

PENAMPILAN GALUR KEDELAI GENERASI F7 HASIL PERSILANGAN TETUA TOLERAN NAUNGAN PADA LINGKUNGAN NAUNGAN BERBEDA

Titik Sundari, Gatut Wahyu A.S. dan Purwantoro

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui potensi hasil galur kedelai generasi F7 di lingkungan naungan yang berbeda. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan di Balitkabi pada empat lingkungan naungan, yaitu tanpa naungan (L1), paranet hitam dengan tingkat naungan 50% (L2), di bawah tegakan tanaman jagung (L3), dan di bawah tegakan tanaman ubikayu (L4) pada MK I 2010. Bahan yang digunakan adalah 40 galur F7 kedelai toleran naungan, tiga varietas pembanding toleran dan dua varietas pembanding rentan naungan. Petak percobaan berukuran 2,4 m x 3,0 m. Jarak tanam kedelai 40 cm x 15 cm, dua tanaman per rumpun, jarak tanam ubikayu 80 cm x 100 cm, dan jarak tanam jagung 80 cm x 20 cm. Penanaman kedelai di bawah tegakan jagung pada saat tanaman jagung berumur 20 hari, pada tegakan ubikayu pada umur 2 bulan sedangkan pada naungan buatan (paranet hitam) sejak tanam. Rancangan percobaan yang digunakan pada masing-masing lingkungan adalah acak kelompok diulang tiga kali. Pengamatan karakter tanaman meliputi tinggi tanaman, umur berbunga, umur masak, jumlah polong isi, jumlah buku subur, bobot biji, dan bobot 100 biji. Perbedaan lingkungan berdampak pada perbedaan penerimaan cahaya oleh tanaman kedelai. Penerimaan cahaya di lingkungan L1, L2, L3 dan L4 masing-masing pada kisaran 100%, 40–60%, 20–50%, dan 20–30%. Hasil biji kedelai pada lingkungan L4, L3, L2, dan L1 berturut-turut adalah 0,36 t/ha; 0,35 t/ha; 1,33 t/ha, dan 2,13 t/ha. Hasil biji mengalami penurunan berturut-turut 83%, 84%, dan 38% dibandingkan dengan lingkungan tanpa naungan. Galur keturunan IAC100/Burangrang x Kaba dan nomor 40 (keturunan Argomulyo x IAC 100) memiliki hasil biji lebih tinggi pada empat lingkungan dibandingkan varietas Pangrango dan Argomulyo.

Kata kunci: kedelai, galur, naungan.

ABSTRACT

Performance of soybean line F-7 generation result from shading tolerance parent on shading difference environment. Objective of the research is to evaluate the performance and yield potential of soybean lines under different shading level. The research was conducted in Balitkabi station research under four environment conditions, i.e. without shading (L1) used as control, under the net with 50% of shading (L2), under maize (L3), and under the cassava (L4) in the dry season I in 2010. Material used in the study was 40 F7 lines of tolerant soybean to shade, three of the shade tolerant varieties and two susceptible varieties as check varieties. Plot size was 2.4 m x 3.0 m. Soybean plant spacing was 40 cm x 15 cm, with two seeds per hole, cassava plant spacing was 80 cm x 100 cm, and maize plant spacing was 80 cm x 20 cm. Planting time of soybean was 20 days after maize, and 2 months after cassava. The paranet was set up before soybean planted. The randomized complete block design was repeated by three times used in four environments. Observation was conducted to the plant high, the flowering age, the maturity age, the fill pot number, the number of fertile nodes, the seed weight, and the weight of 100 seeds characters. The results of the research showed that light intensity in each environment was different. The difference of the

environment, had an impact on the difference of acceptance of the light by the soybean crop. Acceptance of the light in the L1, L2, L3 and L4 environment respectively 100%, 40 to 60%, 20 to 50% and 20 to 30%. The soybean grain yield in the L4, L3, L2, and L1 environment respectively 0.36 t/h; 0.35 t/ha; 1.33 t/ha, and 2.13 t/ha. That yields were reduced 83%, 84% and 38 % compared with without shading. The lines of number 2 (hybridization of IAC100/Burangrang x Kaba) and 40 (hybridization of Argomulyo x IAC 100) had higher seed yield in four environments than the Pangrango and Argomulyo.

Key words: soybean, lines, shade.

PENDAHULUAN

Kebutuhan kedelai mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Pada tahun 2010 kebutuhan kedelai nasional lebih dari 2,3 juta ton, sedangkan produksi hanya 908.111 ton (BPS 2010). Menurut Sumarno (2011), swasembada kedelai dapat dicapai apabila luas panen ditingkatkan menjadi 2,5 juta ha. Pengembangan areal kedelai disarankan pada: (1) lahan bekas padi sawah yang dibiarkan selama musim kemarau (± 750.000 ha); (2) lahan kering melalui tumpangsari atau rotasi ubikayu, jagung, padi gogo (± 500.000 ha); (3) pada lahan peremajaan perkebunan ($\pm 1.000.000$ ha); (4) rotasi tebu dengan kedelai pada tanah HGU (± 1.000 ha per tahun); (5) lahan peremajaan Perhutani (± 20.000 ha per tahun); dan (6) lahan bukaan baru untuk kedelai yang mencapai 1,0 juta.

Pengembangan kedelai ke lahan di bawah tegakan tanaman perkebunan/hutan melalui sistem tumpangsari/lorong, selain dapat meningkatkan hasil panen juga dapat meningkatkan nilai rasio kesetaraan lahan (LER) (Li *et al.* 2009; Emuh 2007). Pengembangan kedelai melalui sistem tumpangsari/lorong berpeluang menghadapi kendala, salah satunya kekurangan cahaya. Penyerapan radiasi matahari oleh vegetasi tanaman utama menyebabkan cekaman naungan bagi tanaman kedelai. Kualitas cahaya merah jauh (infra red) pada sistem agroforestri lebih tinggi dari sistem tanaman tunggal (Board 2000; Cober & Voldeng 2001), dan fraksi cahaya di lorong antarbarisan pohon semakin rendah dengan semakin dekat ke barisan pohon (Sitompul 2002). Cekaman naungan pada tumpangsari kedelai berkorelasi positif dengan pemanjangan ruas batang (Chen *et al.* 2003). Pemanjangan ruas batang yang berlebihan menyebabkan berkurangnya jumlah polong dan biji, hasil biji, dan biomasa secara nyata (Li *et al.* 2006; Wu *et al.* 2007). Cekaman naungan selama periode reproduktif tanaman merupakan faktor penentu hasil dan komponen hasil kedelai (Board & Harvill 1996).

