

Penampilan Karakter Kuantitatif Genotipe Kedelai di Bawah Naungan (Quantitative Characters of Soybean Genotype Performance Under The Shade)

Titik Sundari* & Sri Wahyuningsih

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Jl. Raya Kendalpayak, Km 8 Malang, Kotak Pos 66
Malang 65101, Email : titik_iletri@yahoo.co.id, sri.wahyuningsih1980@gmail.com

Memasukkan: Oktober 2016, Diterima: Januari 2017

ABSTRACT

Sunlight is main source of energy in photosynthesis process. In any habitat, light intensity varies temporally and spatially. Plants develop the strength of acclimatization and plasticity to overcome these problems. Each plant provides a different response to shade, and expressed through diverse appearance of the characters. This research aims to know the ability of soybean genotypes in the response to shade. Research conducted at Kendalpayak Research Station, Malang in 2013. The research used factorial experimental design, with two factors. The first factor is shade, consisted of without shading (N0) and 50% shading (N1). The second factor is soybean genotypes, consisting of three sensitive varieties to shade (Grobogan, Argopuro, and Panderman), two resistant varieties (Dena1 and Dena 2), and two lines of crossbreeding (IBM-10-75 and K-13). Placement of treatments was based on randomized complete block design, repeated three times. Observations included: plant height, leaves number, leaf area, stem diameter, seed weight per plant, 100-seed weight and dry weight: total, roots, stems, leaves and pods. The results showed that the treatment of 50% shade causes the low light stress, with intensity of 30.31%. That stress intensity, causes differences in the quantitative characters performance among genotypes tested. Dena 1, Dena 2, and K-13 suitable for shade environment, being able to maintain or increase the seed yield, whereas Argopuro, IBM-10-75, Grobogan, and Panderman not suitable for shade environment, because not able to maintain the yields. Dena 1 and Dena 2 developed avoidance mechanisms to respond shade, through increase in plant height, number and leaf area, while K-13 respond to the shade stress, through its ability to utilize absorbed light for seed formation an efficient.

Keywords: stress, low light, soybeans

ABSTRAK

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama dalam proses fotosintesis. Di setiap habitat, intensitas cahaya bervariasi secara temporal dan spasial. Tanaman mengembangkan daya aklimatisasi dan plastisitasnya untuk mengatasi permasalahan tersebut. Setiap tanaman memberikan respon berbeda terhadap naungan dan mengekspresikannya melalui penampilan karakter yang beragam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan genotipe kedelai dalam menghadapi naungan. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan (KP) Kendalpayak, Malang pada tahun 2013. Penelitian menggunakan rancangan percobaan faktorial, dengan dua faktor. Faktor pertama adalah naungan, terdiri dari tanpa naungan (N0) dan naungan 50% (N1). Faktor kedua adalah genotipe kedelai, terdiri dari tiga varietas peka naungan (Grobogan, Argopuro, dan Panderman), dua varietas tahan (Dena 1 dan Dena 2), dan dua galur hasil persilangan (IBM-10-75 dan K-13). Penempatan perlakuan didasarkan pada rancangan acak kelompok lengkap, diulang tiga kali. Pengamatan meliputi: tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, diameter batang, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji dan bobot kering: total, akar, batang, daun, dan polong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan naungan 50% menyebabkan cekaman kekurangan cahaya, dengan intensitas 30,31%. Intensitas cekaman tersebut, menyebabkan perbedaan penampilan karakter kuantitatif diantara genotipe yang diuji. Dena 1, Dena 2, dan K-13 sesuai untuk lingkungan naungan, karena mampu mempertahankan atau meningkatkan hasil biji, sedangkan Argopuro, IBM-10-75, Grobogan, dan Panderman tidak sesuai untuk lingkungan naungan, karena tidak mampu mempertahankan hasilnya. Dena 1 dan Dena 2 mengembangkan mekanisme penghindaran untuk menghadapi naungan, melalui peningkatan tinggi tanaman, jumlah dan luas daun, sedangkan K-13 menghadapi cekaman naungan melalui kemampuannya dalam memanfaatkan cahaya terserap untuk pembentukan biji secara efisien.

Kata Kunci: cekaman, cahaya rendah, kedelai

PENDAHULUAN

Upaya peningkatan luas area tanam kedelai di Indonesia terkendala penyusutan luas lahan sebagai akibat adanya alih fungsi lahan dari

sektor pertanian ke sektor non pertanian. Salah satu upaya yang ditempuh untuk meningkatkan luas lahan pertanian, khususnya kedelai adalah melalui optimalisasi lahan perkebunan maupun lahan tanaman industri. Optimalisasi pemanfaatan

lahan tersebut, dilakukan dengan memanfaatkan lahan diantara tegakan tanaman perkebunan maupun tanaman industri yang masih muda (0 - 3 th).

Menurut Ghosh *et al.* (2009), Gao *et al.* (2010), dan Echarte *et al.* (2011), kedelai merupakan salah satu tanaman yang sering ditanam dalam pola tumpangsari. Penanaman kedelai sebagai tanaman sela mengalami beberapa kendala, diantaranya adalah penaungan oleh tajuk tanaman utama (Atman 2009), yang mengakibatkan tanaman kedelai mengalami kekurangan cahaya, seperti rasio cahaya merah: infra merah dan PAR (*Photosynthetically active radiation*) akibat sebagian sinar matahari yang datang dipantulkan dan diserap oleh daun tanaman utama. Secara bersamaan, diameter batang, panjang akar, biomassa di atas tanah, biomassa total akar, dan rasio akar-pucuk kedelai berkurang secara nyata, sementara itu tinggi tanaman meningkat. Hubungan korelasi antara parameter morfologi kedelai dan lingkungan cahaya (rasio cahaya merah:infra merah dan transmisi PAR) menunjukkan hubungan yang sangat erat (Yang *et al.* 2013).

Cahaya matahari merupakan salah satu faktor lingkungan utama yang paling nyata mengatur fotosintesis dan berdampak pada kelangsungan hidup tanaman, pertumbuhan, dan adaptasi. Pada setiap habitat, intensitas cahaya bervariasi secara temporal (musiman dan harian) dan spasial. Oleh karena itu, tanaman mengembangkan aklimatisasi dan plastisitas untuk mengatasi masalah variasi cahaya tersebut (Zhang *et al.* 2003).

