

Interaksi Genotipe x Lingkungan dan Stabilitas Hasil Biji Kedelai Toleran Naungan

Genotype x Environment Interaction and Stability of Grain Yield of Shade Tolerant Soybean

Titik Sundari*, Novita Nugrahaeni, dan Gatut Wahyu Anggoro Susanto

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Raya Kendalpayak, Km 8 Malang 65101, Indonesia

Diterima 26 Juni 2015/Disetujui 9 Desember 2015

ABSTRACT

Twelve soybean shade tolerant promising lines and two check varieties, Pangrango and Argomulyo, were evaluated in eight locations covered varying degree of shades. The objective of this study was to assess the effect of genotype x environment interaction on seed yield and yield components, as well as on adaptation and yield stability of the lines under those environments. The trial, in each location, was arranged in randomized block design repeated four times. The traits evaluated were days of flowering, maturity days, plant height, pod number, 100 seed weight, and seed yield. Light intensity was measured during generative phase, started at plants' 30 days old, two week interval. The results showed that genotype x environment interaction significantly affected those evaluated traits. Stability analysis revealed that four lines, i.e., IBK5-173-5-372, IBM22-861-2-22, IBM22-862-4-1, and IBM22-867-4-7 poorly adapted to the environments as indicated by coefficient regressions approximating 1.0 and low yield average. Eight lines, i.e., IBK5-143-3-7, IBK5-147-2-11, IBK5-172-4-36, IBK5-173-5-371, IJ9-299-1-4, IBM22-873-1-13, IBJ11-431-2-20, and AI26-1114-8-28, and the two check varieties, Pangrango and Argomulyo, were unstable. Of the 13 unstable genotypes, two lines, AI26-1114-8-28 and IBM22-873-1-13, gave higher average yield under shade condition (35%-70% shading level), 1.68 t/ha and 1.36 ton ha⁻¹, respectively, than the two check varieties.

Keywords: adaptation, *Glycine max*

ABSTRAK

Sebanyak dua belas galur harapan kedelai dan dua varietas pembanding, yaitu Pangrango dan Argomulyo diuji di delapan lokasi, dengan tingkat naungan berbeda. Penelitian bertujuan untuk menjelaskan pengaruh interaksi genotipe x lingkungan terhadap komponen hasil dan hasil, serta adaptasi dan stabilitas hasil genotipe kedelai toleran naungan di berbagai lingkungan naungan. Rancangan percobaan yang digunakan di setiap lokasi adalah rancangan acak kelompok, diulang empat kali. Pengamatan dilakukan terhadap karakter umur berbunga, umur masak, tinggi tanaman, jumlah polong isi, bobot 100 biji, dan hasil biji. Pengamatan terhadap intensitas cahaya dilakukan pada saat tanaman kedelai berumur 30 hari setelah tanam (HST) hingga panen, dengan interval dua minggu sekali, pada periode antara jam 12.00-13.00 WIB. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa interaksi antara genotipe x lingkungan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah polong isi, umur berbunga, umur masak, hasil biji, dan bobot 100 biji. Terdapat empat galur yang stabil dengan koefisien regresi tidak berbeda dengan 1.0 dan rata-rata hasil rendah, yaitu galur IBK5-173-5-372, IBM22-861-2-22, IBM22-862-4-1, dan IBM22-867-4-7. Delapan galur (IBK5-143-3-7, IBK5-147-2-11, IBK5-172-4-36, IBK5-173-5-371, IJ9-299-1-4, IBM22-873-1-13, IBJ11-431-2-20, dan AI26-1114-8-28) dan dua varietas pembanding (Pangrango dan Argomulyo) dinyatakan tidak stabil. Galur AI26-1114-8-28 dan IBM22-873-1-13 merupakan dua di antara galur yang tidak stabil dengan rata-rata hasil pada lingkungan naungan (tingkat naungan 35%-70%) lebih tinggi dari varietas pembanding (Pangrango dan Argomulyo), yaitu 1.68 ton ha⁻¹ dan 1.36 ton ha⁻¹.

Kata kunci: adaptasi, *Glycine max*

PENDAHULUAN

Kebutuhan kedelai Nasional dari tahun ke tahun mengalami peningkatan, namun produksi kedelai mengalami

penurunan. Penurunan produksi kedelai ini sebagai dampak dari berkurangnya luas panen kedelai. Luas panen kedelai pada tahun 2012 mencapai 567,624 ha, produksi 843,153 ton, dan produktivitas 1.48 ton ha⁻¹ (BPS, 2012), sedangkan pada tahun 2013 mengalami penurunan luas panen sebesar 2.83% menjadi 554,132 ha, produksi 807,568 ton (turun 4.22%), dan produktivitas 1.46 ton ha⁻¹ (BPS, 2013). Jumlah

* Penulis untuk korespondensi. titik_iletri@yahoo.co.id

ini dipastikan belum mampu memenuhi kebutuhan kedelai nasional yang mencapai 2.4 juta ton, sehingga diperlukan impor. Impor kedelai pada tahun 2012 mencapai 1.92 juta ton (BPS, 2012).

Pemerintah telah melakukan upaya untuk meningkatkan produksi kedelai nasional melalui peningkatan luas tanam dan luas panen. Peluang peningkatan luas tanam dan luas panen kedelai akan menjadi lebih besar dengan memanfaatkan lahan di bawah tegakan tanaman perkebunan dan tanaman hutan industri yang masih muda, serta tumpang sari dengan tanaman pangan lain seperti jagung dan ubikayu. Luas perkebunan karet di Indonesia pada tahun 2012 mencapai kisaran 3,486,800 ha (BPS 2012), dengan target luas peremajaan mencapai 12,225 ha (Ditjenbun, 2012). Tahun pertama penanaman karet, sebanyak 70% dari luas lahan adalah lorong yang dapat ditanami dengan tanaman penutup tanah maupun tanaman pangan. Sejalan dengan bertambahnya penutupan tanah oleh tajuk, pada tahun ketiga lahan tersebut berkurang hingga 50%. Dengan demikian, hingga tahun ketiga 50-70% dari luas lahan yang diremajakan dapat dimanfaatkan untuk perluasan tanam kedelai.

Pengembangan kedelai sebagai tanaman sela di bawah tegakan tanaman perkebunan, lingkungan agroforestri, atau tumpang sari dengan tanaman pangan lain merupakan alternatif andalan untuk meningkatkan produksi kedelai nasional yang masih sangat rendah. Namun demikian, menurut Kisman *et al.* (2007), dijumpai adanya beberapa kendala dalam penanaman kedelai sebagai tanaman sela. Kendala yang utama adalah rendahnya intensitas cahaya akibat naungan. Menurut Pathiratna (2006) dan Wibawa *et al.* (2006), intensitas cahaya pada dua tahun pertama penanaman tanaman karet mencapai hampir 100%, namun mengalami penurunan pada tahun ke tiga bersamaan dengan pertumbuhan kanopi tanaman karet.

