dengan jelas, apakah karena jumlah bunga yang terbentuk lebih sedikit atau jumlah bunga yang rontok banyak (Liu *et al.* 2010a). Berdasarkan batas seleksi 30% terhadap bobot biji/tanaman (13,2 g/tanaman), terpilih dua genotipe yaitu K-255 dan K-453 dengan bobot biji masing-masing 14,1 (Tabel 2).

Penelitian Kedua (Tahun 2015)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi genotipe dan lingkungan berpengaruh sangat nyata terhadap karakter tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, jumlah polong isi, bobot 100 biji dan bobot biji per tanaman (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa respons masing-masing genotipe terhadap lingkungan berbeda. Menurut Jaribi *et al.* (2013), perbedaan respons tersebut berpengaruh besar terhadap kegiatan seleksi galur harapan toleran cekaman abiotik.

Perlakuan naungan menyebabkan terjadinya peningkatan tinggi tanaman genotipe yang diuji, rata-rata 46,50% (Tabel 5). Peningkatan ini sebagai akibat adanya pemanjangan batang (etiolasi) dan hipokotil. Peningkatan tinggi tanaman merupakan salah satu mekanisme yang dikembangkan oleh tanaman untuk menghindari naungan dengan meningkatkan peluang mendapatkan cahaya matahari (Casal 2012, Wu *et al.* 2016). Demikian juga menurut Gong *et al.* (2015), bahwa penghindaran terhadap naungan ditandai dengan peningkatan tinggi batang utama, pemanjangan hipokotil, dan alokasi biomas ke batang.

Jumlah cabang, jumlah buku subur dan jumlah polong isi dipengaruhi oleh interaksi genotipe dan lingkungan (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa peringkat masing-masing genotipe berdasarkan karakter tersebut menunjukkan perbedaan di setiap lingkungan. Rata-rata jumlah cabang, jumlah buku subur dan jumlah polong isi disajikan pada Tabel 5.

Perlakuan naungan menyebabkan jumlah cabang dan jumlah buku subur beberapa genotipe meningkat dan beberapa genotipe yang lain berkurang, dan terdapat beberapa genotipe yang tidak mengalami perubahan jumlah cabang maupun jumlah buku subur (Tabel 5). Hasil penelitian lain menyatakan bahwa pengurangan rasio cahaya merah:inframerah (*red:*

Tabel 3. Koefisien korelasi sederhana antara komponen hasil dan hasil genotipe kedelai di bawah naungan. KP Kendalpayak, Malang. Februari-Juni 2014

Karakter	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah cabang/tanaman	Jumlah buku subur/tanaman	Jumlah polong isi/tanaman
Jumlah cabang per tanaman	0,02 ^{tn}			
Jumlah buku subur per tanaman	0,39**	0,65**		
Jumlah polong isi per tanaman	0,21 ^{tn}	0,25 ^{tn}	0,37**	
Bobot biji (g/tanaman)	0,02 ^{tn}	0,54**	0,70**	0,78**

Keterangan : tn, *, dan ** = masing-masing menunjukkan tidak berbeda nyata, berbeda nyata, dan sangat nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

Tabel 4. Analisis ragam karakter tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, jumlah polong, bobot 100 biji dan bobot biji per tanaman galur kedelai. KP Kendalpayak, Malang. Februari-Juni 2015

Karakter	Kuadrat tengah			Koefisien keragaman (%)
	Lingkungan	Genotipe	Lingkungan × genotipe	
Tinggi tanaman	5549,28**	458,94**	75,83**	3,58
Jumlah cabang	2,09*	0,48**	0,73**	15,00
Jumlah buku subur	5,68 ^{tn}	17,01**	10,56**	6,55
Jumlah polong isi	366,85**	94,39**	56,06**	4,56
Bobot biji per tanaman	59,49**	7,14**	6,50**	7,05
Bobot 100 biji	1,70 ^{tn}	20,09**	2,70**	4,30
ITC		0,13**		9,99

Keterangan : tn, *, dan ** = masing-masing menunjukkan tidak berbeda nyata, berbeda nyata, dan sangat nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

infra red) meningkatkan pemanjangan ruas dan mengurangi percabangan (Green-Tracewicz *et al.* 2011). Karamoy (2008) menjelaskan bahwa pengurangan intensitas cahaya menjadi 40% sejak perkecambahan mengakibatkan penurunan jumlah cabang, sedangkan menurut Nico *et al.* (2016), naungan menyebabkan pengurangan jumlah buku subur pada batang utama.