Kualitas dan kuantitas cahaya matahari dapat memicu terjadinya tanggapan morfologi (Kurepin *et al.* 2007). Menurut Novoplansky (2009), tanggapan tanaman terhadap tingkat cahaya yang datang dapat menyebabkan berbagai perilaku tanaman, seperti tahan, menghindari, atau melawan naungan. Tanaman memberikan respon fenotipe dalam menghadapi persaingan terhadap sumber daya yang terbatas untuk memaksimalkan penangkapannya terhadap sumber daya tersebut (Keuskamp *et al.* 2010). Kemampuan adaptasi dari tanaman yang toleran intensitas cahaya rendah dengan tanaman yang peka, erat kaitannya dengan karakter-karakter fisiologi fotosintetik tanaman tersebut (Soverda *et al.* 2009). Sebagian besar tanaman memiliki kemampuan mengembangkan perubahan anatomi, morfologi, fisiologi, dan biokimia dalam menanggapi perbedaan intensitas cahaya (De

Carvalho Gonçalves *et al.* 2005).

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kemampuan genotipe kedelai dalam menghadapi cekaman naungan melalui penampilan karakter kuantitatif.

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian menggunakan rancangan faktorial, yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah naungan dan faktor kedua adalah genotipe kedelai. Penempatan perlakuan didasarkan pada rancangan acak kelompok lengkap, diulang tiga kali. Setiap unit perlakuan ditanam pada plot berukuran 1,6 m x 3 m. Jarak tanam yang digunakan adalah 40 cm x 15 cm, dengan dua benih per lubang. Sebanyak tujuh genotipe kedelai, yang terdiri dari tiga varietas peka naungan (Argopuro, Grobogan, dan Panderman), dua varietas tahan naungan (Dena 1 dan Dena 2), dan dua galur hasil persilangan (IBM-10-75 dan K-13) diuji pada dua lingkungan tumbuh, yaitu tanpa naungan (N0) dan naungan 50% (N1) di Kebun Percobaan (KP) Kendalpayak, Malang pada tahun 2013. Perlakuan naungan 50% berasal dari dua lapis paranet hitam yang dipasang pada ketinggian 1,8 m. Perlakuan naungan diberlakukan mulai dari tanam hingga panen.

Pengamatan dilakukan terhadap karakter kuantitatif tanaman, meliputi tinggi tanaman (diukur mulai dari pangkal batang hingga titik tumbuh), jumlah daun total per tanaman, luas daun dihitung dengan menggunakan *leaf area meter*, diameter batang, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji dan bobot kering total tanaman, akar, batang, daun, dan polong.

Pengamatan dilakukan secara periodik setiap dua minggu, mulai umur 14 hari setelah tanam (HST) sampai umur 56 HST, sedangkan pengamatan terhadap intensitas cahaya dilakukan setiap hari antara jam 12.00 - 13.00 WIB dengan menggunakan Lux meter.

Intensitas cekaman dihitung dengan menggunakan rumus $IC (\%) = (1 - (RH_c / RH_n)) \times 100$, dimana RH_c merupakan rata-rata hasil pada kondisi tercekam naungan, dan RH_n merupakan rata-rata hasil pada kondisi normal (tanpa cekaman) (Fischer & Maurer 1978).

Data yang terkumpul dianalisis berdasarkan rancangan acak kelompok faktorial, tiga ulangan.

Untuk membandingkan dua nilai tengah digunakan uji BNT 5% (Beda Nyata Terkecil).

HASIL

Naungan menyebabkan perubahan kualitas dan kuantitas cahaya. Perubahan kuantitas cahaya yang diterima tanaman kedelai disajikan pada Gambar 1. Perlakuan naungan menyebabkan cekaman kekurangan cahaya dengan intensitas 30,31%, yang tergolong sedang. Intensitas cekaman tersebut menyebabkan perubahan karakter kuantitatif yang diamati (tinggi tanaman, jumlah dan luas daun, diameter batang, bobot biji pertanaman, bobot 100 biji dan bobot kering total, bobot kering, bobot kering daun, batang, akar dan polong).

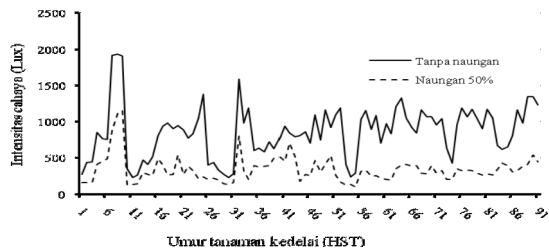
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara naungan dengan genotipe berpengaruh nyata terhadap karakter kuantitatif (tinggi tanaman, diameter batang, jumlah dan luas daun, bobot biji pertanaman, bobot 100 biji, dan bobot kering akar, daun, batang, dan polong). Adanya interaksi menunjukkan bahwa respon masing-masing genotipe terhadap perlakuan naungan berbeda. Beberapa genotipe memberikan

respon positif terhadap naungan yang ditunjukkan dengan peningkatan hasil biji dan beberapa genotipe memberikan respon negatif terhadap naungan melalui pengurangan hasil biji.

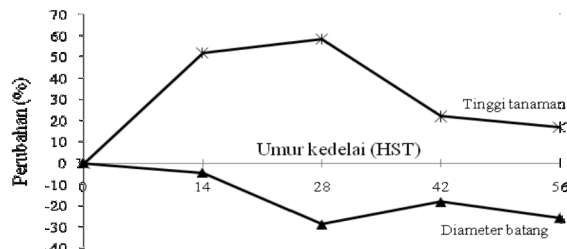
Naungan menyebabkan peningkatan tinggi tanaman genotipe kedelai, tetapi mengurangi diameter batang, jumlah daun, luas daun, bobot biji per tanaman, dan bobot 100 biji, masing-masing disajikan pada Tabel 1- 5.

Berdasarkan Tabel 1, dapat dihitung peningkatan relatif tinggi tanaman dari masing-masing genotipe. Peningkatan relatif tertinggi terjadi saat 14 dan 42 HST untuk varietas Argopuro berturut-turut 68,63% dan 61,60%, saat 28 HST pada varietas Grobogan (113,25%), dan 56 HST pada varietas Panderman (52,80%). Hal ini sesuai dengan lama fase vegetatif dari masing-masing genotipe. Varietas Argopuro memiliki umur berbunga 31 hari dan umur masak 84 hari, umur berbunga varietas Panderman 33 hari dan umur masak 85 hari, sedangkan varietas Grobogan berbunga umur 30 hari dan masak umur 73 hari. Varietas Panderman (33 hari) mempunyai periode fase vegetatif yang lebih panjang dibandingkan Grobogan (30 hari) maupun Argopuro (31 hari). Hal inilah yang menyebabkan fase vegetatif maksimal dari masing-masing genotipe dicapai pada umur yang berbeda.

