

Kesesuaian Genotipe Kedelai untuk Tanaman Sela di Bawah Tegakan Pohon Karet

Titik Sundari dan Purwantoro

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

Naskah diterima 21 Desember 2012 dan disetujui diterbitkan 18 Februari 2014

ABSTRACT. Suitability of Soybean (*Glycine max* Meer) Genotypes for Planting under the Rubber Tree Plantation.

This research was aimed to identify shade-tolerant soybean genotypes that was suitable for planting under rubber tree plantation. The research was conducted at three locations of rubber tree plantation in Central and East Lampung where the rubber tree were at age of 3 to 4 years, during dry season of 2011. The materials consisted of 30 soybean genotypes, where 23 lines were shade-tolerant, and seven were as check varieties (Pangrango, Burangrang, Malabar, Argomulyo, Grobogan, Ijen, and Tanggamus). Each genotype was planted in plot of 4 m x 2.2 m, plant spacing was 40 cm x 15 cm, two plants/hill. The experiment used a randomized block design, repeated four times. Before planting, dolomite of 1.5 t/ha was applied, and 75 kg Urea / ha + 100 SP36 kg/ha + 100 kg KCl /ha was applied at planting time. Observations were done on flowering date, harvesting date, plant height, number of branches, number of reproductive nodes, number of pods, seed weight per plant and grain yield. The light intensity under the rubber tree canopy was observed every week after the soybean age was 30 days (DAP), at 11:00 to 12:00 pm. The levels of shade made by the rubber tree canopy at three locations were different; at Tulangbalak (East Lampung) and Gunungsari (Central Lampung) ranged between 20% to 40%, at Gunungadi (Central Lampung) between 40% to 60%. Genotypes IBM22-861-2-22-3-1 and AI26-1114-8-28-1-2 yielded consistently well in two locations, in East Lampung (1.40 t/ha and 1.43 t/ha), in Central Lampung (1.19 t/ha and 1.18 t/ha). Genotype IBM22-861-2-22-3-1 and AI26-1114-8-28-1-2 produced the highest average yield out of the three locations, i.e 1.13 t/ha. Genotype IBM22-861-2-22-3-1 and AI26-1114-8-28-1-2 were considered as suitable genotypes for planting under the rubber tree of 3 to 4 years of age.

Keywords: Soybean, genotype, shade, rubber.

ABSTRAK. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi genotipe kedelai toleran naungan yang sesuai untuk tanaman sela di bawah tegakan tanaman karet. Penelitian dilaksanakan di tiga lokasi perkebunan karet rakyat, dengan umur karet 3-4 tahun, yaitu di Desa Gunungsari dan Gunungadi, Kecamatan Gunung Sugih, Kabupaten Lampung Tengah, serta Desa Tulangbalak, Kecamatan Batanghari Nuban, Kabupaten Lampung Timur, pada MK I 2011. Bahan yang digunakan adalah 30 genotipe kedelai yang terdiri atas 23 galur kedelai toleran naungan dan tujuh varietas pembandingan (Pangrango, Burangrang, Malabar, Argomulyo, Grobogan, Ijen, dan Tanggamus). Setiap genotipe ditanam pada plot berukuran 4 m x 2,2 m, jarak tanam 40 cm x 15 cm, dua tanaman/rumpun. Rancangan percobaan di masing-masing lokasi adalah acak kelompok, diulang empat kali. Sebelum tanam diaplikasikan dolomit sebanyak 1,5 t/ha. Pemupukan dilakukan pada saat tanam dengan 75 kg urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha. Pengamatan dilakukan terhadap karakter umur berbunga, umur masak, tinggi tanaman pada saat panen, jumlah cabang, jumlah buku subur, jumlah polong isi, bobot biji/tanaman,

dan hasil biji. Intensitas cahaya di bawah kanopi tanaman karet diamati sejak tanaman kedelai berumur 30 hari setelah tanam (HST), dilakukan antara jam 11.00 hingga 12.00, dengan interval satu minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat naungan di tiga lokasi menunjukkan perbedaan, di Tulangbalak dan Gunungsari berkisar antara 20-40%, di Gunungadi 40-60%. Genotipe IBM22-861-2-22-3-1 dan AI26-1114-8-28-1-2 konsisten toleran naungan di tiga lokasi masing-masing dengan produktivitas 1,40 t/ha dan 1,43 t/ha di Tulangbalak, 1,19 t/ha dan 1,18 t/ha di Gunungsari, dan 0,81 t/ha dan 0,78 t/ha di Gunungadi. IBM22-861-2-22-3-1 dan AI26-1114-8-28-1-2 mempunyai hasil tertinggi, rata-rata 1,13 t/ha. IBM22-861-2-22-3-1 dan AI26-1114-8-28-1-2 merupakan genotipe yang sesuai sebagai tanaman sela di bawah tegakan tanaman karet umur 3-4 tahun.

Kata kunci: Kedelai, genotipe, tanaman sela, karet.

Peluang pengembangan kedelai di bawah tegakan tanaman karet muda cukup besar. Pada tahun pertama penanaman karet, 70% dari luas area adalah dapat ditanami dengan tanaman penutup tanah atau tanaman pangan. Sejalan dengan bertambahnya penutupan tanah oleh tajuk, area tersebut berkurang hingga 50% pada tahun ketiga. Hal ini berarti sampai tahun ketiga, 50-70% dari luas area tanaman karet yang diremajakan dapat ditanami dengan tanaman pangan (Gunawan 2005).

Pada area perkebunan karet rakyat biasanya tidak menggunakan *legume cover crop* (LCC) sebagai penutup tanah karena manfaatnya tidak dapat langsung dirasakan dan membutuhkan biaya investasi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, area di antara tanaman karet ditumbuhi gulma. Upaya peningkatan produktivitas lahan perkebunan karet perlu terus digalakkan. Pengusahaan tanaman pangan, di antara tanaman karet dapat memberikan manfaat ganda, yaitu sebagai pengganti tanaman penutup tanah dan memberi hasil langsung kepada petani (Karyudi dan Siagian 2005).

Pengusahaan tanaman sela dapat memberikan dampak positif maupun negatif, bergantung pada cara pengelolaannya. Penanaman tanaman seladi antara tanaman karet melalui pengelolaan ekologi yang tepat dengan mengoptimalkan pemanfaatan cahaya, hara,

dan air maka kompetisi dan adaptasi akan memberikan hasil optimum dan mencegah terjadinya dampak negatif.

Pada kondisi demikian, penanaman kedelai toleran naungan sebagai tanaman sela merupakan salah satu upaya yang dapat ditempuh untuk meningkatkan produktivitas lahan dan memberikan hasil langsung kepada petani berupa hasil kedelai. Selain memberikan manfaat dalam peningkatan produktivitas lahan dan hasil langsung ke petani, penanaman kedelai sebagai tanaman sela di bawah tegakan tanaman karet secara tidak langsung akan berdampak terhadap peningkatan produksi kedelai nasional melalui perluasan area tanam.