Hasil penelitian Jenabiyani *et al.* (2014) menyatakan bahwa pengurangan jumlah buku akibat cekaman suhu rendah pada intensitas cahaya rendah (2000 lux) lebih nampak dibandingkan pada intensitas cahaya tinggi (8000 lux) dengan pengurangan mencapai 31%. Namun berbeda dengan hasil penelitian Kobraee *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa jumlah buku batang utama lebih banyak dijumpai pada tanaman di bawah intensitas cahaya rendah, sebagai upaya untuk menambah tinggi tanaman dalam rangka bersaing mendapatkan intensitas cahaya yang terbatas.

Rata-rata jumlah polong isi genotipe kedelai yang ditanam di lingkungan naungan 12,30% lebih sedikit dibandingkan jumlah polong isi genotipe yang ditanam di lingkungan tanpa naungan (Tabel 5). Jumlah polong yang terbentuk dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (Bing dan De-Ning 2015). Pengkayaan cahaya yang diberikan pada fase R₁ awal berbunga meningkatkan jumlah polong 20-119% (Liu *et al.* 2010a). Jumlah polong per tanaman merupakan

komponen hasil yang paling dipengaruhi oleh perubahan kondisi lingkungan (Egli 2005). Jumlah polong per tanaman secara bertahap berkurang dengan meningkatnya intensitas naungan, dan jumlah biji per polong juga berkurang secara nyata di bawah naungan berat (Kakiuchi dan Kobata 2004). Pengurangan jumlah polong per tanaman berkaitan dengan pengurangan jumlah polong per buku yang terbentuk pada batang utama. Nico *et al.* (2016) menyatakan bahwa jumlah polong per buku pada batang utama dari tanaman yang ternaungi lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman yang tidak ternaungi. Hal ini berkaitan dengan berkurangnya suplai asimilat ke organ reproduktif sebagai akibat terbatasnya sumber energi yang digunakan dalam proses asimilasi/fotosintesis. De Bruin dan Pedersen (2009) menyatakan bahwa ketersediaan asimilat selama fase pascaberbunga mempengaruhi jumlah polong dan biji.

Bobot 100 biji dipengaruhi oleh genotipe dan interaksi genotipe × lingkungan (Tabel 4). Interaksi menunjukkan bahwa respons genotipe kedelai terhadap lingkungan naungan berbeda (Tabel 5). Terdapat genotipe yang memberikan respons positif terhadap perlakuan naungan yaitu dengan meningkatnya bobot 100 biji, dan beberapa genotipe merespons negatif dengan berkurangnya bobot 100 biji. Rata-rata bobot 100 biji di lingkungan tanpa naungan sebesar 14,1

Tabel 5. Tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, jumlah polong isi, bobot 100 biji, dan bobot biji per tanaman genotipe kedelai pada dua lingkungan tumbuh. KP Kendalpayak, Malang. Februari-Juni 2015