Ukuran diameter batang genotipe yang diuji dipengaruhi oleh interaksi antara genotipe dengan naungan. Artinya, diameter batang masing-masing genotipe menunjukkan perbedaan di setiap lingkungan naungan (Tabel 2). Naungan menyebabkan pengurangan diameter batang genotipe kedelai yang diuji, dengan laju yang berbeda. Secara umum laju pengurangan diameter batang terendah terjadi pada fase vegetatif, yaitu pada saat 14 HST (4,55%). Pada saat 14 HST, genotipe yang mengalami pengurangan diameter batang adalah varietas Argopuro, Grobogan, Panderman dan K-13, sedangkan IBM-10-75 tidak mengalami perubahan, Dena 1 dan Dena 2 justru mengalami peningkatan. Pengurangan diameter batang setelah umur 14 HST lebih besar dari 15%, yaitu 28,55%, 18,33%, dan 25,81% masing-masing saat 28, 42, dan 56 HST. Pada saat 14 HST, pengurangan diameter batang tertinggi terjadi pada varietas Argopuro (40,74%), pada 28 dan 56 HST terjadi pada varietas Grobogan (40,38% dan 39,34%), dan pada 42 HST terjadi pada IBM-10-75 (29,03%).



Gambar 1. Fluktuasi intensitas cahaya pada perlakuan tanpa naungan dan naungan 50% selama pelaksanaan penelitian berlangsung



Keterangan: diperoleh dari penghitungan $(N-TN)/TN \times 100\%$

Gambar 2. Pengaruh naungan terhadap tingkat perubahan tinggi tanaman dan diameter batang genotipe kedelai

Tabel 1. Tinggi tanaman genotipe kedelai pada perlakuan tanpa naungan dan naungan

Genotipe	Umur (HST)							
	14		28		42		56	
	TN	N	TN	N	TN	N	TN	N
Argopuro	16,00 gh	26,98 b	28,83 k	56,83 b	38,83 j	62,75 e	45,83 l	48,83 jk
Dena 1	15,55 h	24,98 c	38,83 f	57,25 b	68,50 d	83,00 a	70,33 d	80,50 a
Dena 2	17,20 f	24,78 c	36,92 g	54,25 c	63,83 e	58,17 f	63,83 e	61,83 f
IBM-10-75	15,77 gh	22,08 d	31,17 i	41,08 e	52,50 h	55,50 g	50,50 ij	54,83 h
Grobogan	19,33 e	31,88 a	37,67 g	80,33 a	47,50 i	76,67 b	48,33 k	73,17 c
K-13	14,33 i	19,88 e	27,50 l	34,25 h	58,50 f	58,42 f	58,68 g	57,17 g
Panderman	16,75 fg	24,13 c	30,00 j	48,92 d	52,17 h	72,02 c	50,83 i	77,67 b
Rata-rata	16,42	24,96	32,99	53,25	54,6	66,64	55,5	64,86
KK (%)	3,02		1,47		1,93		1,78	
Peningkatan								

Keterangan: TN : tanpa naungan, N: naungan, KK: koefisien keragaman, angka dalam satu kolom umur diikuti dengan huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Tabel 2. Diameter batang genotipe kedelai pada perlakuan tanpa naungan dan naungan

Genotipe	Umur (HST)							
	14		28		42		56	
	TN	N	TN	N	TN	N	TN	N
Argopuro	0,27 bc	0,16 ef	0,47 d	0,37 fg	0,54 e	0,51 f	0,63 bc	0,39 hi
Dena 1	0,07 g	0,24 cd	0,59 a	0,41 e	0,65 a	0,48 g	0,66 ab	0,49 ef
Dena 2	0,11 fg	0,23 cd	0,55 b	0,39 ef	0,60 bc	0,49 g	0,66 ab	0,46 fg
IBM-10-75	0,21 d	0,21 d	0,51c	0,35 g	0,62 b	0,44 h	0,58 cd	0,42 ghi
Grobogan	0,33 a	0,23 cd	0,52 c	0,31 h	0,55 e	0,57 d	0,61 bc	0,37 i
K-13	0,29 ab	0,23 cd	0,51 c	0,35 g	0,67 a	0,50 fg	0,69 a	0,44 fgh
Panderman	0,27 bc	0,19 de	0,47 d	0,38 f	0,58 cd	0,45 h	0,54 de	0,63 bc
Rata-rata	0,22	0,21	0,52	0,37	0,60	0,49	0,62	0,46
KK (%)	12,69		3,54		2,57		4,59	

Keterangan: TN = tanpa naungan, N= naungan, KK= koefisien keragaman, angka dalam satu kolom umur diikuti dengan huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Tabel 3. Jumlah daun genotipe kedelai pada perlakuan tanpa naungan dan naungan

Genotipe	Umur (HST)							
	14		28		42		56	
	TN	N	TN	N	TN	N	TN	N
Argopuro	10,67 g	11,00 fg	31,00 d	28,50 e	55,67 c	48,33 f	60,83 b	42,50 g
Dena 1	10,67 g	11,17 fg	32,83 bc	28,50 e	64,50 a	61,33 b	54,83 c	62,83 a
Dena 2	13,33 b	11,83 de	34,67 a	34,00 ab	52,50 d	54,83 c	49,67 e	52,00 d
IBM-10-75	11,50 ef	8,00 h	24,17 g	15,33 i	40,67 h	49,83 ef	41,83 gh	35,17 j
Grobogan	15,33 a	12,17 d	28,17 ef	32,33 cd	34,83 i	35,17 i	38,00 i	45,17 f
K-13	12,83 bc	11,00 fg	21,83 h	20,83 h	40,67 h	44,33 g	40,50 h	36,83 i
Panderman	12,33 cd	10,83 g	26,67 f	32,00 cd	51,00 d	52,33 d	45,50 f	40,67 h
Rata-rata	12,38	10,86	28,48	27,36	48,55	49,45	47,31	45,02
KK (%)	3,34		3,35		2,20		1,97	

Keterangan: TN = tanpa naungan, N= naungan, KK= koefisien keragaman, angka dalam satu kolom umur diikuti dengan huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5

umur 42 HST (Tabel 3). Pada umur 42 HST hampir semua genotipe mengalami peningkatan jumlah daun kecuali pada Argopuro dan Dena 1. Meskipun kelima genotipe (Dena 2, IBM-10-75, K-13, Panderman, dan Grobogan) mengalami peningkatan jumlah daun, namun sebaliknya dengan luas daun menurun. Secara umum, naungan