Tumpangsari kedelai-jagung merupakan salah satu model yang berhasil digunakan untuk meningkatkan produksi kedelai di Cina Selatan (Wang & Yang 2007). Dalam sistem tumpangsari dengan jagung, intensitas cahaya yang diterima tanaman kedelai berkurang 33%, dengan penurunan hasil 30–50% (Asadi *et al.* 1997). Penurunan hasil biji selain ditentukan oleh berat ringannya tingkat naungan, juga ditentukan oleh lamanya penanaman (Jiang & Egli 1995) dan adaptasi suatu varietas terhadap naungan (Sitompul 2003; Mouneke *et al.* 2007).

Peningkatan hasil biji kedelai di bawah tegakan tanaman jagung, ubikayu, maupun paranet hitam dapat dicapai melalui peningkatan penyerapan cahaya selama periode reproduktif oleh tanaman. Pengkayaan cahaya pada akhir fase vegetatif atau awal pembungaan meningkatkan jumlah polong dan hasil biji 144–252% (Mathew *et al.* 2000).

Sebaliknya, kekurangan cahaya mengakibatkan berkurangnya jumlah polong yang terbentuk (Kurosaki & Yumoto 2003).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penampilan dan potensi hasil galur kedelai di lingkungan naungan yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Balitkabi pada empat lingkungan, yaitu lingkungan optimum (L1), naungan buatan 50% (L2), di bawah naungan tanaman jagung (L3), dan di bawah naungan ubikayu (L4) pada MK I, tahun 2010. Bahan yang digunakan adalah 41 galur F7 kedelai toleran naungan, dua varietas pembanding toleran (Pangrango dan Argomulyo), dan dua varietas pembanding rentan terhadap naungan (Grobogan dan Malabar). Ukuran plot adalah 2,4 m x 3,0 m. Jarak tanam kedelai 40 cm x 15 cm, dua tanaman per rumpun, jarak tanam ubikayu 80 cm x 100 cm, dan jarak tanam jagung 80 cm x 20 cm. Di antara tanaman jagung maupun ubikayu terdapat dua baris tanaman kedelai. Waktu tanam kedelai untuk lingkungan L3 adalah 20 hari setelah tanam jagung, dan untuk lingkungan L4 adalah dua bulan setelah tanam ubikayu. Rancangan percobaan pada masing-masing lingkungan adalah acak kelompok yang diulang tiga kali.

Pemupukan kedelai dilakukan pada saat tanam dengan Urea 50 kg+SP36 100 kg+KCl 75 kg/ha. Pemupukan jagung dilakukan dua tahap, pertama pada saat tanam dengan dosis 150 kg Urea + 100 kg SP36 + 50 kg KCl/ha, dan kedua pada umur satu bulan setelah tanam (bst) dengan dosis 100 kg Urea + 50 kg KCl/ha. Pemupukan ubikayu dilakukan pada saat tanam dengan dosis 100 kg Urea + 100 kg KCl + 50 kg KCl/ha dan pada umur tiga bulan dengan dosis 100 kg Urea + 50 kg KCl/ha.

Pengamatan meliputi tinggi tanaman, umur berbunga, umur masak, jumlah polong isi, jumlah polong hampa, jumlah buku subur, bobot biji, dan bobot 100 biji. Data dianalisis dengan analisis gabungan dari empat lingkungan berdasarkan rancangan acak kelompok, tiga ulangan. Selain itu juga dilakukan pengukuran terhadap intensitas cahaya yang diterima tanaman kedelai pada awal tanam hingga panen dengan interval satu minggu, antara pukul 11.00 hingga 13.00 WIB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lingkungan pengujian mengalami perbedaan cahaya matahari yang diterima tanaman kedelai. Pada lingkungan L1, tanaman kedelai menerima cahaya 100%. Penerimaan cahaya di lingkungan L2, L3 dan L4 masing-masing pada kisaran 40–60%, 20–50%, dan 20–30% (Gambar 1). Pola hubungan antara umur tanaman penaung (jagung/ubikayu) dengan tingkat naungan yang ditimbulkan hampir sama, mengikuti pola kuadrat (Gambar 1). Artinya, hingga umur tertentu, peningkatan umur tanaman penaung diikuti oleh peningkatan naungan/pengurangan intensitas cahaya yang diterima tanaman kedelai. Namun, peningkatan umur tanaman penaung lebih lanjut akan diikuti oleh penurunan naungan/peningkatan intensitas cahaya yang diterima tanaman kedelai. Persamaan regresi dari pola hubungan antara tingkat naungan (Y) dengan umur tanaman jagung (X) adalah $Y = -43,2 + 25,8 (X) - 1,29 (X^2)$, $r^2 = 0,90^{**}$, dan dengan tanaman ubikayu (X) adalah $Y = -29,7 + 19,2 (X) - 0,796 (X^2)$, $r^2 = 0,93^{**}$.

Selama fase vegetatif, tanaman kedelai di bawah tegakan tanaman jagung (L3) masih mendapatkan cukup cahaya, tetapi di bawah tegakan tanaman ubikayu (L4) kurang dari

20% (Gambar 1). Pada fase generatif (pembentukan polong hingga pengisian polong) terjadi pengurangan penerimaan cahaya oleh tanaman kedelai di bawah tegakan tanaman jagung (L3) maupun ubikayu (L4), dan pada fase pemasakan polong meningkat kembali seiring dengan semakin tuanya daun bagian bawah dari tanaman jagung maupun ubikayu. Penerimaan intensitas cahaya di bawah paranet hitam (L2) relatif stabil (40–60%), mulai dari awal pertumbuhan tanaman kedelai hingga panen.

Penerimaan intensitas cahaya minimum pada lingkungan L3 (bawah kanopi tanaman jagung) terjadi pada saat tanaman kedelai berumur 7 minggu (49 hari), dan tanaman jagung umur 10 minggu (70 hari). Sedangkan di bawah kanopi tanaman ubikayu (L4) terjadi pada saat tanaman kedelai berumur 4 minggu (28 hari), dan tanaman ubikayu berumur 12 minggu (84 hari) (Gambar 1). Perbedaan penerimaan cahaya oleh kedelai berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai.