Sejalan dengan permasalahan tersebut di atas, maka penanaman genotipe kedelai yang adaptif terhadap naungan dianggap sebagai salah satu upaya yang dapat ditempuh untuk meningkatkan produktivitas lahan dan memberikan hasil langsung ke petani berupa hasil kedelai. Mengingat respon setiap genotipe terhadap lingkungan beragam, maka untuk mendapatkan genotipe yang adaptif terhadap suatu lingkungan harus dievaluasi di lingkungan yang beragam melalui uji adaptasi (Duzdemir, 2011). Uji adaptasi akan memberikan hasil yang lebih baik apabila dilakukan di banyak lingkungan daripada di banyak tahun (Toledo *et al.*, 2006). Uji adaptasi dimaksudkan untuk mengetahui interaksi genotipe x lingkungan (Sharrifmoghaddasi dan Omiditabrizi, 2010) dan pola respon genotipe terhadap lingkungan (Gauch, 2006). Penggunaan kultivar dengan kemampuan adaptasi luas dan stabil dapat mengurangi pengaruh interaksi genotipe x lingkungan (Barros *et al.*, 2010). Informasi stabilitas suatu genotipe sangat penting bagi pemulia dalam mengidentifikasi dan memilih genotipe yang berpenampilan baik pada kondisi lingkungan yang diberikan (Jandong *et al.*, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan pengaruh interaksi genotipe x lingkungan terhadap komponen hasil

dan hasil, serta adaptasi dan stabilitas hasil genotipe kedelai toleran naungan di berbagai lingkungan naungan.

BAHAN DAN METODE

Bahan genetik yang digunakan adalah lima belas genotipe kedelai toleran naungan, yang terdiri atas dua belas galur harapan kedelai toleran naungan hasil persilangan dari Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) Malang, yaitu IBK5-143-3-7, IBK5-147-2-11, IBK5-172-4-36, IBK5-173-5-371, IBK5-173-5-372, Iij9-299-1-4, IBM22-861-2-22, IBM22-862-4-1, IBM22-867-4-7, IBM22-873-1-13, IBIj11-431-2-20, dan AI26-1114-8-28, dan dua varietas pembanding yaitu Pangrango dan Argomulyo. Kelimabelas genotipe tersebut ditanam di delapan lokasi, di bawah tegakan tanaman jati, karet, jagung hibrida, dan jeruk, pada periode tahun 2011 hingga 2012, dengan tingkat naungan rata-rata 34-75% (Tabel 1).

Rancangan percobaan yang digunakan di setiap lokasi pengujian adalah rancangan acak kelompok, diulang empat kali. Setiap genotipe ditanam pada luasan 12 m², dengan jarak tanam 40 cm x 15 cm, dua tanaman per lubang. Tanaman dipupuk dengan Urea, SP36, dan KCl berturut-turut 75 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹, 100 kg ha⁻¹ yang diberikan bersamaan pada saat tanam dengan cara ditugal pada jarak 5 cm dari lubang tanam. Lahan yang bereaksi masam (Lampung) diberi kapur dolomit dengan dosis 1 ton ha⁻¹ dan pupuk kandang 2.5 ton ha⁻¹. Pengendalian gulma dilakukan pada umur 10-14 hari dan 21-28 hari setelah tanam (HST). Pengendalian hama dan penyakit dilakukan mulai umur 7 HST hingga periode polong masak fisiologis dengan interval 3-5 hari.

Umur berbunga, umur masak, dan hasil biji diamati berdasarkan populasi, sedangkan karakter komponen hasil (tinggi tanaman, jumlah polong isi, bobot 100 biji) diamati pada sepuluh tanaman contoh yang diambil secara acak. Intensitas cahaya di masing-masing lokasi diukur pada saat tanaman kedelai berumur 30 HST, 45 HST, 60 HST, dan 75 HST. Intensitas cahaya diukur dengan menggunakan lux meter, pada periode pukul 12.00-13.00 WIB.

Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis untuk masing-masing lokasi, kemudian dilanjutkan dengan analisis gabungan untuk semua lokasi. Uji beda rata-rata antar nilai tengah menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%. Stabilitas setiap genotipe ditentukan dengan metode Eberhart dan Russell (1966), yaitu dengan meregresikan rata-rata genotipe terhadap nilai rata-rata umum dari setiap lokasi. Genotipe dikatakan stabil jika nilai koefisien regresi mendekati angka 1 ($b = 1$) dan simpangan regresinya mendekati nilai 0 ($S^2_{di} = 0$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman kedelai di setiap lokasi menunjukkan pola yang berbeda. Cahaya yang diterima oleh tanaman kedelai di bawah tegakan tanaman jati maupun karet berkurang seiring dengan meningkatnya perkembangan kanopi tanaman jati maupun

Tabel 1. Daftar lokasi dan musim tanam uji adaptasi genotipe kedelai toleran naungan

Kode lokasi	Lokasi	Tanaman penayang	Tanggal tanam	Tingkat naungan (%)	
				Kisaran	Rata-rata
L1	Ds. Jenggrik, Kec. Kedunggalan, Ngawi	Jati umur 3.5 tahun	10 Pebruari 2011	35-88	59
L2	Ds. Cluring, Kec. Muncar, Banyuwangi	Jati umur 3.5 tahun	12 November 2011	51-69	60
L3	Ds. Sukodadi, Kec. Batanghari Nuban, Lampung Timur	Karet umur 3.5 tahun	5 Januari 2011	65-83	75
L4	Ds. Muneng, Kec. Sumberasih, Probolinggo	Tumpangsari dengan jagung	7 Mei 2011	50-83	69
L5	Ds. Sukodadi, Kec. Batanghari Nuban, Lampung Timur	Karet umur 3.5 tahun	31 April 2011	62-70	66
L6	Ds. Tamberejo, Kec. Toroh Kab. Grobogan	Tumpangsari dengan jagung	5 Juni 2011	73-77	75
L7	Ds. Ngale, Kec. Paron, Kab. Ngawi	Tumpangsari dengan jagung	13 Juni 2011	51-60	56
L8	Ds. Samberejo, Kec. Purwoharjo, Banyuwangi	Tanaman jeruk umur 4 tahun	14 Juli 2011	30-36	34

karet, sedangkan penerimaan cahaya di bawah tegakan tanaman jagung di tiga lokasi, yaitu di L4 (Probolinggo), L6 (Grobogan), dan L7 (Ngawi) menunjukkan pola yang berbeda (Gambar 1). Perbedaan pola tersebut disebabkan oleh perbedaan tingkat kesuburan pertumbuhan tanaman jagung.