Jumlah dan luas daun dipengaruhi oleh interaksi genotipe x lingkungan (naungan). Genotipe yang diuji menunjukkan keragaman jumlah dan luas daun di masing-masing lingkungan naungan (Tabel 3 dan 4). Secara umum, perlakuan naungan mengakibatkan pengurangan jumlah daun di masing-masing umur pengamatan, kecuali

Tabel 4. Luas daun genotipe kedelai pada perlakuan tanpa naungan dan naungan

Genotipe	Umur (HST)							
	14		28		42		56	
	TN	N	TN	N	TN	N	TN	N
Argopuro	115,04 e	199,68 cd	693,55 fgh	721,11 efg	948,76 gh	1425,40 c	1427,36 d	1026,34 gh
Dena 1	188,52 d	177,14 d	1114,44 a	740,30 ef	1842,71 a	1399,09 cd	1644,70 c	2019,63 a
Dena 2	222,22 bc	234,44 b	1053,62 ab	987,22 b	1420,00 c	1254,58 de	1557,78 c	1780,92 b
IBM-10-75	227,26 bc	133,27 e	652,00 fgh	421,52 i	1601,59 b	935,17 h	1218,19 ef	939,80 h
Grobogan	292,67 a	294,92 a	971,07 bc	880,05 cd	1366,74 cd	1367,37 cd	1273,62 f	766,50 i
K-13	173,04 d	218,00 bc	726,46 ef	617,63 gh	1703,70 ab	1339,52 cd	1558,50 c	1164,56 ef
Panderman	123,03 e	188,38 d	613,08 h	824,07 de	1217,89 ef	1082,41 fg	1009,29 h	1133,77 fg
Rata-rata	191,68	206,55	832,03	741,70	1443,06	1257,65	1384,21	1261,65
KK (%)	8,58		7,84		6,46		5,56	

Keterangan: TN = tanpa naungan, N= naungan, KK= koefisien keragaman, angka dalam satu kolom umur diikuti dengan huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Tabel 5. Bobot biji dan bobot 100 biji genotipe kedelai pada perlakuan tanpa naungan dan naungan

Genotipe	Bobot biji (g/tanaman)		Bobot 100 biji (g)	
	TN	N	TN	N
Argopuro	21,33 b	14,07 e	17,87 b	14,00 e
Dena 1	12,37 f	15,13 d	16,67 c	13,60 e
Dena 2	13,27 ef	13,97 e	16,40 c	15,20 d
IBM-10-75	18,87 c	8,53 i	16,00 c	11,20 f
Grobogan	15,60 d	10,70 gh	23,73 a	11,73 f
K-13	10,20 h	16,13 d	14,80 d	13,33 e
Panderman	37,27 a	11,30 g	23,33 a	15,20 d
Rata-rata	18,42	12,83	18,4	13,47
Koef. keragaman (%)	4,04		2,98	

Keterangan: TN = tanpa naungan, N= naungan, angka dalam satu kolom umur diikuti dengan huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

mengakibatkan pengurangan luas daun pada semua umur pengamatan, kecuali pada 14 HST meningkat 7,76%.

Seperti halnya pada karakter yang lain, cekaman naungan juga berpengaruh nyata pada bobot biji per tanaman dan bobot 100 biji (Tabel 5). Naungan mengakibatkan hasil biji berkurang hingga 30,35% dan ukuran biji 26,79%.

Naungan mengakibatkan produksi biomas (bahan kering) berkurang. Produksi bahan kering masing-masing genotipe berbeda di setiap perlakuan naungan. Pola distribusi bahan kering masing-masing genotipe menunjukkan perbedaan (Gambar 3). Naungan menyebabkan peningkatan alokasi bahan kering ke organ reproduktif (polong) pada genotipe yang diuji, kecuali pada varietas Grobogan yang justru mengalami penurunan. Pada perlakuan tanpa naungan, alokasi bahan kering ke polong untuk varietas Grobogan mencapai 48,30%, sedangkan pada perlakuan naungan lebih rendah, yaitu 44,59%.

PEMBAHASAN

Naungan menyebabkan peningkatan tinggi tanaman dan mengurangi diameter batang genotipe kedelai yang diuji (Tabel 1 dan 2). Beberapa hasil penelitian juga menyatakan bahwa naungan menyebabkan peningkatan tinggi tanaman dan mengurangi ukuran diameter batang kedelai (Yang *et al.*, 2007; Nagasuga & Kubota 2008; Wang *et al.* 2009; Yan *et al.* 2010; Bakhshy *et al.* 2013; dan Chairudin *et al.* 2015).

Secara umum laju peningkatan tinggi tanaman tersebut disebabkan oleh pemanjangan ruas batang (etiolasi) sesuai dengan penelitian Li *et al.* (2006). Menurut Franklin (2008) dan Gong *et al.* (2015) pemanjangan batang, tangkai daun, hipokotil, dan dominasi apikal merupakan bentuk penghindaran terhadap naungan. Respon penghindaran terhadap naungan memberikan kesempatan pada tanaman untuk mendapatkan sinar matahari yang cukup agar bertahan hidup.

Diameter batang genotipe yang diuji berkurang dengan adanya naungan. Rata-rata pengurangan

diameter batang pada fase generatif lebih besar daripada fase vegetatif. Pada fase generatif, tanaman mulai membentuk organ reproduktif seperti bunga, polong, dan biji, sehingga alokasi fotosintat pada periode tersebut lebih diutamakan untuk pembentukan organ reproduktif daripada untuk pembentukan batang (tinggi tanaman dan diameter batang). Hal ini didukung dengan adanya pengurangan alokasi bahan kering ke batang pada fase generatif yang lebih tinggi dibandingkan dengan fase vegetatif, yaitu 32,08%, 28,12%, dan 26,22% masing-masing saat 28, 42, dan 56 HST (fase generatif) serta 13,46% saat 14 HST (fase vegetatif).

Berdasarkan hasil analisis korelasi diketahui bahwa pengurangan ukuran diameter batang berhubungan erat dengan peningkatan tinggi tanaman, yang ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi (r) $-0,02^{\text{tn}}$ hingga $-0,64^{**}$ (28 HST) (Tabel 6). Hasil yang sama dikemukakan oleh Corre (1983), bahwa pengurangan diameter batang terjadi karena pemanjangan batang, seperti yang terjadi pada varietas Grobogan. Pada saat 28 HST, peningkatan tinggi tanaman dan pengurangan diameter batang varietas Grobogan paling tinggi 113,25% dan 40,38%.