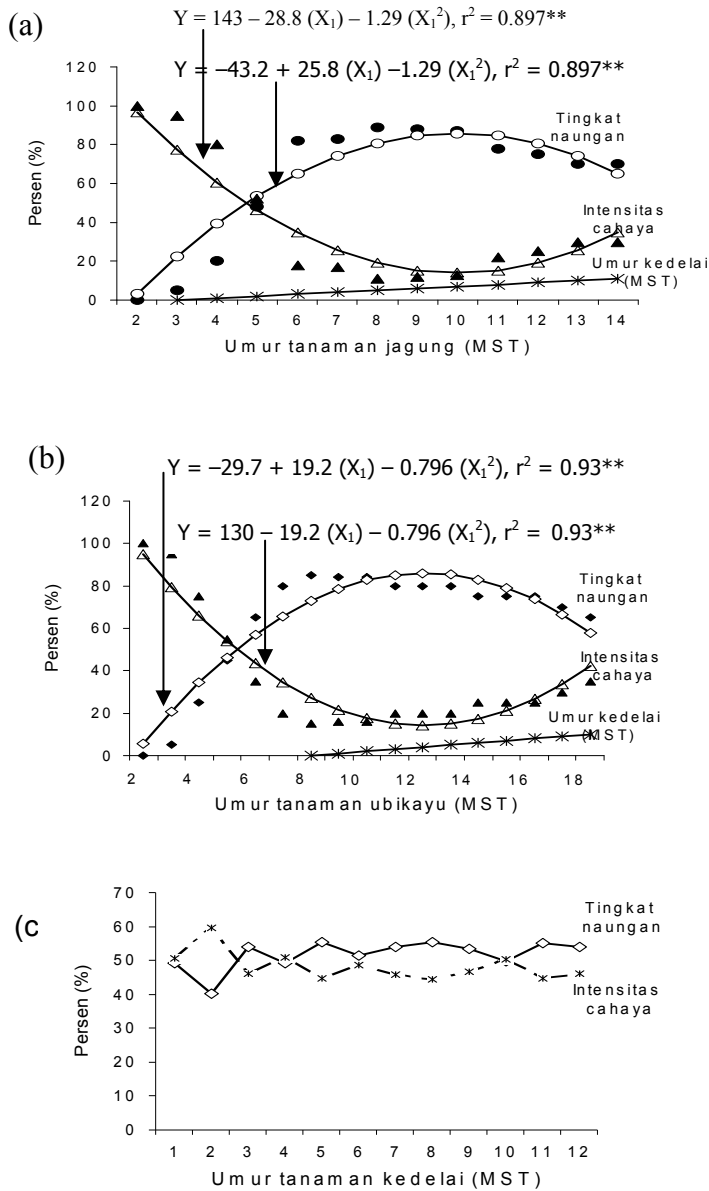
Hasil analisis ragam gabungan umur berbunga, umur masak, tinggi tanaman, jumlah buku/tanaman, jumlah polong isi/tanaman, dan bobot biji galur-galur kedelai disajikan pada Tabel 1. Interaksi antara galur dan lingkungan berpengaruh nyata untuk semua karakter yang diamati, kecuali jumlah buku per tanaman (Tabel 1). Adanya interaksi menunjukkan respon masing-masing galur terhadap lingkungan berbeda (Mounneke *et al.* 2007).

Tabel 1. Hasil analisis ragam gabungan empat lingkungan dari beberapa karakter kuantitatif galur-galur kedelai, MT 2010.

Karakter	Kuadrat tengah		
	Lingkungan (L)	Galur (G)	L x G
Umur berbunga (HST)	467,79**	7,22**	1,87**
Umur masak (HST)	4752,66**	33,29**	3,28**
Tinggi tanaman (Cm)	9328,44**	776,75**	50,83**
Jumlah buku/tanaman	2828,54**	18,89**	4,86 ^{tn}
Jumlah polong isi/tanaman	37148,62**	154,52**	47,46**
Bobot biji (g/100 biji)	203,10**	25,92**	2,31**
Bobot biji (t/ha)	94,56**	0,18**	0,12**

Keterangan: ** dan tn masing-masing menunjukkan perbedaan yang sangat nyata dan tidak nyata pada taraf uji α 5%.

Galur kedelai di bawah tegakan tanaman jagung berbunga lebih cepat dibandingkan dengan lingkungan lainnya. Rata-rata umur berbunga kedelai di bawah tanaman jagung (L3), di bawah paranet hitam (L2), lingkungan optimum (L1), dan di bawah tegakan tanaman ubikayu (L4) masing-masing 31, 32, 34, dan 35 hari (Tabel 2). Umur masak kedelai di bawah tegakan paranet hitam maupun lingkungan optimum lebih panjang dibanding di bawah tanaman jagung, maupun ubikayu (Tabel 2). Ditinjau dari umur berbunga dan umur masak dapat dikatakan bahwa periode pengisian polong untuk galur-galur yang diuji di bawah tanaman ubikayu lebih pendek dibandingkan dengan di bawah tanaman jagung, paranet hitam, maupun lingkungan optimum.



Gambar 1. Lingkungan pertumbuhan kedelai: (a) L3 (di bawah tanaman jagung), (b) L4 (di bawah tanaman ubikayu), dan (c) L2 (di bawah paranet hitam).

Tinggi tanaman masing-masing galur berbeda di setiap lingkungan pengujian. Galur-galur kedelai yang diuji di bawah tegakan tanaman ubikayu, memiliki tanaman yang paling pendek (29,4 cm), sedangkan di bawah bawah paranet hitam paling tinggi (48,1

cm). Di bawah tanaman jagung dan pada lingkungan optimal, tinggi tanaman hampir sama, masing-masing 44,0 cm dan 44,7 cm (Tabel 3).

Tabel 2. Umur berbunga dan polong masak galur-galur kedelai di lingkungan berbeda, MT 2010.