Pengembangan kedelai sebagai tanaman sela di bawah tegakan tanaman perkebunan, lingkungan agroforestri, atau tumpang Sari dengan tanaman pangan lain merupakan salah satu alternatif budi daya untuk meningkatkan produksi nasional. Namun dijumpai beberapa masalah dalam penanaman kedelai sebagai tanaman sela (Sopandie *et al.* 2007), diantaranya persaingan dalam mendapatkan hara, air, dan cahaya. Di antara ketiga masalah tersebut, rendahnya intensitas cahaya akibat naungan merupakan masalah utama. Intensitas cahaya di bawah tegakan tanaman karet umur 2-3 tahun rata-rata berkurang 25-50% (Chozin *et al.* 1999). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata pengurangan intensitas cahaya di bawah naungan tanaman karet dapat mencapai 86% (Camargo *et al.* 2009). Perbedaan tingkat naungan mempengaruhi intensitas cahaya, suhu, dan kelembaban udara di lingkungan tanaman, sehingga intensitas cahaya yang diterima tanaman berbeda. Perbedaan ini mempengaruhi ketersediaan energi cahaya yang akan diubah menjadi energi panas dan energi kimia (Pantilu *et al.* 2012). Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan genotipe kedelai yang toleran terhadap intensitas cahaya rendah.

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) telah menghasilkan beberapa galur kedelai generasi lanjut yang teridentifikasi adaptif terhadap naungan, sebagai salah satu upaya pemecahan masalah rendahnya penerimaan cahaya akibat ternaungi oleh kanopi tanaman utama. Setiap galur kedelai mempunyai respons yang berbeda terhadap lingkungan naungan di bawah tegakan tanaman karet (Fikriati *et al.* 2009). Genotipe-genotipe tersebut perlu diuji lebih lanjut kesesuaiannya sebagai tanaman sela pada perkebunan karet.

Hasil penelitian Kisman (2008) menunjukkan bahwa pertumbuhan awal kedelai pada kondisi cahaya penuh mengikuti pola fotomorfogenesis dengan kandungan klorofil a dan b yang lebih tinggi, kotiledon dan hipokotil berwarna hijau, bulu akar yang lebih banyak, hipokotil lebih pendek dan kuat, posisi kotiledon tegak dan

berkembang dengan baik dan terbuka. Sebaliknya, perkembangan kecambah kedelai pada kondisi gelap total mengikuti pola skotomorfogenesis dengan ciri-ciri kandungan klorofil a dan b rendah, kotiledon dan hipokotil berwarna pucat, bulu akar, tidak tumbuh, hipokotil lebih panjang dan ramping, posisi kotiledon merunduk dan tidak berkembang dengan baik. Pengaruh lain dari naungan terhadap morfologi tanaman adalah peningkatan luas daun (Tankou *et al.* 1990, Djukri dan Purwoko 2003, Kisman *et al.* 2007a). Peningkatan luas daun bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya, sehingga proses fotosintesis dapat berjalan normal (Djukri dan Purwoko 2003, Kisman *et al.* 2007b). Pada fase reproduktif beberapa varietas kedelai, cekaman naungan menyebabkan umur berbunga dan umur masak lebih pendek dibandingkan dengan lingkungan tidak ternaungi (Zaman 2003). Hasil penelitian Susanto dan Sundari (2011) juga menyatakan bahwa perlakuan naungan 50% mempercepat umur masak, meningkatkan tinggi tanaman, dan mengurangi jumlah polong isi dan bobot biji dibandingkan dengan perlakuan tanpa naungan. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Kurosaki dan Yumoto (2003), Kakiuchi dan Kobata (2004 dan 2006), bahwa naungan menyebabkan pengurangan jumlah polong per tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi genotipe kedelai toleran naungan yang sesuai untuk tanaman sela di bawah tegakan tanaman karet.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di tiga lokasi perkebunan karet rakyat, yaitu di Desa Gunungsari (karet umur >4 tahun) dan Gunungadi (karet umur 3 tahun), Kecamatan Gunung Sugih, Lampung Tengah, serta Desa Tulangbalak (karet umur > 4 tahun), Kecamatan Batanghari Nuban, Lampung Timur, pada MK I (Februari-Mei 2011). Bahan yang digunakan adalah 30 genotipe kedelai, yang terdiri atas 23 galur kedelai toleran naungan, dan tujuh varietas pembanding, yaitu Pangrango (varietas toleran naungan), Burangrang (tetua dengan karakter biji besar), Malabar, Argomulyo, dan Grobogan (tetua dengan karakter biji besar dan umur genjah), Ijen (tetua ukuran biji sedang), dan Tanggamus (tetua toleran lahan masam). Setiap galur ditanam pada plot yang berukuran 4 m x 2,2 m, jarak tanam 40 cm x 15 cm dan dua tanaman/rumpun.

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok, diulang empat kali. Sebelum tanam, diambil contoh tanah untuk mengetahui tingkat kesuburannya,

kemudian diaplikasikan dolomit sebanyak 1,5 t/ha dengan cara ditaburkan merata di atas permukaan tanah. Pemupukan dilakukan pada saat tanam dengan 75 kg urea/ha + 100 kg SP36/ha + 100 kg KCl/ha. Pengamatan dilakukan terhadap umur berbunga, umur masak, tinggi tanaman saat panen, jumlah cabang, jumlah buku subur, jumlah polong isi, bobot biji/tanaman, dan hasil biji.

Intensitas cahaya di bawah kanopi tanaman karet mulai diamati pada saat tanaman kedelai berumur 30 hari setelah tanam (HST), dilakukan antara jam 11.00 hingga 12.00 dengan interval satu minggu. Pengamatan intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan dua alat Lux meter, satu Lux meter ditempatkan di atas kanopi tanaman kedelai dan di bawah naungan kanopi tanaman karet, dan yang lainnya ditempatkan di bawah intensitas cahaya penuh (tanpa naungan). Pengukuran intensitas cahaya didasarkan pada periode kritis tanaman kedelai terhadap cekaman naungan, yaitu pada fase generatif.

Hasil analisis contoh tanah percobaan disajikan pada Tabel 1. Di Tulangbalak tanah bereaksi agak masam, Gunungsari dan di Gunungadi bereaksi sangat masam, kandungan C organik Tulangbalak tergolong rendah (1-2%), di Gunungsari dan Gunungadi sangat rendah (< 1%), demikian juga kandungan N totalnya (Taufiq dan Sundari 2012). C/N rasio di tiga lokasi tergolong rendah (5-10), kandungan P di tiga lokasi sangat rendah (< 10 ppm), kandungan K sangat rendah (< 0,1/100 g). Kandungan Na tergolong rendah (0,1-0,3 me/100 g), kandungan Ca di Tulangbalak tergolong rendah (2-5 me/100 g), sedangkan di Gunungsari dan Gunungadi sangat rendah. Kandungan Mg di Tulangbalak dan Gunungadi tergolong rendah, dan di Gunungsari sangat rendah. Kandungan Al.dd di Gunungadi tergolong tinggi (0,30

Tabel 1. Hasil analisis tanah di tiga lokasi percobaan, Lampung, 2011.