Jumlah daun genotipe kedelai yang diuji menunjukkan perbedaan di setiap lingkungan naungan. Pada saat 56 HST, varietas Dena 1, Dena 2, dan Grobogan merespon naungan dengan meningkatkan jumlah daun, sedangkan Argopuro, IBM-10-75, K-13, dan Panderman merespon naungan dengan mengurangi jumlah daun. Namun demikian, secara umum perlakuan naungan mengurangi jumlah daun. Hal yang sama dikemukakan oleh Haque *et al.* (2009) dan

Bakhshy *et al.* (2013), bahwa jumlah daun per tanaman nyata berkurang dengan meningkatnya naungan dan sebaliknya, jumlah daun akan meningkat dengan meningkatnya intensitas cahaya. Hal ini berkaitan dengan terbatasnya intensitas cahaya yang diterima tanaman. Cahaya merupakan sumber energi utama dalam proses fotosintesis. Keterbatasan cahaya menyebabkan proses fotosintesis terbatas, alokasi fotosintat untuk pembentukan daun menjadi berkurang. Hasil penelitian Wahabi & Sinclair (2005) menyatakan bahwa hubungan antara jumlah daun dan luas daun mengikuti fungsi eksponensial.

Respon komponen hasil seperti bobot biji per tanaman dan bobot 100 biji masing-masing genotipe terhadap naungan menunjukkan perbedaan. Naungan mengakibatkan kehilangan hasil biji dan pengurangan ukuran biji, dengan tingkat yang berbeda antar genotipe (Tabel 5).

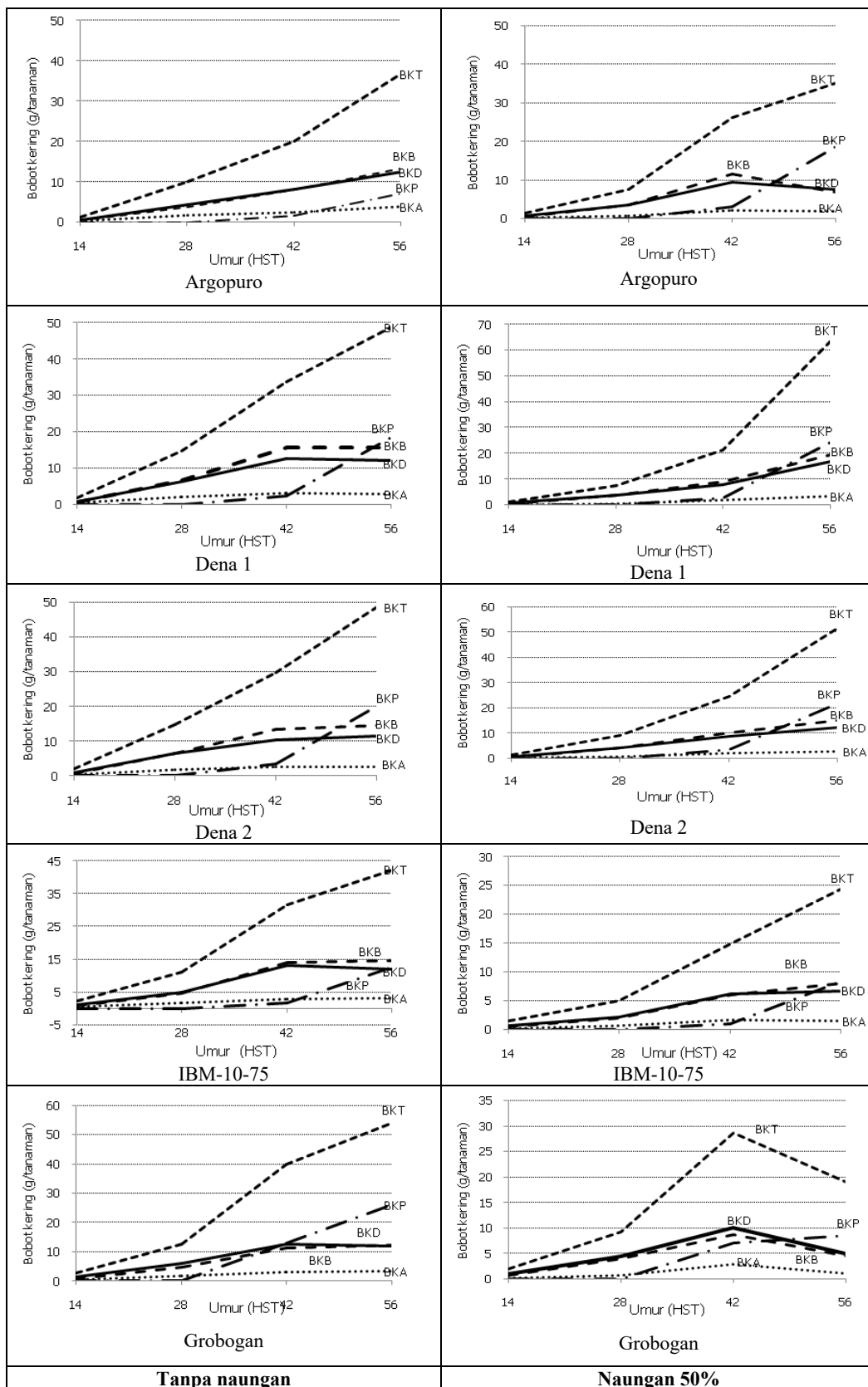
Berdasarkan bobot biji per tanaman, diketahui bahwa naungan mengakibatkan kehilangan hasil pada Argopuro, IBM-10-75, Grobogan, dan Panderman. Kehilangan hasil tersebut, menurut Green-Tracewicz *et al.* (2011) berkaitan erat dengan penurunan akumulasi biomassa, sebagai ekspresi dari respon penghindaran terhadap naungan. Besarnya kehilangan hasil ditentukan oleh fase pertumbuhan tanaman. Fase reproduksi (periode pembentukan bunga sampai polong) dua kali lebih sensitif terhadap pengurangan intensitas cahaya (naungan) dibandingkan dengan periode pengisian biji (Egli 2010). Sementara itu, hasil penelitian lain menyatakan bahwa naungan dapat menyebabkan kehilangan hasil biji antara 34-55% tergantung pada kepadatan populasi, varietas (Liu *et al.* 2010), serta lama periode cekaman