Setiap genotipe memberikan respon yang berbeda terhadap perubahan kondisi lingkungan. Intensitas dan kualitas cahaya yang diterima tanaman selama periode pertumbuhan merupakan faktor penentu komponen hasil dan hasil kedelai (Biabani *et al.*, 2008). Perbedaan respon yang ditampilkan oleh setiap genotipe menunjukkan adanya interaksi antara faktor genetik dan lingkungan terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dan adanya penampilan genotipe yang tidak stabil di berbagai lingkungan (Cucolotto *et al.*, 2007; Peluzio *et al.*, 2008).

Hasil analisis ragam gabungan 8 lokasi menunjukkan bahwa lokasi, genotipe, interaksi genotipe x lokasi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah polong isi, umur berbunga, umur masak, hasil biji, dan bobot 100 biji (Tabel 2). Hasil yang sama juga dikemukakan oleh Ngalamu *et al.* (2013), bahwa genotipe, lingkungan, dan interaksi genotipe x lingkungan berpengaruh nyata terhadap jumlah polong per tanaman; tinggi tanaman, jumlah cabang per tanaman, luas daun, umur berbunga dan hasil biji. Adanya interaksi genotipe x lingkungan menunjukkan perbedaan adaptasi dan stabilitas dari masing-masing galur (Thanki *et al.*, 2010), dan hal ini menimbulkan kesulitan dalam menentukan galur atau varietas yang akan direkomendasikan (Acikgoz *et al.*, 2009).

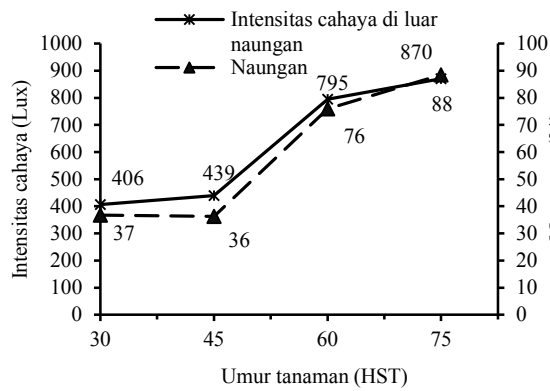
Umur berbunga masing-masing genotipe menunjukkan perbedaan di setiap lokasi (Tabel 3). Perbedaan ini menyebabkan perubahan rangking umur berbunga di setiap lokasi. Rangking pertama rata-rata umur berbunga ditempati oleh galur IBM22-873-1-13, IBJ11-431-2-20, dan AI26-1114-8-28, serta varietas Argomulyo.

Umur masak genotipe yang diuji menunjukkan perbedaan di semua lokasi, kecuali di lokasi L3 (di bawah tegakan tanaman karet umur 3.5 tahun di Lampung Timur, dengan tingkat naungan 65-83%). Hal ini disebabkan oleh tingginya tingkat cekaman naungan yang menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak optimal. Rata-

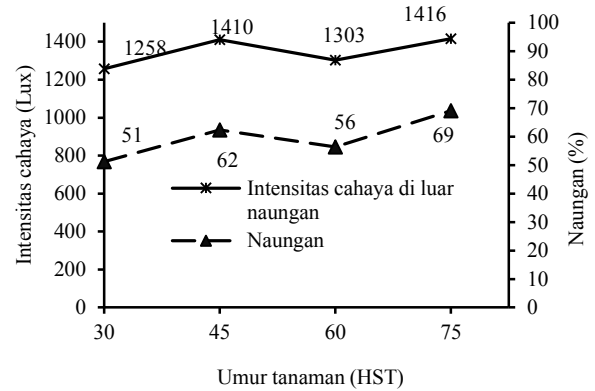
rata umur masak terendah dicapai di lokasi L4 (tumpangsari dengan jagung di Probolinggo, dengan tingkat naungan 50-83%) dan L8 (di bawah tegakan tanaman jeruk umur 4 tahun di Banyuwangi, dengan tingkat naungan 30-36%), yaitu 73 hari (Tabel 4). Varietas Argomulyo merupakan varietas pembandingan yang berumur genjah dan Pangrango berumur panjang. Galur AI26-1114-8-28 merupakan galur berumur tergenjah diantara galur-galur yang diuji, yaitu 78 hari. Galur AI26-1114-8-28 mempunyai rata-rata umur berbunga 33 hari dan umur masak 78 hari. Dengan demikian, galur AI26-1114-8-28 mempunyai periode pengisian polong 45 hari, Argomulyo 43 hari, dan Pangrango 48 hari. Lamanya periode pengisian polong berpengaruh terhadap jumlah polong dan biji yang terbentuk. Semakin lama periode pengisian polong, semakin banyak jumlah polong dan biji yang terbentuk (Kantolic dan Slafer, 2005).

Berdasarkan tinggi tanaman pada Tabel 5, diketahui bahwa galur AI26-1114-8-28 merupakan galur yang tertinggi di antara galur-galur yang diuji, dan mempunyai ukuran buku lebih panjang dibandingkan dengan galur yang lain. Rata-rata tinggi tanaman tertinggi dicapai di lokasi L2 (di bawah tegakan tanaman jati umur 3.5 tahun di Banyuwangi, dengan tingkat naungan 51-69%). Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa intensitas cahaya yang diterima tanaman kedelai pada lokasi L2 tersebut lebih rendah dibandingkan dengan tingkat naungan yang diterima. Semakin tinggi tingkat naungan, semakin rendah intensitas cahaya yang diterima, menyebabkan tanaman mengalami pemanjangan batang atau etiolasi yang mengakibatkan peningkatan tinggi tanaman.