	Pedigree	Umur berbunga (hari), di lingkungan				Umur masak (hari), di lingkungan			
		L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
1	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-1-2	32	31	31	35	85	86	78	75
2	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-2-3	32	31	31	33	86	87	78	75
3	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-3-9	32	31	30	35	86	87	77	72
4	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-4-13	33	31	31	35	86	87	79	76
5	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-5-14	33	31	31	34	85	87	79	75
6	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-6-16	32	32	30	34	85	87	79	76
7	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-7-17	33	32	31	34	85	86	78	75
8	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-8-19	32	32	31	34	85	86	76	75
9	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-9-22	32	31	31	34	85	86	78	74
10	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-10-23	32	32	31	34	85	86	76	74
11	Kaba x IAC.100/Burangrang-10-KP-11-25	34	32	31	36	88	88	77	76
12	IAC.100 x Jjen-10-KP-12-27	35	32	31	35	88	88	78	76
13	IAC.100 x Jjen-10-KP-13-28	35	32	30	35	88	86	77	76
14	IAC.100 x Tanggamus-10-KP-14-33	35	31	32	36	88	87	78	76
15	IAC.100 x Tanggamus-10-KP-15-34	36	32	32	36	88	87	78	76
16	IAC.100 x Malabar-10-KP-16-39	34	32	30	33	86	87	75	71
17	Malabar x IAC.100-10-KP-17-41	34	32	32	36	87	87	78	76
18	Malabar x IAC.100-10-KP-18-42	34	33	31	35	87	86	79	74
19	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-19-46	33	32	31	36	85	86	78	75
20	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-20-49	34	32	31	35	84	86	76	74
21	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-21-50	34	31	31	34	85	87	77	75
22	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-22-51	33	31	30	35	85	86	76	75
23	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-23-52	33	32	30	35	85	86	79	76
24	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-24-54	35	31	30	35	84	86	76	74
25	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-25-63	35	31	31	36	87	86	77	75
26	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-26-64	35	32	31	34	85	86	78	75
27	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-27-67	34	32	31	35	85	86	77	76
28	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-28-68	33	31	31	36	85	86	79	75
29	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-29-72	33	31	31	34	85	86	77	77
30	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-30-75	35	31	29	34	85	85	75	75
31	Argomulyo x IAC.100-10-KP-31-83	33	31	29	33	84	82	74	70
32	IAC.100 x Argomulyo-10-KP-32-87	34	32	32	37	87	88	76	75
33	IAC.100 x Argomulyo-10-KP-33-88	34	31	32	37	87	87	75	75
34	IAC.100/Burangrang -10-KP-34-92	35	32	30	34	87	86	78	76
35	IAC.100 x Kaba-10-KP-35-94	34	32	32	36	88	87	78	76
36	IAC.100/Burangrang x Jjen-10-KP-36-98	33	31	29	34	87	87	75	75
37	IAC.100 x Malabar-10-KP-37-104	35	31	32	36	89	87	78	76
38	Argomulyo x Pangrango-10-KP-38-107	34	32	32	35	86	86	77	75
39	Argomulyo x IAC.100-10-KP-39-113	34	32	29	33	86	83	74	71
40	Argomulyo x IAC.100-10-KP-40-120	34	32	30	32	85	83	73	70
41	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-1-2	35	32	31	35	86	86	76	75
42	Grobogan	32	31	27	33	81	82	72	71

43	Pangrango	36	33	31	36	86	87	76	75
44	Argomulyo	32	31	29	33	79	80	72	72
45	Malabar	32	30	29	33	79	81	72	71
Rata-rata		34	32	31	35	86	86	77	75
LSD 5% (Interaksi galur x lingkungan)		1,59				1,91			

Keterangan: L1: optimal, L2: di bawah paranet hitam, L3: di bawah tegakan tanaman jagung, dan L4: di bawah tegakan tanaman ubikayu.

Kekurangan cahaya yang lebih berat pada tanaman kedelai di bawah tegakan tanaman ubikayu terjadi mulai awal pertumbuhan hingga panen. Hal ini berdampak terhadap tidak normalnya pertumbuhan kedelai, tanaman pendek, dan kurus. Tinggi tanaman kedelai di bawah tanaman jagung hampir sama dengan di lingkungan optimal. Pada awal pertumbuhan hingga umur dua minggu setelah tanam, tanaman kedelai masih menerima intensitas cahaya cukup tinggi, lebih dari 50%, sehingga pertumbuhan vegetatif kedelai masih normal.

Jumlah buku subur yang terbentuk dipengaruhi oleh perbedaan galur dan lingkungan. Jumlah buku subur yang terbentuk pada lingkungan L1 (lingkungan optimal) lebih banyak dibanding lingkungan L2, L3 dan L4 (Tabel 3). Hal yang sama juga terjadi pada jumlah polong isi (Tabel 3), semakin besar peluang tanaman untuk membentuk polong. Peluang ini diperbesar oleh tersedianya cahaya matahari yang merupakan sumber energi utama untuk proses fotosintesis. Hasil fotosintesis didistribusikan pada pembentukan polong.

Jumlah polong isi dipengaruhi oleh interaksi antara galur dengan lingkungan. Jumlah polong isi terbanyak di lingkungan L1 (optimum) dicapai oleh varietas pembanding Pangrango (75 polong/tanaman) dan diikuti oleh galur IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-30-75 dengan jumlah polong isi 66 polong/tanaman (Tabel 3). Pada lingkungan L2 (di bawah paranet hitam) jumlah polong isi terbanyak diberikan oleh varietas Pangrango (42 polong/tanaman), diikuti oleh galur IAC 100 x Malabar-10-KP-37-104 dengan 33 polong/tanaman, pada lingkungan L3 (di bawah tanaman jagung) dicapai oleh galur Argomulyo x IAC 100-10-KP-40-120 dengan 21 polong/tanaman, diikuti oleh Pangrango dengan 20 polong/tanaman, dan pada lingkungan L4 (di bawah tanaman ubikayu) diberikan oleh galur IAC 100 x Ijen-10-KP-13-28, Argomulyo x IAC 100-10-KP-37-104, dan Pangrango, masing-masing 15 polong/tanaman (Tabel 3). Jumlah polong varietas pembanding Pangrango stabil tinggi pada empat lingkungan. Varietas Pangrango merupakan varietas kedelai yang toleran naungan.

Bobot 100 biji galur-galur yang diuji menunjukkan perbedaan di setiap lingkungan. Biji terbesar dicapai pada pengujian di bawah tegakan tanaman ubikayu, dan terendah di bawah tegakan tanaman jagung (Tabel 4). Hal ini karena jumlah polong yang terbentuk dari tanaman kedelai di bawah tegakan ubikayu lebih sedikit dibandingkan dengan jagung. Dengan demikian, distribusi bahan kering ke biji kedelai lebih besar. Ukuran biji terbesar diberikan oleh varietas pembanding Grobogan (>14 g/100 biji), yang secara genetik mempunyai ukuran biji besar. Di antara galur-galur yang diuji, galur IAC 100 x Malabar-10-KP-16-39 mempunyai ukuran biji lebih besar (>12 g/100 biji).