Genotipe	Tinggi tanaman (cm)		Jumlah cabang /tanaman		Jumlah buku /tanaman		Jumlah polong isi /tanaman		Bobot 100 biji (g)		Bobot biji (g/tanaman)		ITC
	L0	L1	L0	L1	L0	L1	L0	L1	L0	L1	L0	L1	
K-97	23,1	31,2	2	3	11	13	21	23	11,8	12,0	8,0	8,7	0,8
K-98	23,9	37,5	2	3	12	13	25	21	12,7	12,7	9,2	7,4	0,7
K-99	23,9	28,4	2	2	12	12	23	20	12,5	13,9	9,7	6,9	0,7
K-100	22,2	31,9	2	2	11	11	24	20	12,8	13,6	8,1	6,1	0,5
K-101	25,0	34,3	3	2	11	12	24	22	13,4	13,1	8,1	6,9	0,6
K-102	23,3	33,1	2	2	11	10	25	18	13,3	11,8	7,8	6,8	0,6
K-103	21,0	32,0	3	2	14	12	26	24	12,8	13,1	10,1	8,5	0,9
K-104	24,4	36,8	2	2	12	12	28	23	14,7	13,1	9,9	8,4	0,9
K-105	27,0	40,4	2	2	14	11	25	31	13,0	12,9	9,0	8,3	0,8
K-106	25,0	36,9	2	2	13	12	22	25	15,1	12,1	7,8	7,1	0,6
K-107	26,7	34,1	3	2	13	12	28	21	15,4	12,9	10,2	8,0	0,9
K-108	23,2	40,2	2	2	11	11	24	17	14,9	12,8	10,5	8,0	0,9
K-109	24,7	34,3	2	2	12	12	28	18	13,9	12,7	9,2	7,9	0,8
K-110	23,6	37,1	3	3	15	14	30	25	13,1	13,2	9,5	10,1	1,1
K-253	31,5	47,3	2	2	12	15	23	24	14,1	17,2	6,5	8,7	0,6
K-254	24,1	44,3	2	2	11	14	28	24	14,8	14,0	10,2	9,1	1,0
K-255	26,0	43,4	2	3	12	15	23	27	15,3	15,3	8,9	9,3	0,9
K-460	30,9	44,7	3	2	16	10	21	22	15,5	15,5	10,3	9,0	1,0
K-452	34,7	38,2	3	2	12	13	23	24	16,5	17,1	9,7	7,8	0,8
K-453	28,3	36,2	2	2	11	11	21	27	18,9	19,1	8,9	11,3	1,1
K-455	33,2	39,8	3	2	13	12	31	24	17,0	17,5	12,7	9,4	1,3
Dena 1	49,7	88,5	4	2	22	14	42	21	11,9	12,6	14,3	6,1	0,9
Dena 2	32,4	49,0	2	3	16	16	43	35	11,2	11,4	11,3	10,0	1,2
Rata-rata	27,3	40,0	2,4	2,1	13	13	27	23	14,1	13,9	9,31	8,09	0,86
BNT 5%	1,95		0,56		1,35		1,84		0,97		1,02		0,14

Keterangan: L0 = tanpa naungan, L1 = naungan $\pm$ 50%.

g dan di lingkungan naungan 13,9 g. Perbedaan rata-rata bobot 100 biji yang terjadi di antara lingkungan naungan dan tanpa naungan secara statistik tidak berbeda nyata. Berdasarkan hasil penelitian Sundari dan Nugrahaeni (2016), ukuran biji (bobot 100 biji) lebih ditentukan oleh faktor genetik dibandingkan dengan faktor lingkungan maupun interaksi genotipe $\times$ lingkungan.

Bobot biji per tanaman dipengaruhi oleh perlakuan naungan, genotipe dan interaksi antara keduanya (Tabel 4). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan respon genotipe yang diuji terhadap lingkungan naungan (Tabel 5). Secara umum, lingkungan naungan menyebabkan pengurangan bobot biji kedelai per tanaman. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Ghassemi-Golezani *et al.* (2013), bahwa peningkatan cekaman naungan menyebabkan pengurangan hasil biji kedelai. Naungan menyebabkan penerimaan cahaya matahari oleh kanopi tanaman kedelai berkurang. Pengurangan hasil biji tersebut sebagai akibat adanya pengurangan total jumlah polong per tanaman (Kakiuchi dan Kobata 2006) dan bobot 1000 biji

(Hayder *et al.* 2003).

Hasil analisis korelasi sederhana antar komponen hasil dan hasil pada lingkungan tanpa naungan menunjukkan bahwa bobot biji per tanaman berkorelasi positif sangat nyata dengan tinggi tanaman ($r=0,61^{**}$), jumlah cabang ($r=0,55^{**}$), jumlah buku subur ($r=0,63^{**}$), dan jumlah polong isi ($r=0,69^{**}$) (Tabel 6). Hasil tersebut agak berbeda dengan yang terjadi pada lingkungan naungan. Pada lingkungan naungan, bobot biji per tanaman berkorelasi positif nyata dengan jumlah cabang ($r=0,34^{**}$), jumlah buku subur ($r=0,27^{*}$), jumlah polong isi ($r=0,55^{**}$), dan bobot 100 biji ($r=0,42^{**}$) (Tabel 7). Korelasi tersebut menunjukkan tingkat keeratan hubungan antara karakter pertumbuhan tanaman dengan bobot biji per tanaman. Jumlah polong isi mempunyai kontribusi terbesar terhadap bobot biji per tanaman dibandingkan dengan karakter yang lainnya, baik pada lingkungan tanpa naungan maupun naungan. Kontribusi jumlah polong isi yang besar terhadap bobot biji per tanaman memungkinkan karakter tersebut digunakan sebagai kriteria seleksi dalam pemilihan genotipe yang berdaya hasil tinggi. Menurut Leilah dan Khateeb (2005),