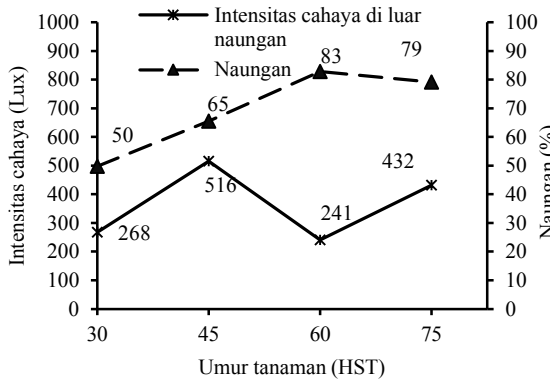
Jumlah polong isi setiap genotipe menunjukkan perbedaan di setiap lokasi (Tabel 6). Rata-rata jumlah polong terbanyak dicapai di lokasi L8 (di bawah tegakan tanaman jeruk umur 4 tahun di Banyuwangi, dengan tingkat naungan 30-36%), dengan jumlah polong 37 buah, sedangkan terendah dicapai di lokasi L3 (di bawah tegakan tanaman karet umur 3.5 tahun di Lampung Timur, dengan tingkat naungan 65-83%), dengan jumlah polong 14 buah. Perbedaan jumlah polong yang cukup tinggi disebabkan oleh perbedaan tingkat naungan yang diterima oleh tanaman kedelai. Naungan di bawah tegakan tanaman karet lebih tinggi dibandingkan dengan di bawah tanaman jeruk. Hasil



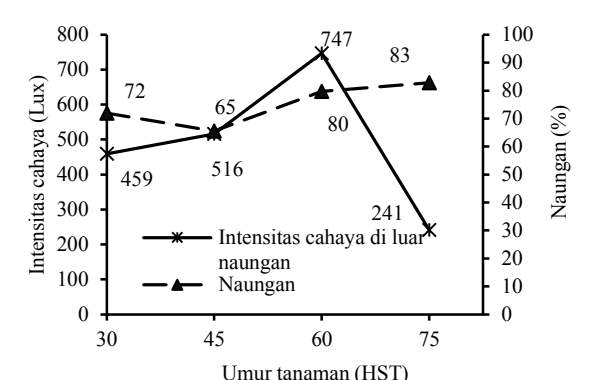
A. Di naungan jati umur 3.,5 th, Ds. Jenggrik, Kedungalar, Ngawi (L1)



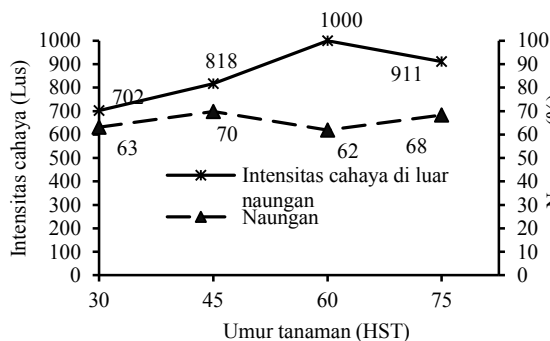
B. Di naungan jati umur 3.,5 th, Ds. Cluring, Muncar, Banyuwangi (L2)



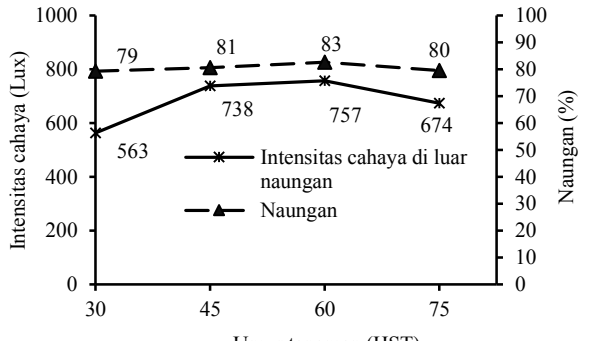
C. Di naungan karet umur 3.5 th, Ds. Sukodadi, Batanghari Nuban, Lampung Timur (L3)



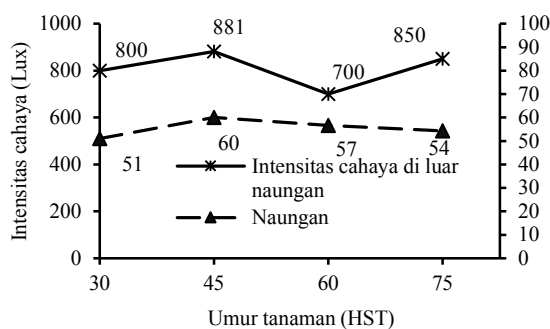
D. Tumpangsari dengan jagung, Ds. Muneng-Sumberasih, Probolinggo (L4)



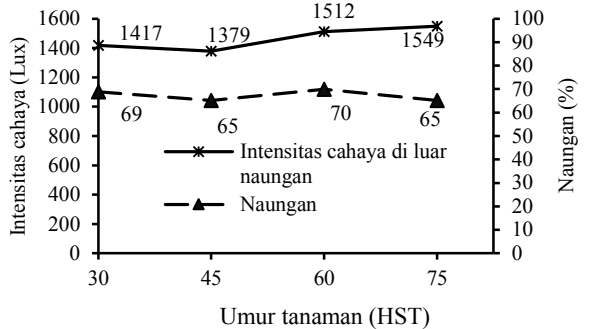
E. Di naungan karet umur 3.5 th, Ds. Sukodadi, Batanghari Nuban, Lampung Timur (L5)



F. Tumpangsari dengan jagung, Ds. Tamberejo, Toroh Kab. Grobogan (L6)



G. Tumpangsari dengan jagung, KP. Ngale, Paron, Ngawi (L7)



H. Tanaman jeruk umur 4 tahun, Ds. Samberejo, Kec. Purwoharjo, Kab. Banyuwangi (L8)

Gambar 1. Tingkat naungan dan intensitas cahaya selama pelaksanaan pengujian genotipe kedelai di masing-masing lokasi uji adaptasi

Tabel 2. Hasil analisis ragam gabungan untuk komponen hasil dan hasil genotipe kedelai toleran naungan di 8 lokasi uji adaptasi

Sumber keragaman	Karakter					
	Umur berbunga	Umur masak	Tinggi tanaman	Jumlah polong isi	Hasil biji	Bobot 100 biji
Lokasi	535.54**	1,574.47**	6,851.58**	4,626.94**	17.84**	262.57**
Ulangan (Lokasi)	3.53	8.97	22.95	5.99	0.05	0.46
Galur	13.94**	79.70**	2,721.66**	262.41**	0.38**	28.94**
Galur x Lokasi	4.81*	14.30**	76.43**	88.50**	0.14**	2.63**
Galat	3.63	5.10	12.95	3.26	0.03	0.32
Koefisien keragaman (%)	5.62	2.83	9.09	7.37	12.45	4.42

Keterangan: * dan ** masing masing menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji 5% dan 1%