Perbedaan ukuran biji disebabkan oleh perbedaan respon masing-masing galur terhadap lingkungan (Tabel 4). Kedelai berbiji kecil lebih stabil dalam mempertahankan ukuran bijinya, diikuti oleh galur berbiji sedang. Kedelai berbiji besar memiliki ukuran biji yang kurang stabil. Meskipun ukuran biji maksimum ditentukan oleh genetik tanaman,

Liu *et al.* (2010) mengemukakan bahwa ukuran biji dapat berubah akibat perubahan kondisi lingkungan.

Rata-rata hasil biji yang dicapai oleh galur-galur kedelai di bawah tegakan tanaman jagung 0,35 t/ha, di bawah tegakan tanaman ubikayu 0,36 t/ha, di bawah paranet hitam 1,33 t/ha, dan pada kondisi tanpa naungan mencapai 2,13 t/ha (Tabel 4).

Penurunan hasil kedelai di bawah tegakan jagung dan ubikayu disebabkan oleh rendahnya intensitas cahaya yang diterima tanaman (15–50%) selama periode pembungaan hingga pengisian polong, yang merupakan periode kritis tanaman kedelai terhadap kekurangan cahaya. Penerimaan cahaya oleh tanaman kedelai di bawah paranet hitam berkisar antara 40–60% dan pada perlakuan tanpa naungan mencapai 100%. Tingkat penerimaan cahaya dapat mempengaruhi hasil tanaman, yang merupakan indikator penting dalam menentukan potensi hasil tanaman (Hegstad *et al.* 1999).

Tabel 3. Tinggi tanaman galur-galur kedelai di lingkungan berbeda, MT 2010.

No.	Nama galur	Tinggi tanaman (cm), di lingkungan				Jumlah buku subur/ tanaman, di lingkungan				Jumlah polong isi/tanaman, di lingkungan			
		L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
1	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-1-2	31,9	41,3	36,3	25,3	15	11	6	5	53	24	15	7
2	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-2-3	37,7	40,4	38,7	25,2	18	13	6	6	49	29	16	11
3	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-3-9	34,1	41,4	33,2	24,9	17	12	7	6	46	28	16	9
4	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-4-13	39,4	45,1	39,4	27,8	18	12	6	5	46	27	13	10
5	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-5-14	36,3	42,9	35,8	28,8	17	10	8	6	44	23	15	10
6	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-6-16	35,4	42,9	41,4	25,0	13	10	9	5	43	22	17	10
7	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-7-17	34,6	43,0	42,0	27,0	19	11	7	6	54	31	14	9
8	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-8-19	36,8	38,6	40,1	29,1	14	10	7	5	47	25	14	8
9	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-9-22	34,1	42,7	40,8	26,2	15	10	7	5	39	27	15	8
10	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-10-23	33,7	41,8	34,8	24,7	16	11	7	5	55	28	16	9
11	Kaba x IAC.100/Burangrang-10-KP-11-25	37,6	41,6	35,8	24,8	17	11	7	5	50	25	16	9
12	IAC.100 x ljen-10-KP-12-27	44,4	48,1	42,2	31,9	15	11	8	6	45	30	18	11
13	IAC.100 x ljen-10-KP-13-28	56,6	60,2	55,2	39,8	17	11	7	8	55	30	13	15
14	IAC.100 x Tanggamus-10-KP-14-33	40,2	43,0	45,4	25,7	16	12	7	6	46	25	14	11
15	IAC.100 x Tanggamus-10-KP-15-34	41,7	43,1	46,0	26,0	15	12	7	6	42	27	15	12
16	IAC.100 x Malabar-10-KP-16-39	36,8	42,7	43,1	31,7	18	10	7	6	48	20	14	8
17	Malabar x IAC.100-10-KP-17-41	34,2	42,4	46,6	24,2	15	12	8	7	50	27	14	13
18	Malabar x IAC.100-10-KP-18-42	36,1	42,8	43,3	26,8	13	11	7	6	46	25	13	11
19	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-19-46	41,7	44,1	43,3	27,4	16	11	7	5	49	25	14	10
20	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-20-49	41,3	45,1	40,1	27,1	16	10	8	6	48	20	18	10
21	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-21-50	41,8	37,8	36,1	21,2	17	11	7	5	40	24	14	8
22	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-22-51	34,8	41,3	36,7	25,3	13	11	6	5	42	25	13	8
23	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-23-52	37,0	41,0	34,2	25,4	14	14	7	4	36	22	12	6

Tabel 3. Lanjutan

24	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-24-54	36,0	39,9	39,1	26,9	13	11	7	6	48	23	14	9
25	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-25-63	40,6	45,4	40,6	27,1	16	11	7	5	46	22	11	8
26	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-26-64	38,0	40,4	38,3	27,0	14	11	6	6	42	24	15	9
27	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-27-67	39,3	42,9	42,4	27,7	15	11	8	6	40	25	14	11
28	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-28-68	38,0	43,2	35,9	25,7	18	11	5	5	42	23	11	9
29	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-29-72	36,0	39,6	37,0	26,0	17	11	7	7	44	22	14	12
30	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-30-75	47,7	49,3	48,4	33,1	15	12	8	6	66	26	15	9
31	Argomulyo x IAC.100-10-KP-31-83	65,9	74,4	47,9	37,2	18	9	8	5	50	25	17	7
32	IAC.100 x Argomulyo-10-KP-32-87	48,0	48,1	43,1	28,0	14	10	5	5	37	19	11	8
33	IAC.100 x Argomulyo-10-KP-33-88	48,6	56,8	46,0	28,4	13	10	6	5	36	22	11	7
34	IAC.100/Burangrang -10-KP-34-92	64,6	62,7	52,9	34,6	20	15	9	8	59	32	14	12
35	IAC.100 x Kaba-10-KP-35-94	40,0	44,6	44,0	28,3	14	12	7	5	42	28	15	9
36	IAC.100/Burangrang x Ijen-10-KP-36-98	57,2	41,3	45,7	26,8	17	9	7	6	61	22	12	10
37	IAC.100 x Malabar-10-KP-37-104	46,3	48,0	48,4	28,2	13	12	7	7	45	33	17	15
38	Argomulyo x Pangrango-10-KP-38-107	65,4	68,1	51,9	39,0	13	10	6	6	41	20	12	8
39	Argomulyo x IAC.100-10-KP-39-113	75,1	59,3	58,0	35,7	16	10	8	7	48	26	18	12
40	Argomulyo x IAC.100-10-KP-40-120	61,0	67,3	60,9	38,2	20	11	10	7	57	27	21	12
41	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-1-2	47,8	48,1	47,0	29,8	16	11	6	5	48	30	13	8
42	Grobogan	48,7	56,2	51,6	38,3	13	8	6	5	30	21	10	8
43	Pangrango	72,8	76,2	65,3	44,7	26	17	10	9	75	42	20	15
44	Argomulyo	57,9	59,7	52,3	35,0	15	11	8	6	37	25	17	8
45	Malabar	60,6	60,7	52,0	36,2	21	14	8	7	58	29	17	12
Rata-rata		44,7	48,1	44,0	29,4	16 a	11 b	7 c	6 c	47	26	15	10
LSD 5% (Interaksi galur x lingkungan)		8,16									3,35		