Tabel 6. Koefisien korelasi sederhana (r) antara komponen hasil dan hasil genotipe kedelai pada perlakuan tanpa naungan. KP Kendalpayak, Malang. Februari-Juni 2015

Karakter	Tinggi tanaman	Jumlah cabang	Jumlah buku subur	Jumlah polong	Bobot 100 biji
Jumlah cabang	0,44*				
Jumlah buku subur	0,69**	0,64**			
Jumlah polong	0,58**	0,38 ^{tn}	0,66**		
Ukuran biji	0,26 ^{tn}	-0,07 ^{tn}	-0,17 ^{tn}	-0,30 ^{tn}	
Bobot biji/tanaman	0,61**	0,55**	0,63**	0,69**	-0,01 ^{tn}

Keterangan : tn, *, dan ** = masing-masing menunjukkan tidak berbeda nyata, berbeda nyata, dan sangat nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

Tabel 7. Koefisien korelasi sederhana (r) antara komponen hasil dan hasil genotipe kedelai di bawah naungan. KP Kendalpayak, Malang. Februari-Juni 2015

Karakter	Tinggi tanaman	Jumlah cabang	Jumlah buku subur	Jumlah polong isi	Bobot 100 biji
Jumlah cabang	0,04 ^{tn}				
Jumlah buku subur	0,43**	0,57**			
Jumlah polong	0,11 ^{tn}	0,29*	0,45**		
Bobot 100 biji	-0,16 ^{tn}	-0,21 ^{tn}	-0,22 ^{tn}	-0,00 ^{tn}	
Bobot biji/tanaman	-0,11 ^{tn}	0,34**	0,27*	0,55**	0,42**

Keterangan : tn, *, dan ** = masing-masing menunjukkan tidak berbeda nyata, berbeda nyata, dan sangat nyata pada taraf uji 5% dan 1%.

analisis korelasi dapat digunakan untuk membantu dalam menentukan karakter-karakter yang dapat digunakan sebagai kriteria seleksi.

Berdasarkan penghitungan batas seleksi 30% terhadap bobot biji/tanaman di lingkungan naungan (L1) pada Tabel 5, diketahui bahwa batas seleksi 30% terhadap bobot biji per tanaman sebesar 9,8 g/tanaman. Dengan demikian, genotipe yang menghasilkan biji >9,8 g/tanaman dianggap lolos seleksi di lingkungan naungan. Terdapat tiga genotipe yang menghasilkan biji >9,78 g/tanaman, yaitu K-110 (10,1 g/tanaman), K-453 (11,3 g/tanaman), dan Dena 2 (10,0 g/tanaman).

Respons kesesuaian galur kedelai terhadap lingkungan naungan dan tanpa naungan dinilai berdasarkan indeks toleransinya terhadap cekaman naungan (ITC). Nilai ITC galur kedelai yang diuji menunjukkan perbedaan, dengan kisaran antara 0,5—1,3, sedangkan ITC varietas pembanding Dena 1 dan Dena 2 adalah 0,9 dan 1,2. Nilai ITC yang tinggi menunjukkan bahwa suatu galur mampu memproduksi tinggi di dua lingkungan, yaitu lingkungan tanpa cekaman maupun lingkungan tercekam. Dapat dikatakan bahwa galur tersebut relatif stabil di kedua lingkungan. Terdapat satu galur yang mempunyai nilai ITC > nilai ITC Dena 2 (1,2), yaitu K-455 dengan nilai ITC 1,3, dan terdapat lima galur dengan nilai ITC > nilai ITC Dena 1 (0,9), yaitu galur K-110 (1,1), K-254 (1,0), K-460 (1,0), K-453 (1,1), dan K-455 (1,3). Galur K-110 merupakan persilangan antara

Argopuro//IAC100/Burangrang//Kaba, K-254 merupakan persilangan antara Grobogan//IAC100/Burangrang//Kaba, K-460 merupakan persilangan Grobogan/IAC100, K-453 dan K455 merupakan persilangan MLG0706//IAC100/Tanggamus di mana sumber ketahanan terhadap naungan berasal dari galur IAC100. Galur-galur tersebut berpenampilan baik di lingkungan tanpa naungan maupun dengan naungan. Dengan demikian, galur-galur tersebut dapat direkomendasikan untuk dikembangkan di lingkungan tanpa naungan maupun naungan.