Tabel 3. Umur berbunga genotipe kedelai toleran naungan di 8 lokasi uji adaptasi

Galur	Umur berbunga (HST)								Rata-rata
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	
IBK5-143-3-7	36a	37a	33a	31ab	40a	33ab	32ab	33a	34
IBK5-147-2-11	36a	37a	33a	32ab	41a	31cd	33ab	33a	35
IBK5-172-4-36	36a	37a	33a	33a	40a	31cd	34a	33a	35
IBK5-173-5-371	36a	37a	32a	32ab	42a	32bcd	34a	33a	35
IBK5-173-5-372	36a	37a	33a	33a	39a	31cd	34a	33a	34
Iij9-299-1-4	37a	38a	32a	32ab	41a	34a	34a	33a	35
IBM22-861-2-22	36a	37a	32a	32ab	39a	31cd	33ab	33a	34
IBM22-862-4-1	36a	37a	32a	31ab	38a	32bcd	33ab	33a	34
IBM22-867-4-7	36a	37a	31a	31ab	40a	31cd	31b	33a	34
IBM22-873-1-13	34a	36a	30a	29c	41a	31cd	29c	34a	33
IBIj11-431-2-20	35a	37a	32a	30b	37a	32bcd	29c	32a	33
AI26-1114-8-28	36a	36a	30a	29c	42a	31cd	31b	33a	33
Pangrango	37a	36a	31a	30b	38a	33ab	33ab	32a	34
Argomulyo	35a	38a	32a	29c	43a	30d	29c	31a	33
Rataan	36	37	32	31	40	32	32	33	
Koefisien keragaman (%)	6.91	2.52	6	4.67	6.65	4.14	5.92	6.45	

Keterangan: Lokasi L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, dan L8 sama dengan yang tertuang dalam Tabel 1, angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan BNT pada $\alpha = 5\%$

yang sama juga disampaikan oleh Darabi *et al.* (2014), bahwa naungan menyebabkan pengurangan jumlah polong isi. Menurut Fageria *et al.* (2006), pengurangan jumlah polong isi disebabkan oleh berkurangnya laju fotosintesis, akibat rendahnya intensitas cahaya yang diterima tanaman kedelai.

Varietas Pangrango memiliki rata-rata jumlah polong terbanyak (31 buah), diikuti galur AI26-1114-8-28 (29 buah). Varietas Pangrango memiliki karakter ukuran polong kecil, sedangkan galur AI26-1114-8-28 tergolong besar. Ukuran polong menentukan ukuran biji. Ukuran biji terkecil dicapai oleh varietas Pangrango, yaitu 10.26 g per 100 biji, dan terbesar dicapai galur AI26-1114-8-28 yaitu 14.33 g per 100 biji (Tabel 6).

Rata-rata bobot 100 biji tertinggi dicapai di lokasi L2 (di bawah tegakan jati umur 3.5 tahun di Banyuwangi, dengan tingkat naungan 51-69%) sebesar 14.36 g per 100 biji dan terendah dicapai di lokasi L4 (tumpangsari dengan jagung di Probolinggo, dengan tingkat naungan 50-83%) sebesar 7.71 g per 100 biji. Galur AI26-1114-8-28 memiliki rata-rata bobot 100 biji yang tinggi, yaitu 14.33 g per 100 biji. Rata-rata bobot 100 biji tersebut lebih tinggi dari rata-rata yang dicapai varietas Argomulyo yang tergolong berbiji besar, yaitu 13.99 g per 100 biji (Tabel 7). Dengan demikian galur AI26-1114-8-28, termasuk dalam kategori kedelai berbiji besar.

Rata-rata hasil biji yang dicapai di 8 lokasi beragam, dengan kisaran 0.91-2.48 ton ha⁻¹ (Tabel 8). Hasil biji

Tabel 4. Umur masak genotipe kedelai toleran naungan di 8 lokasi uji adaptasi

Galur	Umur masak (HST)								Rata-rata
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	
IBK5-143-3-7	83abc	88ab	78a	74bc	81ef	81c	78ab	73a	79
IBK5-147-2-11	83abc	88ab	78a	74bc	84cd	81c	78ab	72a	80
IBK5-172-4-36	85ab	87b	78a	75abc	92a	81c	79a	73a	81
IBK5-173-5-371	85ab	87b	78a	73cd	80f	81c	79a	75a	79
IBK5-173-5-372	84abc	87b	77a	73bcd	83cde	81c	79a	72a	80
IIj9-299-1-4	86a	89a	77a	77a	82def	83b	79a	76a	81
IBM22-861-2-22	84abc	87b	78a	75abc	91a	81c	79a	73a	81
IBM22-862-4-1	83abc	88ab	77a	74bc	87b	83b	78ab	72a	80
IBM22-867-4-7	84abc	89a	77a	73bcd	82def	84ab	78ab	76a	80
IBM22-873-1-13	82bc	89a	77a	71e	82def	84ab	75b	74a	79
IBIj11-431-2-20	85ab	88ab	78a	74bc	83cde	84ab	78ab	76a	81
A126-1114-8-28	81cd	85c	73a	71de	85bc	81c	75b	72a	78
Pangrango	82bc	89a	79a	76ab	91a	85a	79a	74a	82
Argomulyo	78d	85c	75a	70e	83cde	76d	71c	67b	76
Rataan	83	87	77	73	85	82	77	73	
Koefisien keragaman (%)	2.83	1.4	3.44	2.3	2.32	2.7	3.07	4.23	

Keterangan: Lokasi L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, dan L8 sama dengan yang tertuang dalam Tabel 1, angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan BNT pada $\alpha = 5\%$

Tabel 5. Tinggi tanaman genotipe kedelai toleran naungan di 8 lokasi uji adaptasi

Galur	Tinggi tanaman (cm)								Rata-rata
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	
IBK5-143-3-7	31d	56bcd	28g	21e	33def	21gh	28i	41e	32
IBK5-147-2-11	34cd	54cde	28g	21e	31ef	21gh	29hi	42e	32
IBK5-172-4-36	37c	58bc	29fg	23de	33def	19h	29hi	42e	34
IBK5-173-5-371	37c	60bc	33de	22e	33def	22fg	32fg	43de	35
IBK5-173-5-372	38c	49e	30efg	24de	32def	22fg	30gh	44de	34
IIj9-299-1-4	50b	60bc	32def	28cd	40c	25de	38e	47de	40
IBM22-861-2-22	35cd	56bcd	35d	24de	32def	21gh	29hi	41e	34
IBM22-862-4-1	34cd	51de	31efg	21e	31ef	20gh	30ghi	41e	32
IBM22-867-4-7	37c	54cde	33de	24de	30f	19h	33f	41e	34
IBM22-873-1-13	50b	59bc	39c	32bc	34de	24ef	44d	51cd	41
IBIj11-431-2-20	51b	52de	42c	30c	41c	27cd	46c	56c	43
A126-1114-8-28	60ab	86a	53b	48a	47b	38a	68a	75a	59
Pangrango	65a	62b	60a	48a	54a	35b	60b	78a	58
Argomulyo	58b	62b	51b	38b	35d	28c	38e	65b	47
Rataan	44	58	37	29	36	24	38	50	
Koefisien keragaman (%)	9.41	7.37	6.32	14.32	7.71	8.18	4.32	11.07	