Variabel	Tulangbalak	Gunungsari	Gunungadi
pH H ₂ O (KCl 1 N)	5,7 (4,8)	3,9 (3,7)	4,2 (3,6)
C. organik (%)	1,12	0,73	0,61
N total (%)	0,13	0,07	0,08
C/N	9	10	7
Bahan organik (%)	1,94	1,26	1,05
P ₂ O ₅ Bray 1 (ppm)	2,67	0,52	0,52
K (me/100 g)	-	-	0,01
Na (me/100 g)	0,18	0,17	0,16
Ca (me/100 g)	3,12	0,40	0,51
Mg (me/100 g)	0,42	0,20	0,41
H.dd	1,25	6,54	8,32
Al.dd (me Al/100 g)	-	-	0,30
Kriteria	Sangat miskin	Sangat miskin	Sangat miskin

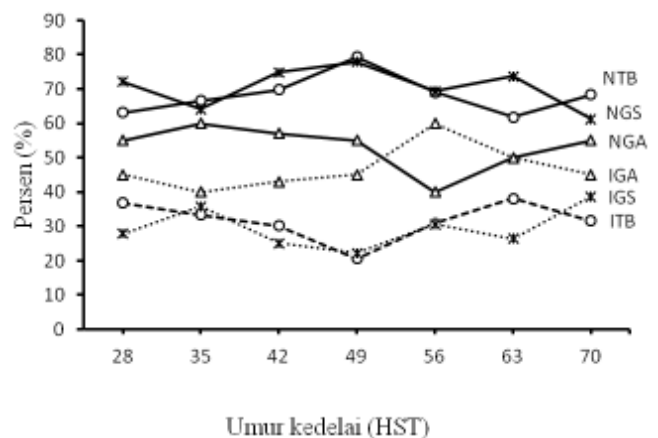
me Al/100 g), sedangkan di Tulangbalak dan Gunungsari sangat rendah. Secara keseluruhan, tingkat kesuburan lahan di tiga lokasi pengujian tergolong sangat miskin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas cahaya yang sampai di bawah kanopi tanaman karet di tiga lokasi menunjukkan perbedaan (Gambar 1). Penerimaan cahaya oleh tanaman kedelai di masing-masing lokasi berbeda, di Gunungsari lebih tinggi dibandingkan dengan Gunungadi dan Tulangbalak. Intensitas cahaya di bawah naungan tanaman karet umur 4 tahun di Tulangbalak dan Gunungsari berkisar antara 20-40%, sedangkan di bawah naungan karet umur 3 tahun di Gunungadi berkisar antara 40-60%. Perbedaan intensitas cahaya di masing-masing lokasi disebabkan oleh perbedaan umur tanaman dan tingkat pertumbuhan tanaman karet di masing-masing lokasi. Tanaman karet yang tumbuh subur mempunyai kanopi yang lebar dan rapat, sehingga cahaya yang diterima tanaman kedelai yang berada di bawahnya menjadi berkurang.

Hasil analisis ragam gabungan tiga lokasi menunjukkan pengaruh interaksi antara genotipe dengan lokasi nyata untuk semua karakter yang diamati, seperti umur berbunga, umur masak, tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, jumlah polong isi, bobot biji per tanaman, dan hasil biji per satuan luas (Tabel 2).

Umur berbunga dan umur masak genotipe kedelai yang diuji beragam antarlokasi. Secara umum, galur-



Gambar 1. Intensitas cahaya di bawah kanopi tanaman karet di masing-masing lokasi percobaan. Lampung, 2011. (ITB: intensitas cahaya di Tulangbalak, IGA: di Gunungadi, IGS: di Gunungsari, NTB: di Tulangbalak, NGA: di Gunungadi, NGS: di Gunungsari).

Tabel 2. Hasil analisis ragam gabungan tiga lokasi beberapa karakter kuantitatif galur-galur kedelai toleran naungan, 2011.

Karakter	Kuadrat tengah			
	Lokasi (L)	Galur(G)	L x G	Galat
Umur berbunga	100,858**	32,134**	18,160**	0,790
Umur masak	476,478**	131,511**	86,584**	2,191
Tinggi tanaman	4777,953**	951,075**	143,134**	8,059
Jumlah cabang	75,658**	2,905**	1,670**	0,123
Jumlah buku	359,703**	15,625**	8,599**	0,784
Jumlah polong isi	6231,158**	137,753**	77,161**	3,401
Jumlah polong hampa	106,386**	2,028**	2,067**	0,061
Bobot biji/tanaman	60,301**	1,880**	2,309**	0,037
Hasil biji/ha	3,781**	0,117**	0,144**	0,002

galur yang diuji di Tulangbalak mempunyai umur berbunga lebih lambat dibandingkan dengan di Gunungsari maupun Gununggadi (Tabel 3). Hal ini dikarenakan adanya pengurangan intensitas cahaya yang diterima tanaman kedelai akibat naungan kanopi tanaman karet. Intensitas cahaya matahari mempengaruhi kelembaban. Cahaya matahari juga menyebabkan peningkatan suhu atau temperatur udara. Dengan demikian, pengurangan intensitas cahaya berdampak pada pengurangan suhu dan kehilangan air, sehingga suhu menjadi lebih rendah dan kelembaban tinggi (Pezzopane *et al.* 2011). Di satu sisi, pembungaan dirangsang oleh suhu tinggi, kelembaban rendah, dan intensitas sinar matahari yang diterima tanaman lebih banyak (Irawan 2006). Oleh karenanya, pembungaan kedelai di lokasi Tulangbalak dan Gunungsari lebih lambat dibandingkan dengan di Gununggadi. Intensitas cahaya, panjang hari, dan suhu merupakan faktor lingkungan yang membatasi pertumbuhan dan waktu berbunga tanaman. Kondisi pertumbuhan yang suboptimal juga dapat menunda pembungaan dan memperpanjang fase vegetatif (Atwell *et al.* 1999).

Galur MI21-845-2-1-3-3 cepat berbunga di Tulangbalak (36 HST). Varietas Grobogan lebih cepat berbunga di Gunungsari (28 HST) dan Gununggadi (30 HST) (Tabel 3). Umur tergenjah di Tulangbalak dicapai oleh galur IBM22-873-1-13-1-3 (80 HST), sementara di Gunungsari dan Gununggadi dicapai oleh varietas Grobogan (70 HST) (Tabel 4).

Tinggi tanaman masing-masing genotipe menunjukkan keragaman di masing-masing lokasi (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa respons masing-masing genotipe terhadap naungan tanaman karet berbeda. Tanaman kedelai tertinggi di Tulangbalak dicapai oleh galur IAC100/Burangrang, varietas Grobogan, dan Ijen masing-masing 48 cm, di

Tabel 3. Umur berbunga 30 genotipe kedelai di tiga lokasi. Lampung, 2011.