KESIMPULAN

Respons genotipe terhadap lingkungan pengujian naungan 50% berbeda yang ditunjukkan dengan perbedaan nilai dari masing-masing karakter yang diamati, yaitu tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, dan jumlah polong isi, serta bobot 100 biji, dan bobot biji/tanaman. Genotipe K-453 konsisten terpilih di lingkungan naungan 50% berdasarkan batas seleksi 30%, baik pada penelitian pertama tahun 2014 maupun kedua tahun 2015, dengan bobot biji berturut-turut 14,1 dan 11,3 g/tanaman. Genotipe tersebut juga terpilih berdasarkan nilai ITC bersama dengan empat genotipe lain, yaitu K-110, K-254, K-460, dan K-455 dengan nilai ITC lebih besar dari 0,9 (Dena 1). Galur-galur dengan nilai ITC > 1,00 perlu diuji lebih lanjut pada beragam kondisi lingkungan untuk mengetahui potensi dan stabilitas hasilnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Sdr. Gatot Santoso, SP. dan Antoni Mafia yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifi M, Swanton C. 2011. Maize seed and stem roots differ in response to neighbouring weeds. *Weed Research* 51(5): 442-450.
- Akari T, Oo TT, Kubota F. 2014. Effects of shading on growth and photosynthetic potential of greengram (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) cultivars. *Environmental Control in Biology* 52(4): 227-231.
- Bing L, De-Ning L. 2015. Effects of shading on spatial distribution of flower and flower abscission in field-grown three soybeans in Northern China. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 27(8): 629-635.
- Bora RK, Sarma CM. 2006. Effect of gibberellic acid and cycocel on growth, yield and protein content of pea. *Asian Journal of Plant Sciences* 5(2): 324-330.
- Casal JJ. 2012. Shade avoidance. In: Torii K *et al.* (eds). *The Arabidopsis Book*. BioOne Complete, USA. DOI: <http://dx.doi.org/10.1199/tab.0157>
- Chen THH, Murata N. 2011. Glycinebetaine protects plants against abiotic stress: mechanisms and biotechnological applications. *Plant Cell Environment* 34(1): 1-20.
- Dai Y, Shen Z, Liu Y, Wang L, Hannaway D, Lu H. 2009. Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of *Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg. *Environmental and Experimental Botany* 65(2-3): 177-182.
- De Bruin JL, Pedersen P. 2009. Growth, yield, and yield component changes among old and new soybean cultivars. *Agronomy Journal* 101(1): 124-130.
- Deng Y, Sha Q, Li C, Ye X, Tang R. 2012. Differential responses of double petal and multi petal jasmine to shading: II. Morphology, anatomy and physiology. *Scientia Horticulturae* 144: 19-28. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423812002920>. (Diakses 1 April 2018)
- Egli DB. 2005. Flowering, pod set and reproductive success in soya bean. *Journal of Agronomy and Crop Science* 191(4): 283-291.
- Fernandez GCJ. 1993. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Pp 257-270. In: Kuu CG (ed). *Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress*. Proceeding of An International Symposium. AVRDC.
- Ghassemi-Golezani K, Bakhshy J, Zehtab-Salmasi S, Moghaddam M. 2013. Changes in leaf characteristics and grain yield of soybean (*Glycine max* L.) in response to shading and water stress. *International Journal of Biosciences* 3(2): 71-79.
- Gomez KA, Gomez AA. 1983. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd Ed., John Wiley and Sons Inc., New York.
- Gong WZ, Jiang CD, Wu, Chen HH, Liu WY, Yang WY. 2015. Tolerance vs. avoidance: two strategies of soybean (*Glycine max*) seedlings in response to shade in intercropping. *Photosynthetica* 53(2): 259-268.
- Gou J, Strauss SH, Tsai CJ, Fang K, Chen Y, Jiang X, Busov VB. 2010. Gibberellins regulate lateral root formation in *Populus* through interactions with auxin and other hormones. *The Plant Cell* 22(3): 623-639.
- Green-Tracewicz E, Page ER, Swanton CJ. 2011. Shade avoidance in soybean reduces branching and increases plant-to-plant variability in biomass and yield per plant. *Weed Science* 59(1): 43-49.
- Hayder G, Mumraz SS, Khan A, Khan S. 2003. Maize and soybean intercropping under various levels of soybean seed rates. *Asian Journal of Plant Science* 2(3): 339-341.
- Janska A, Marsýk P, Zelenkova S, Ovesna J. 2009. Cold stress and acclimation what is important for metabolic adjustment? *Annual Review of Plant Biology* 12(3): 395-405.
- Jaribi EH, Jabarov K, Sobouri A, Kavandi R. 2013. Evaluation of genotype × environment interactions using of path coefficient analysis in soybean. *Caspian Journal of Applied Sciences Research* 2(7): 46-54.
- Jenabiyani M, Pirdashti H, Yaghoubian Y. 2014. The combined effect of cold and light intensity stress on some morphological and physiological parameters in two soybean (*Glycine max* L.) cultivars. *International Journal of Biosciences* 5(3): 189-197.
- Kakiuchi J, Kobata T. 2004. Shading and thinning effects on seed and shoot dry matter increase in determinate soybean during the seed filling period. *Agronomy Journal* 96(2): 398-405.
- Kakiuchi J, 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): 20-26.
- Karamoy L. 2008. Relationship between climate and soybean (*Glycine max* L. Merrill) growth. *Soil Environment* 7(1): 65-68
- Kobraee S, Shamsi K, Rasekhi B, Pazeky AR. 2010. Effect of plant density on morphological and quality traits of soybean. *Journal of Plant Ecosystem* 6(23): 81-91.
- Leilah AA, Al-Khateeb SA. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. *Journal of Arid Environments* 61(3): 483-496.
- Liu B, Liu X, Wang C, Jin J, Herbert SJ, Hashemi M.