Keterangan : Kode nomer sama di Tabel 1, L1: optimal, L2 : di bawah paranet hitam, L3: di bawah tegakan tanaman jagung, dan L4: di bawah tegakan tanaman ubikayu.

Tabel 4. Bobot 100 biji dan berat bii (t/ha) galur-galur kedelai di lingkungan berbeda, MT 2010.

No.	Pedigree	Bobot biji (g/100 biji), di lingkungan				Berat biji (t/ha), di lingkungan			
		L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
1	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-1-2	10,73	10,28	9,11	12,38	2,15	1,28	0,43	0,36
2	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-2-3	11,86	10,82	9,00	12,85	2,94	1,50	0,43	0,46
3	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-3-9	11,46	10,87	10,31	12,37	2,13	1,37	0,39	0,37
4	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-4-13	12,24	11,41	10,15	13,07	1,97	1,45	0,30	0,29
5	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-5-14	10,42	10,83	9,35	11,85	1,81	1,26	0,38	0,36
6	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-6-16	10,63	11,03	9,91	12,53	1,96	1,17	0,32	0,33
7	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-7-17	10,90	10,69	9,62	12,16	1,82	1,31	0,45	0,41
8	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-8-19	11,26	9,82	9,31	12,23	2,12	1,60	0,39	0,36
9	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-9-22	11,49	11,73	9,62	12,59	2,27	1,52	0,42	0,34
10	IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-10-23	10,95	10,77	9,38	12,19	2,16	1,51	0,43	0,34
11	Kaba x IAC.100/Burangrang-10-KP-11-25	9,97	10,38	8,78	11,13	1,99	1,08	0,35	0,27
12	IAC.100 x ljen-10-KP-12-27	12,26	10,48	8,49	12,60	2,59	1,66	0,36	0,33
13	IAC.100 x ljen-10-KP-13-28	10,68	10,30	8,19	11,35	2,64	1,15	0,40	0,53
14	IAC.100 x Tanggamus-10-KP-14-33	9,04	8,86	7,65	10,68	1,84	1,13	0,25	0,32
15	IAC.100 x Tanggamus-10-KP-15-34	8,96	9,61	7,53	10,27	1,54	1,23	0,29	0,40
16	IAC.100 x Malabar-10-KP-16-39	13,42	13,69	11,35	13,95	2,26	1,59	0,35	0,37
17	Malabar x IAC.100-10-KP-17-41	10,41	9,16	8,63	11,23	1,15	1,32	0,30	0,39
18	Malabar x IAC.100-10-KP-18-42	10,25	10,12	8,26	11,94	1,71	1,31	0,34	0,41
19	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-19-46	10,64	9,43	8,28	12,94	1,71	1,04	0,36	0,51
20	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-20-49	10,87	11,89	9,18	13,74	1,81	1,39	0,43	0,39
21	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-21-50	11,37	10,79	9,38	11,65	2,41	1,43	0,38	0,23
22	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-22-51	11,34	11,07	9,20	12,04	2,25	1,24	0,40	0,26
23	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-23-52	11,79	12,07	10,78	12,18	1,95	1,32	0,30	0,21
24	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-24-54	10,82	11,11	8,89	11,46	1,83	1,29	0,35	0,38
25	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-25-63	12,45	10,83	9,23	10,83	1,98	1,15	0,30	0,26
26	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-26-64	11,39	10,27	8,65	12,84	2,11	1,18	0,45	0,39
27	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-27-67	10,90	10,44	9,54	12,86	1,89	1,65	0,33	0,45
28	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-28-68	11,88	10,68	10,88	12,81	2,15	1,51	0,27	0,37
29	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-29-72	10,93	10,31	8,86	12,82	2,02	1,39	0,35	0,46
30	IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-30-75	11,70	12,39	9,37	13,88	2,31	1,88	0,37	0,48
31	Argomulyo x IAC.100-10-KP-31-83	15,80	13,98	10,85	11,90	2,45	1,33	0,41	0,28
32	IAC.100 x Argomulyo-10-KP-32-87	12,56	12,70	12,14	13,11	1,73	1,10	0,35	0,23
33	IAC.100 x Argomulyo-10-KP-33-88	12,58	13,22	12,02	13,36	1,73	1,32	0,39	0,24

Tabel 4. (lanjutan)

34	IAC.100/Burangrang -10-KP-34-92	11,02	9,28	7,84	10,89	2,32	1,33	0,29	0,48
35	IAC.100 x Kaba-10-KP-35-94	9,69	8,93	7,88	10,31	1,48	1,04	0,29	0,26
36	IAC.100/Burangrang x Ijen-10-KP-36-98	11,67	10,69	8,49	11,22	2,56	1,49	0,37	0,34
37	IAC.100 x Malabar-10-KP-37-104	10,62	9,06	7,62	10,27	2,12	1,18	0,25	0,38
38	Argomulyo x Pangrango-10-KP-38-107	14,31	11,79	9,85	12,96	2,02	1,03	0,24	0,51
39	Argomulyo x IAC.100-10-KP-39-113	13,94	12,27	10,94	12,29	2,46	1,27	0,34	0,41
40	Argomulyo x IAC.100-10-KP-40-120	15,84	12,51	11,17	13,72	2,89	1,50	0,39	0,57
41	IAC 100/Burangrang	12,09	10,65	9,01	10,86	2,31	1,21	0,31	0,21
42	Grobogan	22,74	17,89	13,32	15,80	2,79	1,10	0,42	0,28
43	Pangrango	8,20	8,30	6,94	9,61	2,75	1,62	0,31	0,31
44	Argomulyo	13,74	11,52	9,06	13,75	2,51	1,42	0,22	0,42
45	Malabar	11,73	11,17	8,09	11,42	2,37	1,14	0,40	0,36
Rata-rata		11,77	11,02	9,38	12,20	2,13	1,33	0,35	0,36
LSD 5% (Interaksi galur x lingkungan)		1,47						0,31	