Genotipe	Umur berbunga (HST)			
	Tulang-balak	Gunung-sari	Gununggadi	Rata-rata
IBK5-143-3-7-2-1	40	40	35	38
IBK5-147-2-11-2-2	41	40	38	39
IBK5-173-5-37-1-1	40	41	36	39
KIB6-189-2-7-3-1	41	38	36	38
Ij9-299-1-4-1-1	42	40	40	40
IT15-582-1-17-3-3	39	38	41	39
MI21-845-2-1-3-3	36	40	37	38
IBM22-861-2-22-3-1	39	39	36	38
IBM22-862-4-1-1-3	38	39	36	37
IBM22-867-4-7-2-1	42	41	38	40
IA27-1048-13-20-2-3	41	40	41	40
IK3-45-5-5-1-2	41	38	41	40
IM20-824-19-17-2-2	39	39	40	40
IBK5-172-4-36-2-1	38	41	37	39
IBK5-172-4-36-3-1	40	40	39	39
IBK5-173-5-37-1-2	40	40	37	39
MI21-848-3-4-3-1	41	41	38	40
IBM22-861-2-22-3-2	40	40	37	39
IBM22-862-4-1-1-1	38	39	38	38
IBM22-873-1-13-1-3	37	40	36	38
IBlj11-431-2-20-3-1	40	40	38	39
AI26-1114-8-28-1-2	41	35	39	40
IAC100/Burangrang	39	37	41	39
Pangrango	40	36	40	39
Burangrang	40	35	34	36
Malabar	43	34	36	37
Argomulyo	38	42	38	39
Grobogan	39	28	30	32
Ijen	38	38	40	38
Tanggamus	40	44	43	42
Rata-rata	40	39	38	39
Koef. Keragaman (%)		2,30		
LSD 5%		1,23		

Gunungsari dan Gununggadi dicapai galur varietas Pangrango, masing-masing 95 cm dan 74 cm. Tanaman kedelai di Gunungsari dan Gununggadi rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan di Tulangbalak.

Perbedaan tinggi tanaman disebabkan oleh perbedaan tingkat naungan di masing-masing lokasi. Semakin tinggi tingkat naungan dari kanopi tanaman karet semakin rendah tingkat penerimaan cahaya oleh tanaman kedelai. Hal ini memacu terjadinya dominasi apikal, yang menyebabkan pemanjangan ruas dan memperkecil diameter batang. Selain itu, kekurangan cahaya saat perkembangan tanaman akan menimbulkan gejala etiolasi, yang disebabkan oleh kekurangan cahaya yang dapat memacu difusi auksin ke bagian tanaman yang tidak terkena cahaya. Hal serupa dilaporkan oleh Bakhshy *et al.* (2013) dan Haque *et al.* (2009), yang menyatakan bahwa tingkat pemanjangan

Tabel 4. Umur masak 30 genotipe kedelai di tiga lokasi. Lampung, 2011.

Genotipe	Umur masak (HST)			
	Tulang-balak	Gunung-sari	Gunungadi	Rata-rata
BK5-143-3-7-2-1	84	82	87	84
IBK5-147-2-11-2-2	89	92	84	88
IBK5-173-5-37-1-1	91	82	85	86
KIB6-189-2-7-3-1	83	92	87	87
Ilj9-299-1-4-1-1	83	88	88	86
IT15-582-1-17-3-3	86	94	88	89
MI21-845-2-1-3-3	84	89	82	85
IBM22-861-2-22-3-1	90	90	83	88
IBM22-862-4-1-1-3	84	87	83	84
IBM22-867-4-7-2-1	85	87	82	85
IA27-1048-13-20-2-3	90	92	91	91
IK3-45-5-5-1-2	84	94	90	89
IM20-824-19-17-2-2	94	93	88	92
IBK5-172-4-36-2-1	93	89	84	88
IBK5-172-4-36-3-1	95	88	83	88
IBK5-173-5-37-1-2	85	86	86	86
MI21-848-3-4-3-1	90	84	86	86
IBM22-861-2-22-3-2	85	84	88	86
IBM22-862-4-1-1-1	83	82	81	82
IBM22-873-1-13-1-3	80	83	87	83
IBJ11-431-2-20-3-1	95	90	86	90
AI26-1114-8-28-1-2	94	72	80	82
IAC100/Burangrang Pangrango	94	87	85	89
Burangrang	93	89	82	86
Malabar	85	88	75	83
Argomulyo	86	79	77	81
Grobogan	86	92	87	88
Ijen	88	70	70	78
Tanggamus	95	83	84	87
	93	93	88	91
Rata-rata	88	87	84	86
Koef. Keragaman (%)		1,72		
LSD 5%		2,05		

Tabel 5. Tinggi tanaman 30 genotipe kedelai di tiga lokasi, Lampung, 2011.

Genotipe	Tinggi tanaman (cm)			
	Tulang-balak	Gunung-sari	Gunungadi	Rata-rata
IBK5-143-3-7-2-1	33	40	34	36
IBK5-147-2-11-2-2	31	40	35	35
IBK5-173-5-37-1-1	28	38	34	33
KIB6-189-2-7-3-1	27	40	38	35
Ilj9-299-1-4-1-1	40	49	48	45
IT15-582-1-17-3-3	30	43	42	38
MI21-845-2-1-3-3	31	36	32	33
IBM22-861-2-22-3-1	30	40	37	36
IBM22-862-4-1-1-3	46	37	34	39
IBM22-867-4-7-2-1	29	42	37	36
IA27-1048-13-20-2-3	45	54	58	52
IK3-45-5-5-1-2	39	38	39	39
IM20-824-19-17-2-2	36	47	45	43
IBK5-172-4-36-2-1	30	43	34	36
IBK5-172-4-36-3-1	31	39	38	36
IBK5-173-5-37-1-2	32	43	34	36
MI21-848-3-4-3-1	31	43	40	38
IBM22-861-2-22-3-2	32	45	34	37
IBM22-862-4-1-1-1	30	47	37	38
IBM22-873-1-13-1-3	34	43	43	40
IBJ11-431-2-20-3-1	42	53	57	51
AI26-1114-8-28-1-2	47	63	60	57
IAC100/Burangrang Pangrango	48	54	61	54
Burangrang	37	95	74	69
Malabar	32	59	51	47
Argomulyo	38	60	56	52
Grobogan	36	46	53	45
Ijen	48	55	58	54
Tanggamus	48	62	58	56
	44	52	52	50
Rata-rata	36	48	45	43
Koef. Keragaman (%)		6,59		
LSD 5%		3,93		

ruas batang pada PAR 50% lebih tinggi dibandingkan dengan di bawah sinar matahari penuh.

Jumlah cabang genotipe yang diuji beragam antarlokasi (Tabel 6). Jumlah cabang di Tulangbalak berkisar antara 1-2 cabang/tanaman, di Gunungsari 1-4 cabang/tanaman, dan di Gunungadi 2-5 cabang/tanaman (Tabel 6). Naungan menyebabkan berkurangnya jumlah cabang yang terbentuk, berkaitan dengan berkurangnya fotosintat yang dialokasikan untuk pembentukan cabang akibat berkurangnya intensitas cahaya yang diterima tanaman. Cahaya merupakan sumber energi utama proses fotosintesis. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Zhang *et al.* (2011) dan Sundari *et al.* (2010).