Tabel 6. Koefisien korelasi antara tinggi tanaman dengan diameter batang

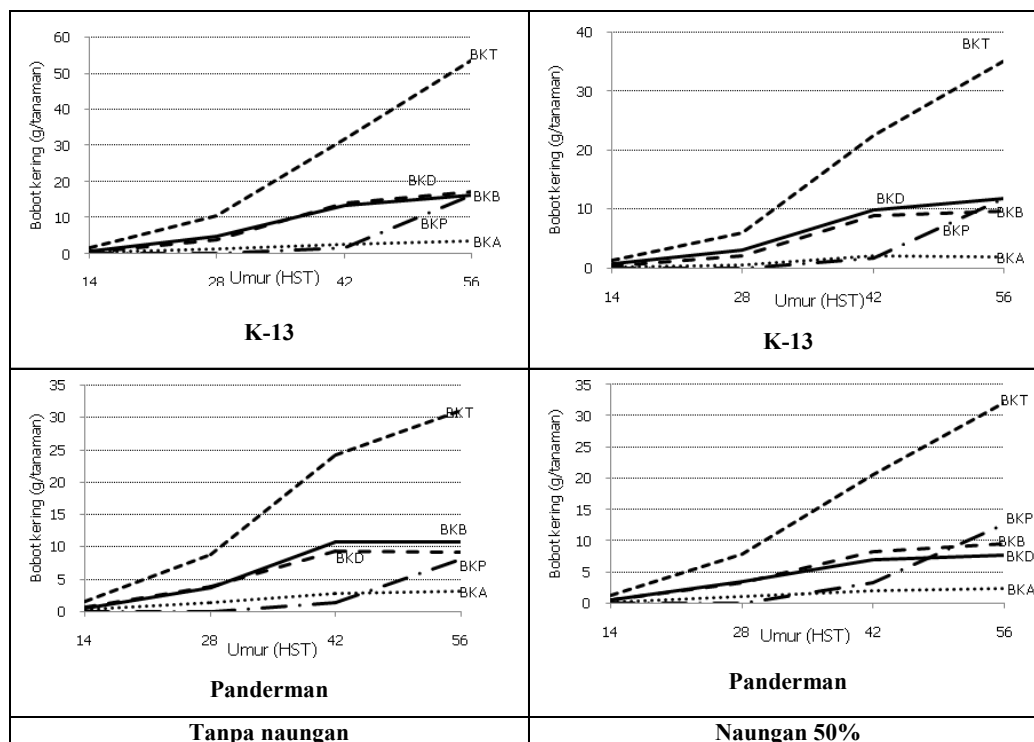
Karakter	TT1	TT2	TT3	TT4	DB1	DB2	DB3	DB4
TT1	1							
TT2	0,95**	1,00						
TT3	0,64**	0,69**	1,00					
TT4	0,42 ^{tn}	0,55*	0,54*	1,00				
DB1	-0,02^{tn}	-0,14 ^{tn}	-0,57*	-0,29 ^{tn}	1,00			
DB2	-0,81**	-0,64**	-0,36 ^{tn}	-0,23 ^{tn}	-0,19 ^{tn}	1,00		
DB3	-0,59*	-0,36 ^{tn}	-0,09^{tn}	-0,14 ^{tn}	-0,12 ^{tn}	0,94**	1,00	
DB4	-0,87**	-0,71**	-0,50*	-0,22^{tn}	-0,01 ^{tn}	0,44 ^{tn}	0,74**	1,00

Keterangan; TT1, TT2, TT3, dan TT4 = masing-masing adalah tinggi tanaman saat 14, 28, 42, dan 56 HST, DB1, DB2, DB3, dan DB4, = masing-masing adalah diameter batang saat 14, 28, 42, dan 56 HST

Penampilan Karakter Kuantitatif Genotipe Kedelai di Bawah Naungan



Gambar 3. Distribusi bahan kering setiap genotipe pada dua lingkungan. Keterangan: BKT = bobot kering total; BKB = bobot kering batang; BKD = bobot kering daun; BKA = bobot kering akar; dan BKP = bobot kering polong



Gambar 3. Lanjutan

naungan (Yi *et al.* 2016). Naungan dari tahap awal hingga tahap pemasakan polong mengakibatkan efek merugikan, terutama terhadap jumlah polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot biji, bobot bagian tanaman di atas tanah, dan hasil dibandingkan dengan naungan pada tahap pertumbuhan akhir hingga tahap pemasakan (Li *et al.* 2006).

Berbeda dengan Argopuro, IBM-10-75, Grobogan, dan Panderman yang mengalami kehilangan hasil akibat naungan, genotipe Dena 1, Dena 2, dan K-13 justru menunjukkan peningkatan hasil. Diduga Dena 1, Dena 2, dan K-13 sesuai untuk lingkungan naungan, karena lebih efisien di dalam pemanfaatan cahaya matahari untuk proses fotosintesis.

Naungan mengakibatkan pengurangan ukuran biji genotipe yang diuji. Sesuai dengan deskripsinya, varietas Grobogan, Panderman, Argopuro, dan Dena 1 tergolong berbiji besar (>14g/100 biji), Dena 2 berbiji sedang (10-13g/100 biji), masing-masing dengan bobot 100 biji mencapai 18g, 18g, 17g, 14g, dan 13g, sedangkan ukuran biji genotipe IBM-10-75 dan K-13 sebelumnya belum terdeskripsikan. Genotipe berbiji besar mengalami pengurangan bobot 100 biji yang lebih besar dibandingkan varietas berbiji sedang. Laju

penurunan sebesar 50,57%, 34,85%, 21,66%, 18,42%, dan 7,32% untuk varietas Grobogan, Panderman, Argopuro, Dena 1, dan Dena 2. Sementara itu, pengurangan bobot 100 biji pada galur IBM-10-75 dan K-13 mencapai 30,0% dan 9,93%. Hasil yang sama dilaporkan oleh Zhang *et al.* (2011) bahwa naungan menyebabkan pengurangan pada hasil dan ukuran biji kedelai. Meskipun ukuran biji maksimum ditentukan oleh potensi genetiknya, namun menurut Liu *et al.* (2010) ukuran biji dapat dimodifikasi oleh perubahan kondisi lingkungan selama fase reproduksi, dengan stabilitas ukuran biji terbesar pada genotipe berbiji kecil, diikuti oleh genotipe berbiji sedang, dan genotipe berbiji besar merupakan genotipe yang paling tidak stabil ukuran bijinya.

Secara umum naungan mengakibatkan produksi biomas (bahan kering) berkurang, akibat pengurangan intensitas cahaya yang diterima tanaman. Produksi bahan kering masing-masing genotipe berbeda di setiap perlakuan naungan (Gambar 3). Berdasarkan produksi bahan kering total saat 56 HST, terdapat tiga genotipe yang mampu memproduksi bahan kering lebih tinggi pada kondisi ternaung dari pada tanpa naungan, yaitu varietas Dena 1, Dena 2, dan Panderman. Sumbangan

terbesar bobot kering biomassa tersebut berasal dari polong untuk varietas Dena 1 dan Dena 2, serta daun dan polong untuk Panderman. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa biomassa tanaman kedelai yang ditumpangсарikan dengan jagung berkurang secara nyata dibandingkan dengan tanaman kedelai monokultur, dengan pengurangan mencapai 78,7%. Pengurangan biomassa tersebut berpengaruh negatif terhadap hasil biji, menyebabkan pengurangan hasil biji sebesar 32,8% (Su *et al.* 2014).

