Adaptasi Empat Genotip Kedelai (*Glycine max* (L) Merril) pada Pertanaman Tumpangsari dengan Jagung

Adaptation of Four Soybean Genotypes (*Glycine max* (L) Merril) *in Intercropping Planting with Corn*

Yulia Alia dan Nerty Soverda
Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jambi

email: yulia_alia@unja.ac.id

ABSTRACT

One of the effort to increase production of food crops, especially soybeans as a crop-stream is crop modification to assembly of shade-tolerant cultivar. This study aims to evaluate the adaptation of four selected soybeans genotypes for shade tolerance in some patterns of intercropping with maize and to obtain soybean genotypes which can adapt to intercropping patterns between soybean and corn. A field experiment was conducted at the Teaching and Research Farm of Faculty of Agriculture, Jambi University in December 2015 - March 2016. The soil type was ultisol and the altitude was about 35 meters above sea level. The experiment was designed in a Randomized Block Design with 2 factors, the first factor is the genotype, consisted of g1 = ptxpdm-5-196-4-3 (MDL-01), g2 = ptxpdm-5-196-9-3 (MDL-02), g3 = ptxpdm-5-196-9-11 (MDL-03) and g4 = ptxpdm-5-196-9-12 (MDL-04), the second factor was the intercrop patterns, which consisted p1 = 1: 1, p2 = 2: 1, and p3 = 3: 1 where each combination treatment was repeated twice so there were 24 experimental plots. Data was analyzed with Analysis of Varians (Anova) then continued with Duncan Multiple on the level of α = 5%. The results show that the total number of pods and number of pithy pods per plant of soybean genotypes tested depend on the cropping patterns. Soybean genotypes tested show significantly different in plant height and yield. Cropping patterns significantly affect the weight of 100 seeds and soybean yields. Ptxpdm-5-196-4-3 (MDL-01) genotype adapted well to the pattern of 2: 1, whereas genotype ptxpdm-5-196-9-3 (MDL-02), ptxpdm-5-196-9-11 (MDL-03), and genotype ptxpdm-5-196-9- 12 (MDL-03) adapted to the pattern of 3: 1.

Keywords : adaptation, genotype, soybean, intercropping

ABSTRAK

Salah satu upaya untuk peningkatan produksi tanaman pangan khususnya kedelai sebagai tanaman sela adalah dengan perakitan kultivar yang toleran terhadap naungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi adaptasi empat genotip kedelai hasil seleksi untuk sifat toleran naungan pada beberapa pola tumpangsari dengan jagung serta untuk mendapatkan genotip-genotip kedelai yang beradaptasi baik pada pola tumpangsari antara kedelai dan jagung. Percobaan lapang dilaksanakan di *Teaching and Research Farm* Fakultas Pertanian Universitas Jambi dengan jenis tanah ultisol dan ketinggian tempat $\pm$ 35 meter dpl pada bulan Desember 2015-Maret 2016. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Pola Faktorial 2 faktor, faktor pertama adalah genotip, yang terdiri dari g_1= ptxpdm-5–196–4–3 (MDL-01), g_2= ptxpdm-5–196–9–3 (MDL-02), g_3= ptxpdm-5–196–9–11

(MDL-03) dan g_4= ptxpdm=5–196–9–12 (MDL-04), faktor kedua adalah pola tumpang sari, yang terdiri p_1=1:1, p_2=2:1, dan p_3=3:1 Masing-masing kombinasi perlakuan diulang dua kali sehingga terdapat 24 petak percobaan. Data hasil pengamatan dianalisis dengan Sidik Ragam kemudian dilanjutkan dengan DMRT pada taraf α = 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah polong total per tanaman dan jumlah polong berisi per tanaman genotip-genotip kedelai yang diuji bergantung kepada pola tanam. Genotip-genotip kedelai yang diuji berbeda nyata dalam tinggi tanaman dan hasil. Pola tanam berpengaruh nyata terhadap bobot 100 biji dan hasil kedelai. Genotip ptxpdm-5-196-4-3 (MDL-01) beradaptasi baik pada pola 2:1, sedangkan genotip ptxpdm-5-196-9-3 (MDL-02), ptxpdm-5-196-9-11 (MDL-03), dan genotip ptxpdm-5-196-9-12 (MDL-04) beradaptasi baik pada pola 3:1.

Kata kunci : adaptasi, genotip, kedelai, tumpangsari

PENDAHULUAN

Salah satu upaya untuk peningkatan produksi tanaman pangan khususnya kedelai sebagai tanaman sela adalah dengan perakitan kultivar yang toleran terhadap naungan. Efek penaungan merupakan konsekuensi dari penanaman kedelai sebagai tanaman di bawah tegakan tanaman perkebunan atau penanaman tumpang sari dengan tanaman pangan lainnya.

Naungan dapat mengakibatkan perubahan intensitas cahaya matahari yang diterima tanaman sela, sehingga akan mempengaruhi berbagai aktivitas tanaman. Rata-rata intensitas cahaya berkurang 25-50% di bawah tegakan karet berumur 2-3 tahun (Chozin *et al*. 1999), sedangkan pada tumpangsari dengan jagung berkurang 33% (Asadi *et al*. 1997) dari rata-rata intensitas cahaya di lingkungan terbuka 800 kal/cm2/hari (Kisman, *et al*., 2007).