Jumlah buku subur/tanaman beragam di setiap lokasi, terbanyak di Tulangbalak dicapai oleh varietas Ijen dan genotipe IM20-824-19-17-2-2 (10 buku subur/

tanaman), di Gunungsari diberikan oleh varietas Tanggamus (13 buku subur/tanaman), dan di Gunungadi oleh varietas Pangrango (16 buku subur/tanaman) (Tabel 7).

Berdasarkan hasil analisis korelasi diketahui bahwa jumlah buku subur berhubungan erat dengan tinggi tanaman (Tabel 8). Artinya, peningkatan jumlah buku subur berdampak terhadap peningkatan tinggi tanaman. Berdasarkan deskripsinya, ketiga varietas tersebut tergolong tanaman yang tinggi, > 50 cm.

Ada kemungkinan respons morfologi galur-galur kedelai terhadap naungan dibatasi oleh berkurangnya fotosintat akibat rendahnya intensitas cahaya yang diterima tanaman kedelai di bawah naungan kanopi karet.

Jumlah polong isi genotipe kedelai juga beragam di masing-masing lokasi (Tabel 9). Jumlah polong isi

Tabel 6. Jumlah cabang 30 genotipe kedelai di tiga lokasi. Lampung, 2011.

Genotipe	Jumlah cabang/tanaman			
	Tulang-balak	Gunung-sari	Gunungadi	Rata-rata
IBK5-143-3-7-2-1	2	4	4	3,3
IBK5-147-2-11-2-2	2	3	3	2,9
IBK5-173-5-37-1-1	2	4	2	2,7
KIB6-189-2-7-3-1	2	4	3	2,8
Ilj9-299-1-4-1-1	1	2	3	1,9
IT15-582-1-17-3-3	1	3	2	1,8
MI21-845-2-1-3-3	1	3	3	2,4
IBM22-861-2-22-3-1	1	3	3	2,4
IBM22-862-4-1-1-3	2	3	3	2,8
IBM22-867-4-7-2-1	1	3	4	2,4
IA27-1048-13-20-2-3	1	3	2	1,9
IK3-45-5-5-1-2	2	2	3	2,3
IM20-824-19-17-2-2	1	2	2	1,6
IBK5-172-4-36-2-1	1	3	2	1,8
IBK5-172-4-36-3-1	1	3	5	2,8
IBK5-173-5-37-1-2	1	3	2	2,2
MI21-848-3-4-3-1	2	2	2	1,9
IBM22-861-2-22-3-2	2	3	3	2,4
IBM22-862-4-1-1-1	2	3	3	2,8
IBM22-873-1-13-1-3	1	1	2	1,4
IBlj11-431-2-20-3-1	1	2	2	1,5
AI26-1114-8-28-1-2	1	3	4	2,5
IAC100/Burangrang	2	3	4	2,7
Pangrango	1	4	5	3,3
Burangrang	1	2	3	2,2
Malabar	1	2	3	1,9
Argomulyo	2	3	2	2,0
Grobogan	1	2	2	1,9
Ijen	2	3	3	2,7
Tanggamus	2	4	2	2,6
Rata-rata	1	3	3	2,3
Koef. Keragaman (%)		15,13		
LSD 5%		0,49		

terbanyak di Tulangbalak terdapat pada genotipe KIB6-189-2-7-3-1 (44 polong isi/tanaman), di Gunungsari diberikan oleh genotipe IBK5-147-2-11-2-2 (26 polong isi/tanaman), dan di Gunungadi oleh varietas Pangrango (27 polong/tanaman). Jumlah polong isi di Tulangbalak setara dengan naungan buatan 50%, sedangkan di Gunungsari dan Gunungadi setara dengan tumpangsari jagung-kedelai dan ubikayu-kedelai (Sundari *et al.* 2012).

Menurut Polthanee *et al.* (2011), penurunan jumlah polong dipengaruhi oleh jenis kultivar dan naungan pada musim hujan maupun musim kering. Naungan 30% dan 50% menyebabkan pengurangan jumlah polong masing-masing 32% dan 14% pada musim hujan, 21% dan 17% pada musim kering. Pengurangan jumlah polong terjadi karena meningkatnya jumlah polong yang rontok, yang dipacu oleh kurangnya pasokan asimilat yang dialokasikan untuk perkembangan organ

Tabel 7. Jumlah buku subur 30 genotipe kedelai di tiga lokasi. Lampung, 2011.

Genotipe	Jumlah buku subur/tanaman			
	Tulang-balak	Gunung-sari	Gunungadi	Rata-rata
IBK5-143-3-7-2-1	8	10	12	10,2
IBK5-147-2-11-2-2	9	12	11	10,6
IBK5-173-5-37-1-1	8	10	8	8,7
KIB6-189-2-7-3-1	7	10	11	9,3
Ilj9-299-1-4-1-1	8	8	10	8,6
IT15-582-1-17-3-3	8	10	9	9,0
MI21-845-2-1-3-3	7	9	11	8,9
IBM22-861-2-22-3-1	6	10	11	8,8
IBM22-862-4-1-1-3	9	10	12	10,3
IBM22-867-4-7-2-1	6	7	12	8,5
IA27-1048-13-20-2-3	7	7	10	8,0
IK3-45-5-5-1-2	9	9	11	9,5
IM20-824-19-17-2-2	10	10	9	9,8
IBK5-172-4-36-2-1	7	10	9	8,5
IBK5-172-4-36-3-1	7	10	14	10,4
IBK5-173-5-37-1-2	7	10	7	7,8
MI21-848-3-4-3-1	8	8	11	8,8
IBM22-861-2-22-3-2	7	7	10	7,8
IBM22-862-4-1-1-1	7	9	13	9,5
IBM22-873-1-13-1-3	8	6	10	8,0
IBlj11-431-2-20-3-1	8	8	9	8,1
AI26-1114-8-28-1-2	8	7	13	9,3
IAC100/Burangrang	9	10	15	11,1
Pangrango	8	9	16	11,0
Burangrang	7	9	14	9,8
Malabar	6	6	10	7,1
Argomulyo	8	8	11	8,7
Grobogan	8	7	11	8,3
Ijen	10	9	12	10,5
Tanggamus	8	13	14	11,8
Rata-rata	8	9	11	9,2
Koef. Keragaman (%)		9,64		
LSD 5%		1,23		

reproduktif seperti polong, sebagai akibat berkurangnya aktivitas fotosintesis di bawah naungan (Liu *et al.* 2010).

Bobot biji dipengaruhi oleh interaksi antara genotipe dan lokasi. Adanya interaksi menunjukkan bahwa respons masing-masing genotipe terhadap lingkungan beragam di masing-masing lokasi. Bobot biji tertinggi di Tulangbalak dicapai oleh varietas Malabar (6,28 g/tanaman) dan terendah pada genotipe MI21-845-2-1-3-3 (3,34 g/tanaman). Di Gunungsari, bobot biji tertinggi (5,45 g/tanaman) dicapai oleh varietas Pangrango, dan terendah (2,31 g/tanaman) pada genotipe IBK5-173-5-37-1-2. Di Gunungadi, bobot biji tertinggi dicapai oleh varietas Tanggamus (4,72 g/tanaman) dan terendah 1,8 pada genotipe IBM22-873-1-13-1-3 (Tabel 10).