Keterangan: Lokasi L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, dan L8 sama dengan yang tertuang dalam Tabel 1, angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan BNT pada $\alpha = 5\%$

Tabel 6. Jumlah polong isi genotipe kedelai toleran naungan di 8 lokasi uji adaptasi

Galur	Jumlah polong isi								Rata-rata
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	
IBK5-143-3-7	20d	19de	13cd	13f	29b	19ab	29ij	32def	22
IBK5-147-2-11	22cd	22bc	11d	15de	38a	20a	29ij	30f	23
IBK5-172-4-36	25abc	19de	12cd	14ef	37a	16d	28j	33def	23
IBK5-173-5-371	27ab	24b	13cd	15de	32b	18bc	33g	32def	24
IBK5-173-5-372	25abc	19de	14bc	16cd	29b	16d	30hi	32def	22
Iij9-299-1-4	24bcd	22bc	14bc	17c	37a	20a	37e	42c	26
IBM22-861-2-22	23cd	17e	16ab	16cd	20cd	16d	31gh	35d	22
IBM22-862-4-1	23cd	21cd	14bc	16cd	31b	17cd	35f	31ef	24
IBM22-867-4-7	25abc	17e	12cd	13f	23c	14e	36ef	34de	22
IBM22-873-1-13	27a	24b	14bc	16cd	30b	17cd	39d	31ef	25
IBIj11-431-2-20	27a	21cd	18a	15de	32b	20a	46c	43c	28
AI26-1114-8-28	22cd	32a	13cd	22b	19d	19ab	56a	47b	29
Pangrango	28a	18e	18a	26a	29b	19ab	54b	56a	31
Argomulyo	22cd	22bc	11d	17c	23c	16d	37e	43c	24
Rataan	24	21	14	16	29	18	37	37	
Koefisien keragaman (%)	10.29	9.03	10.21	8.21	7.79	7.05	2.4	6.03	

Keterangan: Lokasi L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, dan L8 sama dengan yang tertuang dalam Tabel 1, angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan BNT pada $\alpha = 5\%$

Tabel 7. Bobot 100 biji genotipe kedelai toleran naungan di 8 lokasi uji adaptasi

Galur	Bobot 100 biji (g)								Rata-rata
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	
IBK5-143-3-7	13.89cd	13.73def	13.77abcd	7.63cd	13.77abc	11.06g	13.66ef	14.53cde	12.76
IBK5-147-2-11	13.26def	15.51ab	13.45cd	6.93d	13.45bc	12.10d	13.15fg	15.08ab	12.86
IBK5-172-4-36	13.41de	14.38cde	14.31a	7.22cd	14.31a	12.06de	15.78a	14.59bcd	13.25
IBK5-173-5-371	12.55ef	15.04abc	13.19cd	7.61cd	13.19bc	11.62ef	13.00g	13.77f	12.5
IBK5-173-5-372	13.26def	14.76abc	13.87abcd	6.96d	13.87ab	12.73c	13.33fg	14.36de	12.89
Iij9-299-1-4	13.93cd	14.73bc	14.31a	7.55cd	14.31a	11.37fg	13.04fg	14.74bcd	12.99
IBM22-861-2-22	13.21def	13.55ef	14.22a	6.93d	14.25a	13.17c	13.44efg	14.03ef	12.85
IBM22-862-4-1	12.23f	14.69bc	13.15d	7.32cd	13.15c	11.66def	14.01de	13.14h	12.42
IBM22-867-4-7	13.90cd	14.61c	14.20ab	9.04b	14.20a	12.79c	12.88g	13.70fg	13.16
IBM22-873-1-13	14.66c	15.59a	13.90abc	8.37bc	13.90ab	14.12b	14.40cd	14.71bcd	13.7
IBIj11-431-2-20	13.93cd	13.22f	13.26cd	7.30cd	13.26bc	11.51fg	13.37fg	13.23gh	12.38
AI26-1114-8-28	16.06b	14.51cd	13.82abcd	11.27a	13.82abc	15.18a	14.65bc	15.36a	14.33
Pangrango	9.88g	12.38g	11.05e	5.52e	11.07d	10.15h	11.39h	10.65i	10.26
Argomulyo	18.15a	14.43cd	13.48bcd	8.30bc	13.48 bc	14.15b	15.04b	14.92abc	13.99
Rataan	13.74	14.36	13.57	7.71	13.57	12.4	13.65	14.06	
Koefisien keragaman (%)	5.68	4.11	3.77	10.82	3.69	2.56	3.25	2.53	

Keterangan: Lokasi L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, dan L8 sama dengan yang tertuang dalam Tabel 1, angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan BNT pada $\alpha = 5\%$

Tabel 8. Hasil biji genotipe kedelai toleran naungan di 8 lokasi uji adaptasi

Galur	Hasil biji (ton ha ⁻¹)								Rata-rata
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	
IBK5-143-3-7	1.57de	0.92cdef	0.93bcd	0.74ef	0.86f	0.85bcd	1.48bc	2.51bcd	1.23
IBK5-147-2-11	2.10ab	0.79g	0.78de	0.71ef	0.98ef	0.98bc	1.41bc	2.40de	1.27
IBK5-172-4-36	1.94bc	0.98abcd	0.94bcd	0.65f	1.42ab	0.89bcd	1.33bc	2.29de	1.30
IBK5-173-5-371	1.86bcd	0.93bcde	0.86cde	0.84de	1.02ef	1.01b	1.60ab	2.16de	1.28
IBK5-173-5-372	1.89bc	1.04a	0.91bcd	0.79ef	1.18cde	0.96bc	1.42bc	2.51bcd	1.34
IIj9-299-1-4	1.65cde	0.84fg	1.00abc	1.07bc	1.40ab	0.80cd	1.18c	2.82ab	1.34
IBM22-861-2-22	1.82bcd	0.95bcde	1.01abc	0.79ef	1.02ef	0.94bcd	1.35bc	2.22de	1.26
IBM22-862-4-1	1.79cd	0.98abcd	1.03abc	0.81de	1.29bc	0.84bcd	1.41bc	2.27de	1.30
IBM22-867-4-7	1.76cd	0.95bcde	0.71e	0.81de	1.03def	0.93bcd	1.37bc	2.45cde	1.25
IBM22-873-1-13	2.29a	0.90def	1.05ab	0.95cd	1.23bcd	0.89bcd	1.42bc	2.13e	1.36
IBIj11-431-2-20	1.85bcd	0.88ef	1.16a	0.84de	0.99ef	0.81cd	1.19c	2.80abc	1.31
AI26-1114-8-28	1.84bcd	1.01ab	1.15a	1.72a	1.43ab	1.55a	1.88a	2.89a	1.68
Pangrango	1.74cd	1.01ab	0.80de	1.17b	1.01ef	1.01b	1.50b	2.31de	1.32
Argomulyo	1.39e	0.93bcde	0.78de	0.84de	1.58a	0.77d	1.58b	2.91a	1.35
Rataan	1.82	0.94	0.94	0.91	1.17	0.94	1.44	2.48	
Koefisien keragaman (%)	11.72	6.22	13.20	10.66	12.40	13.36	14.37	10.35	