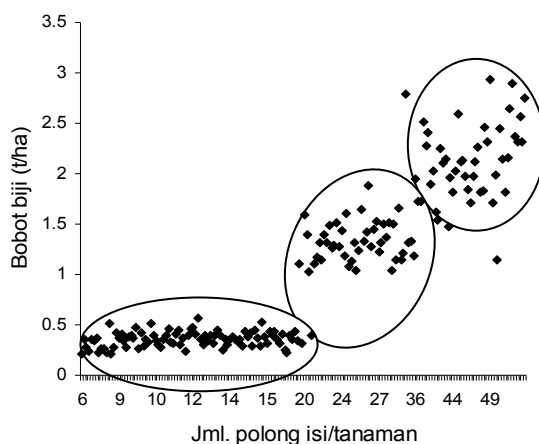
Keterangan : L1: optimal, L2 : di bawah paranet hitam, L3: di bawah tegakan tanaman jagung, dan L4: di bawah tegakan tanaman ubikayu.

Produktivitas hasil biji kedelai di bawah tegakan tanaman jagung dan ubikayu lebih rendah dibandingkan dengan lingkungan naungan pada paranet hitam, karena penerimaan cahaya harian oleh tanaman kedelai di bawah paranet hitam selama pertumbuhan relatif konstan. Keadaan ini berbeda dengan penerimaan cahaya harian di bawah tegakan tanaman jagung/ubikayu, keadaan tajuk selalu berubah sejalan dengan fase pertumbuhan tanaman maupun kanopi daun yang disebabkan oleh faktor lain seperti angin (Braconnier 1998).

Hasil biji kedelai di bawah tanaman ubikayu relatif rendah, rata-rata 0,17 t/ha, karena dipengaruhi oleh waktu tanam kedelai (Mbah *et al.* 2008). Kedelai yang ditanam 2 atau 4 minggu sebelum tanam ubikayu memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan yang ditanam 2–4 minggu setelah tanam ubikayu. Kedelai yang ditanam 2 atau 4 minggu setelah tanam ubikayu, mengalami keterlambatan pengisian biji dan periode pengisian biji juga singkat karena adanya persaingan dalam mendapatkan sumber energi untuk pertumbuhannya (Mbah *et al.* 2008).

Hasil biji yang dicapai masing-masing galur kedelai dipengaruhi oleh interaksi antara galur dengan lingkungan. Di lingkungan tanpa naungan terdapat dua galur yang menunjukkan hasil biji lebih tinggi daripada varietas pembanding, yaitu IAC100/Burangrang x Kaba-10-KP-2-3) dan Argomulyo x IAC 100-10-KP-40-120. Di lingkungan L2 terdapat tiga galur yang memberikan hasil lebih tinggi dari varietas pembanding, yaitu IAC.100 x Ijen-10-KP-12-27, IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-27-67, dan IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-30-75. Di lingkungan L3, galur yang memberikan hasil lebih tinggi dari varietas pembanding adalah IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-1-2, IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-2-3, IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-20-49, dan IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-26-64. Di lingkungan L4, galur yang memberikan hasil lebih tinggi dari varietas pembanding adalah IAC.100/Burangrang x Kaba-10-KP-2-3, IAC.100 x Ijen-10-KP-13-28, IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-19-46, IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-27-67, IAC.100/ Burangrang x Malabar-10-KP-29-72, IAC.100/Burangrang x Malabar-10-KP-30-75, IAC.100/Burangrang -10-KP-34-92, Argomulyo x Pangrango-10-KP-38-107, dan Argomulyo x IAC.100-10-KP-40-120. Galur IAC.100/Burangrang x Kaba-10-KP-2-3 dan Argomulyo x IAC.100-10-KP-40-120 memiliki hasil lebih tinggi di empat lingkungan daripada varietas pembanding Pangrango dan Argomulyo.

Galur IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-2-3 memiliki umur berbunga sama atau lebih panjang, umur masak juga lebih panjang, jumlah polong isi, buku subur dan hasil biji lebih tinggi, dan tanaman lebih pendek. Galur Argomulyo x IAC.100-10-KP-40-120 memiliki umur berbunga sama atau lebih pendek, umur masak juga lebih pendek, jumlah polong isi, buku subur, tinggi tanaman, dan hasil biji lebih tinggi dari rata-rata. Kualitas dan kuantitas biji kedelai yang ditanam dalam sistem tumpangsari dengan jagung atau ubikayu dipengaruhi oleh lingkungan iklim mikro dan kondisi iklim makro pada waktu tanam dan panen (Adeniyana dan Ayoola 2007). Udealor (2002) melaporkan bahwa pengaruh naungan yang diakibatkan oleh tumpangsari ubikayu dengan tanaman kacang-kacangan menurunkan hasil biji kacang-kacangan. Hasil biji kedelai yang ditumpangsarikan dengan jagung berkurang 46–59% (Prasad & Brook 2005; Mouneke *et al.* 2007).



Gambar 2. Sebaran bobot biji (t/ha) berdasarkan jumlah polong isi/tanaman.

Gambar 2 mengilustrasikan bahwa jumlah polong isi menentukan hasil biji yang dicapai. Hal ini dibuktikan oleh hasil analisis korelasi antara bobot biji per satuan luas dengan jumlah polong isi per tanaman yang menunjukkan korelasi positif nyata dengan nilai koefisien korelasi (r) 0,91**. Untuk mendapatkan hasil biji 0,5 t/ha diperlukan jumlah polong isi sekitar 20 polong/tanaman, dan untuk mencapai hasil biji 1,0–1,5 t/ha diperlukan jumlah polong isi 30–35 polong/tanaman, dan untuk hasil biji di atas 1,5 t/ha memerlukan jumlah polong isi lebih dari 40 polong/tanaman.