Hasil biji kedelai beragam di setiap lokasi. Hasil biji tertinggi di Tulangbalak dicapai oleh varietas Malabar

Tabel 8. Koefisien korelasi (r) antarkarakter kuantitatif.

Karakter	Tinggi tanaman	Jumlah cabang/tan	Jumlah buku subur	Jumlah polong isi	Umur berbunga	Umur masak	Bobot biji/tan	Hasil biji/ha
Tinggi tanaman	1							
Jumlah cabang/tan	0,29**	1						
Jumlah buku subur	0,28*	0,62**	1					
Jumlah polong isi	-0,33**	-0,2	0,05	1				
Umur berbunga	-0,16	-0,1	-0,04	0,19	1			
Umur masak	-0,14	-0,16	-0,09	0,06	0,55**	1		
Bobot biji/tan	-0,08	-0,28*	-0,33**	0,07	0,14	0,15	1	
Hasil biji/ha	-0,07	-0,26*	-0,32**	0,06	0,12	0,13	0,99**	1

* dan **: masing-masing menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5% dan 1%

Tabel 9. Jumlah polong isi 30 genotipe kedelai di tiga lokasi. Lampung, 2011.

Genotipe	Jumlah polong isi/tanaman			
	Tulang-balak	Gunung-sari	Gunungadi	Rata-rata
IBK5-143-3-7-2-1	29	16	21	22,2
IBK5-147-2-11-2-2	38	26	21	28,3
IBK5-173-5-37-1-1	32	16	13	20,3
KIB6-189-2-7-3-1	44	15	20	26,4
IIj9-299-1-4-1-1	40	13	18	23,6
IT15-582-1-17-3-3	21	11	16	15,9
MI21-845-2-1-3-3	22	13	21	18,7
IBM22-861-2-22-3-1	25	13	23	20,4
IBM22-862-4-1-1-3	36	15	19	23,5
IBM22-867-4-7-2-1	23	9	24	18,6
IA27-1048-13-20-2-3	24	13	15	17,4
IK3-45-5-5-1-2	25	10	19	17,9
IM20-824-19-17-2-2	23	12	18	17,9
IBK5-172-4-36-2-1	14	15	14	14,2
IBK5-172-4-36-3-1	22	15	21	19,0
IBK5-173-5-37-1-2	27	13	12	17,3
MI21-848-3-4-3-1	33	10	22	21,4
IBM22-861-2-22-3-2	20	11	18	16,3
IBM22-862-4-1-1-1	31	11	19	20,4
IBM22-873-1-13-1-3	30	8	16	17,9
IBIj11-431-2-20-3-1	32	11	16	19,5
AI26-1114-8-28-1-2	19	12	20	16,9
IAC100/Burangrang	27	13	22	20,3
Pangrango	29	14	27	23,0
Burangrang	15	11	20	15,2
Malabar	23	8	14	15,0
Argomulyo	26	11	23	20,0
Grobogan	21	9	17	15,6
Ijen	25	10	21	19,0
Tanggamus	32	16	24	23,9
Rata-rata	27	13	19	19,5
Koef. Keragaman (%)		9,46		
LSD 5%		2,56		

(1,58 t/ha), di Gunungsari pada varietas Pangrango (1,36 t/ha) dan di Gunungadi pada varietas Tanggamus (1,18 t/ha) (Tabel 11). Terpilih dua genotipe berdasarkan

kriteria hasil biji yang sama/lebih tinggi dari rata-rata hasil biji seluruh genotipe di tiga lokasi, yaitu IBM22-861-2-22-3-1 dan AI26-1114-8-28-1-2, masing-masing 1,40 t/ha di Tulangbalak, 1,19 t/ha di Gunungsari, dan 0,81 t/ha di Gunungadi untuk IBM22-861-2-22-3-1, dan untuk AI26-1114-8-28-1-2 adalah 1,43 t/ha di Tulangbalak, 1,18 t/ha di Gunungsari, dan 0,78 t/ha di Gunungadi. Dengan demikian, IBM22-861-2-22-3-1 dan AI26-1114-8-28-1-2 merupakan genotipe yang sesuai untuk tanaman sela di bawah tegakan tanaman karet umur 3-4 tahun di Lampung. Genotipe IBM22-861-2-22-3-1 dan AI26-1114-8-28-1-2 memiliki rata-rata hasil tertinggi di tiga lokasi, yaitu 1,13 t/ha.

Secara keseluruhan, hasil biji tertinggi dicapai di Tulangbalak (1,13 t/ha), diikuti oleh Gunungsari (0,97 t/ha), dan Gunungadi (0,78 t/ha) (Tabel 11). Perbedaan hasil ini disebabkan oleh perbedaan lingkungan, baik lingkungan di atas tanah (intensitas cahaya), maupun di dalam tanah (kesuburan tanah) antarlokasi. Berdasarkan pengukuran cahaya di masing-masing lokasi diketahui bahwa intensitas cahaya yang diterima di Tulangbalak lebih rendah dibandingkan dengan di Gunungsari maupun Gunungadi. Rendahnya intensitas cahaya di Tulangbalak tidak menghambat tanaman untuk berproduksi lebih baik dibandingkan dengan di Gunungsari dan Gunungadi yang penerimaan cahayanya lebih tinggi.

Produksi biji tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, dan agronomis, serta interaksi di antara faktor tersebut. Lingkungan tidak hanya lingkungan di atas tanah (cahaya), tetapi juga lingkungan di dalam tanah (kesuburan tanah). Kondisi kesuburan tanah di tiga lokasi tergolong sangat miskin (Tabel 1). Namun, kesuburan tanah di Tulangbalak relatif lebih baik dibandingkan dengan di Gunungsari dan Gunungadi. Perbedaan lingkungan tersebut tidak saja mempengaruhi bobot biji, tetapi juga komponen hasil lainnya.

Tabel 10. Bobot biji 30 genotipe kedelai di tiga lokasi. Lampung, 2011.