Keterangan: Lokasi L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, dan L8 sama dengan yang tertuang dalam Tabel 1, angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan BNT pada $\alpha = 5\%$

merupakan fungsi diferensial respon genotipe terhadap lingkungan (Akçura *et al.*, 2011). Hasil biji lebih sensitif terhadap interaksi genotipe x lingkungan dibandingkan dengan karakter agronomi lainnya (Yan *et al.*, 2010).

Rata-rata hasil biji tertinggi dicapai di lokasi L8 (di bawah tegakan tanaman jeruk umur 4 tahun di Banyuwangi, dengan tingkat naungan 30-36%), dengan kisaran 2.16-2.91 ton ha⁻¹ dan terendah dicapai di lokasi L4 (tumpang Sari

Tabel 9. Rentang hasil, rata-rata hasil, koefisien regresi (bi), dan simpangan regresi (S²di) dari 12 galur dan 2 varietas pembandingan kedelai

Galur/varietas	Rentang hasil (ton ha ⁻¹)	Rata-rata hasil (ton ha ⁻¹)	Koefisien regresi (bi)	Simpangan regresi (S ² di)
IBK5-143-3-7	0.74-2.51	1.23	1.04tn	0.013
IBK5-147-2-11	0.71-2.40	1.27	1.12tn	0.017
IBK5-172-4-36	0.65-2.29	1.30	0.96tn	0.024
IBK5-173-5-371	0.84-2.16	1.28	0.88tn	0.013
IBK5-173-5-372	0.79-2.51	1.34	1.04tn	-0.003ns
IIj9-299-1-4	0.80-2.82	1.34	1.11tn	0.041
IBM22-861-2-22	0.79-2.22	1.26	0.88tn	0.001ns
IBM22-862-4-1	0.81-2.27	1.30	0.89tn	0.002ns
IBM22-867-4-7	0.71-2.45	1.25	1.03tn	-0.001ns
IBM22-873-1-13	0.89-2.29	1.36	0.91tn	0.049
IBIj11-431-2-20	0.81-2.80	1.31	1.18tn	0.026
AI26-1114-8-28	1.01-2.89	1.68	0.91tn	0.074
Pangrango	0.80-2.31	1.32	0.86tn	0.012
Argomulyo	0.77-2.91	1.35	1.18tn	0.083

Keterangan: tn = tidak berbeda dengan 1 (satu); ns = tidak berbeda dengan 0 (nol)

dengan jagung di Probolinggo, dengan tingkat naungan 50-83%), dengan kisaran 0.65 -1.72 ton ha⁻¹. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa pengujian di bawah naungan tanaman karet mampu memberikan hasil biji antara 1.41-2.75 ton ha⁻¹ (Sopandie dan Trikoesoemaningtyas, 2011). Hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan hasil yang dicapai di bawah naungan tanaman karet pada penelitian ini. Pada penelitian ini, penanaman di bawah naungan karet memberikan kisaran hasil antara 0.78-1.16 ton ha⁻¹ dan 0.85-1.58 ton ha⁻¹. Perbedaan hasil tersebut, diduga karena adanya perbedaan tingkat naungan yang ditimbulkan oleh kanopi tanaman karet, yang menyebabkan perbedaan penerimaan cahaya. Cahaya merupakan sumber energi yang digunakan untuk proses fotosintesis, sehingga perbedaan jumlah cahaya yang diterima tanaman berpeluang menyebabkan terjadinya gangguan proses fotosintesis.

Nilai koefisien regresi (bi) dan simpangan regresi (S²di) genotipe yang diuji disajikan pada Tabel 9. Empat dari dua belas galur yang diuji, yaitu IBK5-173-5-372, IBM22-861-2-22, IBM22-862-4-1, dan IBM22-867-4-7 dinyatakan stabil, karena mempunyai nilai bi = 1 dan S²di = 0, sementara itu delapan galur yang lain dan dua varietas pembanding (Pangrango dan Argomulyo) dinyatakan tidak stabil karena nilai bi = 1 dan S²di ≠ 0. Keempat galur tersebut mempunyai rata-rata hasil yang rendah. Menurut Eberhart dan Russell (1966), genotipe dengan nilai bi = 1 dan S²di = 0 didukung dengan rata-rata hasil yang rendah digolongkan sebagai genotipe yang beradaptasi buruk di semua lingkungan pengujian.

Dua diantara galur yang tidak stabil, memiliki rata-rata hasil lebih tinggi dari varietas pembanding (Pangrango dan Argomulyo), yaitu galur IBM22-873-1-13 (1.36 ton ha⁻¹) dan AI26-1114-8-28 (1.68 ton ha⁻¹). Menurut Eberhart dan Russell (1966) serta Gurmu *et al.* (2009), genotipe tidak stabil yang didukung dengan rata-rata hasil tinggi digolongkan pada genotipe yang beradaptasi sempit. Hal ini menunjukkan galur AI26-1114-8-28 tergolong beradaptasi sempit dan direkomendasikan untuk lingkungan tumpangsari dengan jagung, di bawah tegakan jati umur 3.5 tahun (Ngawi), dan di bawah tegakan tanaman jeruk umur 4 tahun (Banyuwangi), sedangkan galur IBM22-873-1-13 direkomendasikan untuk lingkungan di bawah tegakan tanaman jati umur 3.5 tahun (Ngawi) dan di bawah tegakan tanaman jeruk umur 4 tahun (Banyuwangi).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa interaksi antara genotipe x lingkungan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah polong isi, umur berbunga, umur masak, hasil biji, dan bobot 100 biji. Terdapat empat galur yang stabil dengan rata-rata hasil rendah, yaitu galur IBK5-173-5-371, IBM22-861-2-22, IBM22-862-4-1, dan IBM22-867-4-7, serta delapan galur (IBK5-143-3-7, IBK5-147-2-11, IBK5-172-4-36, IBK5-173-5-372, IJ9-299-1-4, IBM22-873-1-13, IBIJ11-431-2-20, dan AI26-1114-8-28) dan dua varietas pembanding (Pangrango dan Argomulyo) dinyatakan tidak stabil. Galur AI26-