Berdasarkan distribusi bahan kering (Gambar 3), diketahui bahwa masing-masing genotipe menunjukkan pola distribusi alokasi bahan kering yang berbeda antara perlakuan tanpa naungan dan naungan 50%. Pada umur 56 HST, perlakuan naungan menyebabkan peningkatan alokasi bahan kering ke organ reproduktif (polong) pada genotipe yang diuji, kecuali varietas Grobogan. Hasil penelitian Manceur *et al.* (2009) menunjukkan bahwa kedelai di bawah naungan cenderung mengalokasikan lebih banyak bahan kering ke bagian reproduksi dibandingkan ke jaringan struktural dan tangkai daun.

Tingkat akumulasi bahan kering mencerminkan kemampuan tanaman dalam mengikat energi cahaya matahari melalui proses fotosintesis, serta interaksinya dengan faktor-faktor lingkungan lainnya (Sumarsono 2008). Cahaya adalah sumber energi fotosintesis tanaman dan intensitas cahaya memiliki pengaruh penting pada morfologi, fisiologi, dan reproduksi tanaman (Li *et al.* 2010; Kosma *et al.* 2013; Mauro *et al.* 2014; Wang *et al.* 2014). Varietas Grobogan diduga tidak mampu beradaptasi dengan lingkungan naungan. Untuk mendapatkan hasil maksimal dari kedelai di bawah cekaman cahaya rendah, pemilihan kultivar kedelai yang sesuai memegang peranan penting karena kemampuan kultivar dalam menanggapi cekaman naungan (cahaya rendah) berbeda (Polthanee *et al.* 2011).

Pada umumnya tanaman tumbuh tinggi (pemanjangan batang) dan kurus dalam menghadapi kekurangan cahaya dengan mengorbankan perkembangan daun, dan pada akhirnya mengurangi hasil. Namun berbeda dengan yang terjadi pada varietas Dena 1, Dena 2, dan K-13. Varietas Dena 1 dan Dena 2 menghadapi naungan dengan cara meningkatkan tinggi tanaman, jumlah dan luas daun pada saat 56 HST, sedangkan genotipe

K-13 sebaliknya. Peningkatan tinggi tanaman, jumlah dan luas daun pada varietas Dena 1 dan Dena 2 merupakan upaya yang dilakukan untuk menghindari kekurangan cahaya dengan meningkatkan kemampuan menyerap cahaya, yang pada akhirnya akan meningkatkan hasil biji. Varietas Dena 1 dan Dena 2 merupakan varietas yang telah dilepas khusus untuk cekaman cahaya rendah (naungan). Hal yang berbeda terjadi pada genotipe K-13, yang mempunyai kemampuan efisiensi dalam memanfaatkan cahaya terserap untuk pembentukan biji, sehingga adanya pengurangan cahaya terserap tidak berdampak pada pengurangan hasil biji. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Nilsson dan Wardle (2005), bahwa hasil dapat ditingkatkan apabila perilaku penghindaran terhadap naungan dapat ditekan.

KESIMPULAN

Perlakuan naungan 50% menyebabkan terjadinya cekaman kekurangan cahaya, dengan intensitas cekaman 30,31%. Intensitas cekaman tersebut, mampu menimbulkan penampilan karakter kuantitatif yang beragam antar genotipe. Keberagaman penampilan karakter kuantitatif tersebut ditunjukkan dengan perbedaan karakter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah dan luas daun, bobot biji pertanaman, bobot 100 biji, dan bobot kering antar genotipe di setiap lingkungan naungan. Berdasarkan karakter hasil biji varietas Dena 1, Dena 2, dan K-13 sesuai untuk lingkungan naungan, sedangkan Argopuro, IBM-10-75, Grobogan, dan Panderman tidak sesuai untuk lingkungan naungan. Varietas Dena 1 dan Dena 2 mengembangkan mekanisme penghindaran untuk menghadapi naungan, melalui peningkatan tinggi tanaman, jumlah dan luas daun, sedangkan genotipe K-13 menghadapi cekaman naungan melalui kemampuannya dalam pemanfaatan cahaya terserap untuk pembentukan biji secara efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Atman. 2009. Strategi produksi kedelai di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Tambua*. 8(1):39-45.
- Bakhshy, J., K. Ghassemi-Golezani, S. Zehtab-Salmasi, & M. Moghaddam. 2013. Effect of Water Deficit and Shading on Morphology and Grain Yield of Soybean