KESIMPULAN

1. Penerimaan cahaya oleh tanaman kedelai berbeda pada masing-masing lingkungan. Penerimaan cahaya minimum di bawah tegakan tanaman jagung terjadi pada saat tanaman jagung berumur 70 hari, di bawah tegakan tanaman ubikayu terjadi pada saat tanaman ubikayu berumur 84 hari, dan di bawah paranet hitam relatif stabil, berkisar antara 40–60%.
2. Hasil biji kedelai yang dicapai di bawah tegakan tanaman jagung rata-rata 0,35 t/ha, di bawah tegakan tanaman ubikayu 0,36 t/ha, di bawah paranet hitam 1,33 t/ha, dan di lingkungan optimum 2,13 t/ha.
3. Galur IAC.100/Burangrang x kaba-10-KP-2-3 dan Argomulyo x IAC.100-10-KP-40-120 merupakan galur yang memberikan hasil konsisten pada empat lingkungan pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeniyon ON, Ayoola OT. 2007. Evaluation of four improved soybean varieties under different planting date in relayed cropping system with maize under soybean/maize/cassava intercrop. *Afr. J. Biotech.* 6(9): 2220–2224. <http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/viewFile/58008/46373> (2 Juni 2011).
- Asadi B, Arsyad DM, Zahara H, Darmiyati. 1997. Pemuliaan kedelai untuk toleran naungan dan tumpangsari. *Buletin Agro Biop.* 1(2):15–20.

- Board J. 2000. Light interception efficiency and light quality affect yield compensation of soybean at low plant population. *Crop Sci.* 40:1285–1294.
- Board JE, Harvill BG. 1996. Growth dynamics during the vegetative period affects yield of narrow rows, late-planted soybean. *Agron. Journal.* 72:153–156.
- BPS. 2010. Statistik Indonesia : Statistical yearbook of Indonesia 2010. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. <http://www.bps.go.id/aboutus.php?pub=1&pubs=45> (3 Juni 2011).
- Braconnier S. 1998. Maize-coconut intercropping: Effects of shade and root competition on maize growth and yield. *Agronomie* 18:373–382.
- Chen H, Sun Z, Yang S, Li C. 2003. Effect of shading on major characters of soybean and preliminary study on the identification method of soybean shade endurance. *Chinese J. Oil Crop Sci.* 25:78–82. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTTotal-ZGYW200304017.htm (2 Juni 2011).
- Cober ER, Voldeng HD. 2001. Low R:ER light quality delays flowering of E7E7 soybean lines. *Crop Sci.* 41:1823–1826.
- Emuh FN. 2007. Economic yield and sustainability of maize crop (*zea mays* L.) in associate with cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp) and Egusi-melon (*Citrullus lunatus* (Thumb) mansf) in South Western Nigeria. *J. Agron.* 6:157–161.
- Hegstad JM, Bollero G, Nickell CD. 1999. Potential of using plant row yield trials to predict Soybean yield. *Crop Sci.* 39: 1671–1675.
- Jiang H, Egli DB. 1995. Soybean seed number and crop growth rate during flowering. *Agron. J.* 87:264–267.
- Kurosaki H, Yumoto S. 2003. Effects of low temperature and shading during flowering on the yield components in soybeans. *Plant Production Science.* 6(1):17–23. <http://libnts.avrdc.org.tw/scripts/minisa.dll/144/.../SISN+40921?> (1 Juni 2011).
- Li C, et al. 2009. Crop diversity for yield increase. *PLoS One.* 4:e8049-e8049. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19956624> (1 Juni 2011).
- Li CY, Sun ZD, Chen HZ, Yang SZ. 2006. Influence of shading stress during different growth stage on yield and main characters of soybean. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences.* 19:265–269. <http://journals.uzpi.cz/publicFiles/25245.pdf> (1 Juni 2011).
- Liu B, et al. 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.
- Mathew JP, Herbert SJ, Shuhuan Z, Rautenkranz AAF, Litchfield GV. 2000. Differential response of soybean yield components to the timing of light enrichment. *Agronomy Journal.* 92:1156–1161. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=817140> (3 Juni 2011).
- Mbah EU, Muoneke CO, Okpara DA. 2008. Evaluation of cassava (*Manihot esculenta* (Crantz)) planting methods and soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) sowing dates on the yield performance of the component species in cassava/soybean intercrop under the humid tropical lowlands of Southeastern Nigeria. *Afr.J.Biotech.* 8(1):042–047. <http://www.academicjournals.org/AJB>. (25 April 2011).
- Mouneke CO, Ogwuche MAO, Kalu BA. 2007. Effect of maize planting density on the performance of maize/soybean intercropping system in a guinea savannah agroecosystem. *African J. of Agric. Res.* 2(12):667–677. <http://www.academicjournals.org/AJB> (30 Mei 2011).

- Prasad RB, Brook RM. 2005. Effect of varying maize densities on intercropped maize and soybean in Nepal. *Experimental Agriculture*. 41: 365–382. <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=318887> (1 Juni 2011).
- Sitompul SM. 2002. Radiasi dalam sistem agroforestri. Dalam Wanulcas. Model simulasi untuk sistem agroforestri. ICRAF. 79–102.
- Sitompul SM. 2003. Potensi produksi dan pengembangan teknologi kedelai dan jagung dalam sistem agroforestri. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Univ Brawijaya. Malang.
- Sumarno. 2011. Pemahaman produktivitas kedelai dalam rangka merancang program swasembada. Seminar dua mingguan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 24 Maret 2011.
- Udealor A. 2002. Studies on the growth yield, organic matter turnover and soil nutrient changes in cassava (*Manihot esculenta* Crantz)/vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) mixtures. PhD. Thesis. University of Nigeria. Nsukka. Nigeria. <http://www.unn.edu.ng/home/index.php/Agriculture> (2 Juni 2011)
- Wang Z, Yang W. 2007. New soybean planting system in South China hilly ground. *Crop Res*. 34: 35–38.
- Wu Q, Wang Z, Yang W. 2007. Seedling shading effects morphogenesis and substance accumulation of stem in soybean. *Soybean Sci*. 26:05–210. http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-DDKX200706014.htm (3 Juni 2011).