Genotipe	Bobot biji (g/tanaman)			
	Tulang-balak	Gunung-sari	Gunungadi	Rata-rata
IBK5-143-3-7-2-1	3,63	4,72	3,67	4,0
IBK5-147-2-11-2-2	3,92	3,90	4,54	4,1
IBK5-173-5-37-1-1	3,69	2,84	3,68	3,4
KIB6-189-2-7-3-1	4,29	4,09	4,05	4,1
Ilj9-299-1-4-1-1	4,06	3,15	2,95	3,4
IT15-582-1-17-3-3	4,80	3,07	3,33	3,7
MI21-845-2-1-3-3	3,45	4,10	2,99	3,5
IBM22-861-2-22-3-1	5,57	4,76	3,23	4,5
IBM22-862-4-1-1-3	4,63	4,58	3,09	4,1
IBM22-867-4-7-2-1	4,96	4,24	2,47	3,9
IA27-1048-13-20-2-3	4,84	3,52	3,42	3,9
IK3-45-5-5-1-2	3,66	3,34	2,16	3,1
IM20-824-19-17-2-2	4,06	4,07	2,67	3,6
IBK5-172-4-36-2-1	5,16	3,32	3,17	3,9
IBK5-172-4-36-3-1	5,67	3,64	3,84	4,4
IBK5-173-5-37-1-2	4,11	2,31	3,87	3,4
MI21-848-3-4-3-1	4,92	4,54	2,12	3,9
IBM22-861-2-22-3-2	4,84	3,16	2,82	3,6
IBM22-862-4-1-1-1	3,75	3,59	2,61	3,3
IBM22-873-1-13-1-3	3,95	3,50	1,80	3,1
IBlj11-431-2-20-3-1	4,52	3,57	2,90	3,7
AI26-1114-8-28-1-2	5,71	4,72	3,10	4,5
IAC100/Burangrang	4,04	3,58	3,18	3,6
Pangrango	3,23	5,45	2,97	3,9
Burangrang	6,20	3,63	2,36	4,1
Malabar	6,28	3,41	2,41	4,0
Argomulyo	4,99	4,38	3,47	4,3
Grobogan	5,10	4,71	3,30	4,4
Ijen	3,87	4,28	2,32	3,5
Tanggamus	3,84	3,51	4,72	4,0
Rata-rata	4,52	3,85	3,11	3,8
Koef. Keragaman (%)		5,03		
LSD 5%		0,08		

Hasil analisis korelasi antarkarakter (Tabel 8) menunjukkan bahwa tinggi tanaman berkorelasi nyata positif dengan jumlah cabang ($r = 0,29^{**}$) dan buku subur ($r = 0,28^{**}$), tetapi berkorelasi nyata negatif dengan polong isi ($r = -0,33^{**}$). Artinya, peningkatan tinggi tanaman berhubungan dengan peningkatan jumlah cabang dan buku subur, tetapi mengurangi jumlah polong isi. Peningkatan tinggi tanaman terjadi karena tanaman mengalami etiolasi atau pemanjangan batang. Etiolasi merupakan mekanisme yang dikembangkan oleh tanaman untuk mencari cahaya pada kondisi tercekam naungan.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman di Tulangbalak lebih baik dibandingkan dengan di Gunungsari dan Gunungadi. Hal ini dibuktikan oleh pertumbuhan tanaman (tinggi

Tabel 11. Hasil biji 30 genotipe kedelai di tiga lokasi. Lampung, 2011.

Genotipe	Hasil biji (t/ha)			
	Tulang-balak	Gunung-sari	Gunungadi	Rata-rata
IBK5-143-3-7-2-1	0,91	1,18	0,92	1,0
IBK5-147-2-11-2-2	0,98	0,98	1,14	1,0
IBK5-173-5-37-1-1	0,93	0,71	0,92	0,9
KIB6-189-2-7-3-1	1,08	1,02	1,01	1,0
Ilj9-299-1-4-1-1	1,02	0,79	0,74	0,9
IT15-582-1-17-3-3	1,20	0,77	0,83	0,9
MI21-845-2-1-3-3	0,86	1,03	0,75	0,9
IBM22-861-2-22-3-1	1,40	1,19	0,81	1,1
IBM22-862-4-1-1-3	1,16	1,15	0,77	1,0
IBM22-867-4-7-2-1	1,24	1,06	0,62	1,0
IA27-1048-13-20-2-3	1,21	0,88	0,86	1,0
IK3-45-5-5-1-2	0,92	0,84	0,54	0,8
IM20-824-19-17-2-2	1,02	1,02	0,67	0,9
IBK5-172-4-36-2-1	1,29	0,83	0,80	1,0
IBK5-172-4-36-3-1	1,42	0,91	0,96	1,1
IBK5-173-5-37-1-2	1,03	0,58	0,97	0,9
MI21-848-3-4-3-1	1,23	1,14	0,53	1,0
IBM22-861-2-22-3-2	1,21	0,79	0,71	0,9
IBM22-862-4-1-1-1	0,94	0,90	0,65	0,8
IBM22-873-1-13-1-3	0,99	0,88	0,45	0,8
IBlj11-431-2-20-3-1	1,13	0,89	0,73	0,9
AI26-1114-8-28-1-2	1,43	1,18	0,78	1,1
IAC100/Burangrang	1,01	0,90	0,80	0,9
Pangrango	0,81	1,36	0,74	1,0
Burangrang	1,55	0,91	0,59	1,0
Malabar	1,58	0,86	0,60	1,0
Argomulyo	1,25	1,10	0,87	1,1
Grobogan	1,28	1,18	0,83	1,1
Ijen	0,97	1,07	0,58	0,9
Tanggamus	0,96	0,88	1,18	1,0
Rata-rata	1,13	0,97	0,78	1,0
Koef. Keragaman (%)		5,03		
LSD 5%		0,06		

tanaman) di Tulangbalak yang normal (Tabel 5), tidak mengalami etiolasi seperti yang terjadi di Gunungsari maupun Gunungadi, umur masak normal (Tabel 4), jumlah polong lebih banyak (Tabel 9), dan bobot biji/tanaman yang lebih tinggi (Tabel 10). Bobot biji/tanaman berkorelasi nyata positif dengan hasil biji ($r=0,99^{**}$), tetapi berkorelasi nyata negatif dengan jumlah cabang ($r = -0,26^{*}$) dan jumlah buku subur ($r = -0,32^{**}$). Artinya, peningkatan jumlah cabang dan jumlah buku subur berhubungan erat dengan penurunan hasil biji, dan peningkatan bobot biji per tanaman berhubungan erat dengan peningkatan hasil biji. Peningkatan jumlah cabang pada kondisi tercekam naungan akan berdampak pada berkurangnya alokasi fotosintat ke organ penyimpanan (biji), karena sebagian besar fotosintat dialokasikan untuk pembentukan cabang.