1114-8-28 dan IBM22-873-1-13 merupakan dua diantara delapan galur yang tidak stabil dengan rata-rata hasil pada lingkungan naungan (tingkat naungan 35-70%) lebih tinggi dari varietas pembanding (Pangrango dan Argomulyo), yaitu 1.68 ton ha⁻¹ dan 1.36 ton ha⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- Akçura, M., S. Taner, Y. Kaya. 2011. Evaluation of bread wheat genotypes under irrigated multi-environment conditions using GGE biplot analysis. *Agriculture* 98:35-40.
- Acikgoz, E., A. Ustun, I. Gul, E. Anlarsal, A. S. Tekeli, I. Nizam, R. Avcioglu, H. Geren, S. Cakmakci, B. Aydinoglu, C. Yucel, M. Avci, Z. Acar, I. Ayan, A. Uzun, U. Bilgili, M. Sincik, M. Yavuz. 2009. Genotype × environment interaction and stability analysis for dry matter and seed yield in field pea (*Pisum sativum* L.). *Span. J. Agric. Res.* 7:96-106.
- Barros, H.B., T. Sedyatama, C.D. Cruz, R.C. Teixeira, M.S. Reis. 2010. Análise de adaptabilidade e estabilidade em soja (*Glycine max* L.) em Mato Grosso. *Ambiência, Guarapuava. Ambiência Guarapuava (PR).* 6:75-88.
- Biabani, A., M. Hashemi, S.J. Herbert. 2008. Agronomic performance of two intercropped soybean cultivars. *Int. J. Plant Prod.* 2:215-222.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2012. Statistik Indonesia. <http://www.bps.go.id> [24 Januari 2014].
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2013. Statistik Indonesia. <http://www.bps.go.id> [24 Januari 2014].
- Cucolotto, M., V.C. Pipolo, D.D. Garbuglio, N.da S.F. Junior, D.Destro, M.K. Kamikoga. 2007. Genotype x environment interaction in soybean: evaluation through three methodologies. *Crop Breed. App. Biot.* 7:270-277.
- Darabi, F., A. Hatami, M.J. Zare. 2014. Plant growth-promoting rhizobacteria improved growth, yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* Medic) under shading growing conditions. *Int. J. Biosci.* 4:346-352.
- [Ditjenbun] Direktorat Jendral Perkebunan. 2012. Peningkatan Produksi, Produktivitas dan Mutu Tanaman Tahunan: Pedoman teknis peremajaan tanaman karet tahun 2012. <http://www.deptan.go.id> [24 Januari 2014].
- Duzdemir, O. 2011. Stability analysis for phenological characteristics in chickpea. *Afr. J. Agric. Res.* 6:1682-1685.

- Eberhart, S.A., W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
- Fageria, N.K., C.V. Baligar, R.B. Clark. 2006. Photosynthesis and crop yield. p. 95-116. *In* N.K. Fageria, V.C. Baligar, Ralph Clark (Eds.). *Physiology of Crop Production*. Food Products Press, New York.
- Gauch, H.G. 2006. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. *Crop Sci.* 46:1488-1500.
- Gurmu, F., H. Mohammed, G. Alemaw. 2009. Genotype x environment interactions and stability of soybean for grain yield and nutrition quality. *ACSJ.* 17:87-99.
- Jandong, E.A., M.I. Uguru, B.C. Oyiga. 2011. Determination of yield stability of seven soybean (*Glycine max*) genotypes across diverse soil pH levels using GGE biplot analysis. *J. Appl. Biosci.* 43:2924-2941.
- Kantolic, A.G., G.A. Slafer. 2005. Reproductive development and yield components in indeterminate soybean as affected by post-flowering photoperiod. *Field Crop. Res.* 93:212-222.
- Kisman, N. Khumaida, Trikoesoemaningtyas, Sobir, D. Sopandie. 2007. Karakter morfo-fisiologi daun, penciri adaptasi kedelai terhadap intensitas cahaya rendah. *Bul. Agron.* 35:96-102.
- Ngalamu, T., M. Ashraf, S. Meseka. 2013. Soybean (*Glycine max* L) genotype and environment interaction effect on yield and other related traits. *American J. Exp. Agric.* 3:977-987.
- Pathiratna, L.S.S. 2006. Management of intercrops under rubber: Implications of competition and possibilities for improvement. *Bull Rubber Res. Institute Sri Lanka.* 47:8-16.
- Peluzio, J. M., R.R. Fidelis, P. Giongo, J.C. Silva, D. Cappellari, H.B. Barros. 2008. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em quatro épocas de semeadura no sul do Estado Tocantins. *Revista Ceres.* 55:34-40.
- Sharrifmoghaddassi, M., A.H. Omidtabrizi. 2010. Stability analysis of seven Iranian winter safflower cultivars. *World Appl. Sci. J.* 8:1366-1369.
- Sopandie, D., Trikoesoemaningtyas. 2011. Pengembangan tanaman sela di bawah tegakan tanaman tahunan. *Iptek Tanaman Pangan.* 6:168-182.
- Thanki, H.P., S.L. Sawargaonkar, B.V. Hudge. 2010. Genotype x environment interaction for biometrical traits in pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Millsp.) under varying spacings. *Elec. J. Plant Breed.* 1:925-928.
- Toledo, K.F.F., C.G.P. Carvalho, C.A.A. Arias, L.A. Almeida, R.L. Brogin, M.F. Oliveira, J.U.V. Moreira, A.S. Ribeiro, D.M. Hiromoto. 2006. Genotype and environment interaction on soybean yield in Mato Grosso State, Brazil. *Pesq. Agropec. Bras.* 41:785-791.
- Wibawa, G., L. Joshi, M. van Noordwijk, E.A. Penot. 2006. Rubber based agroforestry systems (RAS) as alternatives for rubber monoculture system. p.1-23. IRRDB annual conference. Ho-chi-minh city. Viet Nam 17 November 2006.
- Yan, Z., J.G. Lauer, R. Borger, N. de Leon. 2010. Effects of genotype x environment interaction on agronomic trait in soybean. *Crop Sci.* 50:696-702.