- (*Glycine max* L.). *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*. 3(1):39-43.
- Chairudin, Efendi & Sabaruddin. 2015. Dampak naungan terhadap perubahan karakter agronomi dan morfo-fisiologi daun pada tanaman kedelai. *Jurnal Floratek*. 10:26-35.
- Corre, WJ. 1983. Growth and Morphogenesis of Sun and Shade Plants on the Influence of Light Intensity. *Acta botanica neerlandica*. 32:49-62.
- De Carvalho Gonçalves, JF., DC. De Sousa Barreto, Jr.UM. Dos Santos, AV. Fernandes, PDTB. Sampaio, & MS. Buckeridge. 2005. Growth Photosynthesis and Stress Indicators in Young Rose Wood Plants (*Aniba rosaeodora* Ducke) under Different Light Intensities. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 17:325-334.
- Echarte, L, AD. Maggiora, D. Cerrudo, VH. Gonzalez, P. Abbate, A. Cerrudo, VO. Sadras, & P. Calvino. 2011. Yield Response to Plant Density of Maize and Sunflower Intercropped with Soybean. *Field Crops Research*. 121. 423-429.
- Egli, DB. 2010. Soybean Reproductive Sink Size and Short-term Reductions in Photosynthesis during Flowering and Pod Set. *Crop Science*. 50:1971-1977.
- Fischer, RA. & R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars.I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research* .29:897-917
- Franklin, KA. 2008. Shade Avoidance. *New Phytol*. 170:930-944.
- Gao, Y., AW. Duan, XQ. Qiu, JS. Sun, JP. Zhang, H. Liu, & HZ. Wang. 2010. Distribution and Use Efficiency of Photosynthetically Active Radiation in Strip Intercropping of Maize and Soybean. *Agronomy Journal*. 102: 1149-1157.
- Ghosh, PK., AK. Tripathi, KK. Bandyopadhyay, & MC.Manna. 2009. Assessment of Nutrient Competition and Nutrient Requirement in Soybean/Sorghum Intercropping System. *European Journal of Agronomy*. 31(1): 43-50.
- Gong, W.Z., CD. Jiang, YS. Wu, HH. Chen, WY. Liu, & WY. Yang. 2015. Tolerance vs. avoidance: two strategies of soybean (*Glycine max*) seedlings in response to shade in intercropping. *Phosyntheticca*. 53 (2):259-268.
- Green-Tracewicz, E., ER. Page, & CJ. Swanton. 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.
- Haque, MM., M. Hasanuzzaman, ML. Rahman. 2009. Effect of Light Intensity on the Morpho-physiology and Yield of Bottle Gourd (*Lagenaria vulgaris*). *Academic Journal Plant Science*. 2:158-161.
- Keuskamp, DH., R.Sasidharan, & R. Pierik. 2010. Physiological Regulation and Functional Significance of Shade Avoidance Responses to Neighbours. *Plant Signaling & Behavior* 5: 655-662.
- Kosma, C., Triantafyllidis, V. Papanavvas, A. Salahas, & G. Patakas. 2013. Yield and Nutritional Quality of Greenhouse Lettuce as Affected by Shading and Cultivation Season. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 25:974-979.
- Kurepin, LV., JRN. Emery, RP. Pharis, & DM. Reid. 2007. Uncoupling Light Quality from Light Irradiance Effects in *Helianthus annuus* Shoots: Putative Roles for Plant Hormones in Leaf and Internode Growth. *J. Exp. Bot*. 58:2145-2157.
- Li, CY., ZA. Sun, HZ. Chen, & SZ. Yang. 2006. Influence of Shading Stress during Different Growth Stage on Yield and Main Characters of Soybean. *Journal Southwest China Journal of Agricultural Sciences*. 19 (2):265-269.
- Li, L., YT. Gan, R. Bueckert, & TD Warkentin. 2010. Shading, defoliation and light enrichment effects on chickpea in northern latitudes. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 196:220-230.
- Liu, B., C.Wang, YS. Li, J. Jin & SJ. Herbert. 2010. Soybean Yield and Yield Component Distribution Across the Main Axis in Response to Light Enrichment and Shading under Different Densities. *Plant Soil Enviromen*. 56(8):384-392.
- Manceur, AM., GJ. Boland, NV. Thevathasan, & AM. Gordon. 2009. Dry Matter Partitions and Specific Leaf Weight of

- Soybean Change with Tree Competition in an Intercropping System. *Agroforestry Systems*. 76:295.
- Mauro, R. P., O. Sortino, & M. Dipasquale. 2014. Phenological and growth response of legume cover crops to shading. *The Journal of Agricultural Science*. 152:917931.
- Nagasuga, K. & F. Kubota. 2008. Effects of Shading on Hydraulic Resistance and Morphological Traits of Internode and Node of Napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach). *Plant Production Science*. 11: 352–354.
- Nilsson, MC. & DA. Wardle. 2005. Understory vegetation as a forest ecosystem driver: evidence from the northern Swedish boreal forest. *Front. Ecol. Environ*. 3: 421–428.
- Novoplansky, A. 2009. Picking Battles Wisely: Plant Behaviour under Competition. *Plant Cell Environ*. 32: 726-741.
- Polthanee, A., K.Promsaena, & 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.
- Soverda, N., Evita & Gusniwati. 2009. Evaluasi dan Seleksi Varietas Tanaman Kedelai terhadap Naungan dan Intensitas Cahaya Rendah. *Zuriat*. 19(2):86-97.
- Su, BY., YX. Song, C. Song, L. Cui, TW. Yong, & WY. Yang. 2014. Growth and Photosynthetic Responses of Soybean Seedlings to Maize-shading in Relay Intercropping System in Southwest China. *Photosynthetica*. 52 (3):332-340.
- Sumarsono. 2008. Analisis Kuantitatif Pertumbuhan Tanaman Kedelai (Soybeans). Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro.
- Wahabi, A. & TR. Sinclair. 2005. Simulation Analysis of Relative Yield Advantage of Barley and Wheat in an Eastern Mediterranean Climate. *Field Crops Research*. 91. 287-296.
- Wang, N., Q. Huang, J. Sun, S. Yan, C. Ding, X. Mei, D. Li, X. Zeng, X. Su, & Y. Shen. 2014. Shade Tolerance Plays an Important Role in Biomass Production of Different Poplar Genotypes in a High-density Plantation. *Forest Ecology and Management*. 331:40–49.
- Wang, Y., Q. Guo, & M. Jin. 2009. Effects of Light Intensity on Growth and Photosynthetic Characteristics of *Chrysanthemum morifolium*. *Zhongguo Zhongyao Zazhi*. 34:1633-1635.
- Yan, YH., WZ. Gong, WY. Yang, Y. Wan, XL. Chen, ZQ. Chen, & LY. Wang. 2010. Seed treatment with uniconazole powder improves soybean seedling growth under shading by corn in relay strip intercropping system. *Plant Production Science*. 13:367–374.
- Yang XY., XF. Ye, GS. Liu, HQ. Wei, & Y. Wang. 2007. Effects of Light Intensity on Morphological and Physiological Characteristics of Tobacco Seedlings. *Chinese Journal of Applied Ecology*. 18:2642-2645.
- Yang, F., S. Huang, L. Cui, XC. Wang, TW. Yong, WG. Liu, & WY. Yang. 2013. Dynamic Changes and Correlations of P and N Concentrations in Crop Leaves under Relay Intercropping System of Maize and Soybean. *Journal of Plant Nutrition Fertilization*. 19(4):781-789.
- Yi, W., Z. Xia, Y. Wen-yu, S. Xin, S. Ben-ying & C. Liang. 2016. Effect of Shading on Soybean Leaf Photosynthesis and Chlorophyll Fluorescence Characteristics at Different Growth Stages. *Journal Scientia Agricultura Sinica*. 49(11): 2072-2081 (10 Agustus 2016).
- Zhang, J., DL. Smith, W. Liu, X. Chen, & W. Yang. 2011. Effects of Shade and Drought Stress on Soybean Hormones and Yield of Main-stem and Branch. *African Journal of Biotechnology*. 10(65):14392-14398.
- Zhang, S., K. Ma, & L. Chen. 2003. Response of Photosynthetic Plasticity of *Paeonia suffruticosa* Changed Light Environments. *Environmental and Experimental Botany at Science*. 49:121-133.