- 2010a. Responses of soybean yield and yield components to light enrichment and planting density. *International Journal of Plant Production* 4(1): 1-10.
- Liu B, Liu XB, Li YS, Herbert SJ. 2013. Effect of enhanced UV-B radiation on seed growth characteristics and yield components in soybean. *Field Crops Research* 154: 158-163.
- Liu B, Liu XB, Wang C, Li YS, Jin J, Herbert SJ. 2010b. 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.
- Nico M, Mantese AI, Miralles DJ, Kantolic AG. 2016. Soybean fruit development and set at the node level under combined photoperiod and radiation conditions. *Journal of Experimental Botany* 67(1): 365-377.
- Niinemets Ü. 2010. A review of light interception in plant stands from leaf to canopy in different plant functional types and in species with varying shade tolerance. *Ecological Research* 25(4): 693-714.
- Page ER, Tollenaar M, Lee EA, Lukens L, Swanton CJ. 2010. Shade avoidance: An integral component of crop weed competition. *Weed Research* 50(4): 281-288.
- Polthanee A, Promsaena K, Laoken A. 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.
- Sundari T, Nugrahaeni N. 2016. Interaksi genotipe × lingkungan dan stabilitas karakter agronomi kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jurnal Biologi Indonesia* 12(1): 231-240.
- Sundari T. 2016. Penampilan galur-galur kedelai toleran naungan di dua lingkungan. *Buletin Palawija* 14(2): 63-70.
- Valladares F, Niinemets Ü. 2008. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 39: 237-257.
- Wu Y, Gong W, Yang F, Wang X, Yong T, Yang W. 2016. Responses to shade and subsequent recovery of soya bean in maize-soya bean relay strip intercropping. *Plant Production Science* 19(2): 206-214.
- Wu Y, Gong W, Yang W. 2017. Shade inhibits leaf size by controlling cell proliferation and enlargement in soybean. *Scientific Reports* 7, Article number 9259. Doi:10.1038/s41598-017-10026-5
- Yang F, Huang S, Gao R, Liu W, Yong T, Wang X, Wu X, Yang W. 2014. Growth of soybean seedlings in relay strip intercropping systems in relation to light quantity and red: Far red ratio. *Field Crops Research* 155: 245-253.
- Zoratti L, Karppinen K, Luengo Escobar A, Häggman H, Jaakola L. 2014. Light-controlled flavonoid biosynthesis in fruits. *Frontiers in Plant Science* 5: 1-16. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4191440/pdf/fpls-05-00534.pdf> (Diakses 1 April 2018)