KESIMPULAN

1. Toleransi genotipe kedelai yang diteliti terhadap naungan beragam dan memungkinkan untuk memilih genotipe yang relatif lebih toleran dibandingkan genotipe lain.
2. Genotipe IBM22-861-2-22-3-1 dan AI26-1114-8-28-1-2 konsisten terpilih di tiga lokasi, baik di Tulangbalak (1,40 t/ha dan 1,43 t/ha), dan Gunung Sari (1,19 t/ha dan 1,18 t/ha) maupun Gunungadi (0,81 t/ha dan 0,78 t/ha).
3. Genotipe IBM22-861-2-22-3-1 dan AI26-1114-8-28-1-2 memberikan hasil tertinggi di tiga lokasi pengujian, rata-rata 1,13 t/ha.
4. IBM22-861-2-22-3-1 dan AI26-1114-8-28-1-2 merupakan genotipe yang sesuai dikembangkan sebagai tanaman sela di bawah tegakan tanaman karet umur 3-4 tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Asian Food and Agriculture Cooperation Initiative (AFACI) dan Badan Litbang Pertanian yang telah memberikan dana untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Atwell, B.J., P.E. Kriedemann, G.N., and C.G.N. Turnbull. 1999. Plants in action. adaptation in nature, performance in cultivation. Macmillan Education Australia Pty Ltd, Melbourne, Australia. <http://plantsinaction.science.uq.edu.au/edition1/?q=content/8-3-1-time-flower> Diakses 10 Juli 2013.
- 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>. Diakses tanggal 31 Juli 2013.
- Camargo, M.B.P., G.S. Rolim, P. Souza, and P.B. Gallo. 2009. Air temperature in *Coffea arabica* microclimate arborized with dwarf coconut palm and rubber tree in Mococa, SP, Brazil. *Artigo em Hypertexto*. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/AirTemperature/index.htm>. Diakses 10 Juli 2013.
- Chozin, M.A., D. Sopandie, S. Sastroumarjo, dan Sumarno. 1999. Physiology and genetic of upland rice adaptation to shade. Final Report of Graduate Team Research Grant, URGE Project. Directorate General of Higher Education, Ministry of Education and Culture.
- Djukri, B. dan S. Purwoko. 2003. Pengaruh naungan paranet terhadap sifat toleransi tanaman talas. *J. Ilmu Pertanian* 10:17-25.
- Fikriati, M., Trikoesoemaningtyas, dan D. Wirnas. 2009. Uji daya hasil lanjutan kedelai (*Glycine max* L.) toleran naungan di bawah tegakan karet rakyat di Kabupaten Sarolangun, Jambi. Makalah Seminar. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Institut Pertanian Bogor. <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/....> Diakses 21 Juni 2012.
- Gunawan, A. 2005. Rubber wood marketing in Indonesia. Paper presented at second Workshop on Rubber Wood, Cropping and Research, 25-27 May 2005, Bangkok, Thailand.
- Haque, M.M., M. Hasanuzzaman, and M.L. Rahman. 2009. Effect of light intensity on the morpho-physiology and yield of bottle gourd (*Lagenaria vulgaris*). *Academic J. Plant Sci.* 2:158-161. <http://idosi.org/ajps/2%283%2909/7.pdf> Diakses 31 Juli 2013.
- Irawan, A.W. 2006. Budidaya tanaman kedelai (*Glycin max* (L.) Merrill). Fak. Pertanian. Univ. Padjajaran. Jatinangor. Bandung. 43p. http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2009/03/budidaya_tanaman_kedelai.pdf. Diakses 16 Juli 2013.
- Kakiuchi, J. and T. Kobata. 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. www.agronomy.org/publications/aj/abstracts/96/2/398. Diakses 1 November 2012.
- 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 Prod. Sci.* 9(1):20-26. www.jstage.jst.go.jp/article/pps/9/1/9_1_20/_pdf. Diakses tanggal 1 Nopember 2012.
- Karyudi dan N. Siagian. 2005. Peluang dan kendala dalam pengusahaan tanaman penutup tanah di perkebunan karet. *Prosiding Lokakarya Nasional Tanaman Pakan Ternak*. Balai Penelitian Karet Sungei Putih. www.balitnak.litbang.deptan.go.id/index.php?option=com...
- Kisman. 2008. Pola pertumbuhan awal tanaman kedelai pada kondisi cekaman intensitas cahaya rendah dan pemberian inhibitor plastida (uji cepat toleransi kedelai terhadap cekaman naungan). *Crop Agro.* 1(2):85-91. http://fp.unram.ac.id/data/2012/05/2.Kisman_85-912.pdf. Diakses 19 Juli 2012.
- Kisman, M. Sarjan, dan D. Sopandie. 2007a. Mekanisme fisiomorfologi dan molekuler adaptasi kedelai terhadap cekaman intensitas cahaya rendah. *Indonesian Science and Technology Digital Lybrary*. <http://elib.pdii.lipi.go.id/katalog/index.php/searchkatalog/byId/52727> Diakses 19 Juli 2012.
- Kisman, N. Khumaida, Trikoessoemaningtyas, Sobir, dan D.Sopandie. 2007b. Karakter morfofisiologi daun, penciri adaptasi kedelai terhadap intensitas cahaya rendah. *Bul. Agron.* 35:96-102.
- Kurosaki, H. and S. Yumoto. 2003. Effects of low temperature and shading during flowering on the yield components in soybeans. *Plant Prod. Sci.* 6(1):17-23. <http://sciencelinks.jp/j-east/article/200308/000020030803A0207648.php> Diakses tanggal 1 Nopember 2012.
- 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. <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/25245.pdf>. Diakses 12 Agustus 2013.
- Pantilu, L.I., F.R. Mantiri, N. Song Ai, dan D.Pandiangan. 2012. Respons morfologi dan anatomi kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap intensitas cahaya yang berbeda. *Jurnal Bioslogos* 2(2):79-87.

- Pezzopane, J.R.M., P.S. de Souza, G. de Souza Rolim, and P. B. Gallo. 2011. Microclimate in coffee plantation grown under grevillea trees shading. *Acta Scientiarum. Agronomy Maringá* 33(2):201-206. <http://www.scielo.br/pdf/asagr/v33n2/02.pdf>. Diakses 10 Juli 2013.
- Polthanee, A., K. Promsaena, dan A. Laoken. 2011. Influence of low light intensity on growth and yield of four soybean cultivars during wet and dry seasons of Northeast Thailand. *Agricultural Sciences* 2 (2):61-67. <http://www.scirp.org/journal/AS/>. Diakses 1 Nopember 2012.
- 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., G.W.A. Susanto, dan Purwantoro. 2010. Perakitan varietas unggul kedelai toleran naungan. Laporan Akhir Tahun. Balitkabi. 40 p.
- Sundari, T., G.W.A. Susanto, dan Purwantoro. 2012. Penampilan galur kedelai generasi F7 hasil persilangan tetua toleran naungan pada lingkungan naungan berbeda. Dalam: Adi Widjono *et al.* (eds). *Prosiding Seminar Nasional. Inovasi Teknologi dan Kajian Ekonomi Komoditas Aneka Kacang dan Umbi Mendukung Empat Sukses Kementerian Pertanian*. Malang, 15 November 2011. Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor. p.45-60.
- Susanto, G.W.A. dan T. Sundari. 2011. Perubahan karakter agronomi aksesi plasma nutfah kedelai di lingkungan teraungi. *J. Agron. Indonesia* 39(1): 1-6.
- Tankou, C.M., B. Schaffer, S.K. O'Hair, dan C.A. Sanchez. 1990. Nitrogen, shading duration, gas exchange, and growth of cassava. *Hort. Science* 25:1293-1296.
- Taufiq, A. dan T. Sundari. 2012. Respon tanaman kedelai terhadap lingkungan tumbuh. *Buletin Palawija* 23:13-26.
- Zaman, M.Z. 2003. Respon pertumbuhan dan hasil beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) terhadap intensitas pencahayaan. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- 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. *African Journal of Biotechnology* 10:14392-14398. <http://www.academicjournals.org/AJB>. Diakses 2 Agustus 2013.