Cahaya yang diterima tanaman merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi hasil kedelai (Jomol *et al*. 2000). Williams *et al.* (1976) dan Baharsyah *et al*. (1985) menjelaskan bahwa cahaya matahari berperan penting dalam proses fotosintesis, respirasi, pertumbuhan dan perkembangan, pembukaan dan penutupan stomata, berbagai pergerakan tanaman dan perkecambahan. Berkurangnya cahaya yang diterima oleh tanaman menyebabkan batang tanaman menjadi lebih tinggi karena tanaman mengalami etiolasi (Uchimiya, 2001), juga menyebabkan penurunan bobot biji per tanaman, dan bobot 100 biji per tanaman (Susanto dan Sundari, 2011).

Pada kondisi tersebut, tanaman memerlukan sifat adaptasi tertentu untuk mampu tumbuh dan berproduksi dengan baik. Penanaman varietas kedelai yang tahan cekaman naungan diharapkan menjadi cara yang lebih efisien untuk mencegah penurunan hasil biji di lingkungan ternaungi.

Laboratorium Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Unja memiliki koleksi 4 genotip kedelai yang telah diseleksi untuk sifat toleran naungan, batang pendek, dan biji besar (Soverda *et al*., 2013; Alia dan Achnopha, 2014). Genotip-genotip ini merupakan generasi keenam dari hasil persilangan antara Varietas Petek X Panderman. Belum terdapat informasi tentang adaptasi genotip-genotip ini pada pertanaman tumpang sari.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi adaptasi empat genotip kedelai pada beberapa pola tumpangsari dengan jagung serta untuk mendapatkan genotip-genotip kedelai yang beradaptasi baik pada pola tumpangsari antara kedelai dan jagung.

BAHAN DAN METODE

Empat genotip kedelai hasil seleksi untuk toleransi naungan diuji pada beberapa pola tumpang sari dengan jagung di *Teaching and Research Farm* Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Desa Mendalo Indah, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi yang memiliki jenis tanah ultisol dengan ketinggian tempat ± 35 m dpl. Percobaan lapang dilaksanakan mulai Desember 2015 sampai dengan Maret 2016.

Genotip kedelai terdiri dari g_1=ptxpdm-5–196–4–3 (MDL-01), g_2=ptxpdm-5–196–9–3 (MDL-02), g_3=ptxpdm-5–196–9–11 (MDL-03), g_4=ptxpdm-5–196–9–12 (MDL-04) yang diuji pada empat pola tumpangsari yaitu p1=pola 1:1 (1 baris kedelai:1baris jagung), p2 =pola 2:1 (2 baris kedelai:1 baris jagung), p3=pola 3:1 (3 baris kedelai : 1 baris jagung) dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Pola Faktorial. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak dua kali sehingga terdapat 24 petak percobaan yang masing-masing berukuran 3,6 x 2 m^2. Penanaman kedelai dan jagung dilakukan bersamaan dua minggu setelah pengolahan lahan dengan jarak tanam kedelai 40 cm x 40 cm dan jarak tanam jagung pola 1:1 adalah 80 cm x 40 cm, pola 1:2 adalah 120 cm x 40 cm dan pola 1:3 adalah 160 cm x 40 cm.

Pemupukan dilakukan secara larikan dengan dosis 200 kg/ha urea, 150 kg/ha SP-36, dan 100 kg/ha KCl yang diberikan pada saat tanam kecuali urea yang diberikan dua kali, 1/3 bagian pada saat tanam dan 2/3 bagian pada umur 4 minggu setelah tanam. Penyiraman dilakukan jika tidak turun hujan, penyiangan dilakukan pada umur 35 dan 60 hari setelah tanam. Pengendalian hama penyakit menggunakan insektisida berbahan aktif profenofos (Curacron 500 EC) dan fungisida berbahan aktif mankozeb 80 % (Dithane M-45) dengan konsentrasi 2 $ml.L^{-1}$ yang dilakukan satu minggu sekali sampai dengan 2 minggu sebelum panen. Pengamatan dilakukan terhadap 4 tanaman sampel yang meliputi tinggi tanaman, jumlah polong per tanaman, jumlah polong berisi per tanaman, bobot 100 biji, dan hasil. Data hasil pengamatan terlebih dahulu diuji dengan Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov, data yang menyebar normal kemudian dianalisis dengan menggunakan Sidik Ragam pada taraf α 5% yang dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test (DMRT*) pada taraf α 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jumlah polong per tanaman dan jumlah polong berisi per tanaman dipengaruhi oleh genotip, pola tanam, dan interaksi antara genotip dan pola tanam, tinggi tanaman hanya dipengaruhi oleh genotip, bobot 100 biji hanya dipengaruhi oleh pola tanam, sedangkan hasil dipengaruhi oleh genotip dan pola tanam (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil analisis ragam karakter-karakter yang diamati

Karakter	Kuadrat tengah genotip (g)	Kuadrat tengah pola tanam (p)	Kuadrat tengah interaksi (gxp)
Tinggi tanaman	21.05 **	4.20 ns	3.50 ns
Jumlah polong per tanaman	1166.86 **	1566.09 **	428.50 *
Jumlah polong berisi per tanaman	769.90 **	1041.95 **	342.62 *
Bobot 100 biji	0.58 ns	9.24 **	0.63 ns
Hasil	0.03 **	0.13 **	0.01 ns

Keterangan : * = nyata (p<0.05); ** = sangat nyata (p<0.01); ns = tidak nyata

Berdasarkan hasil analisis ragam terlihat bahwa karakter tinggi tanaman tidak dipengaruhi oleh pola tanam dan interaksi antara genotip dengan pola tumpangsari namun dipengaruhi oleh genotip. Hal ini menunjukkan bahwa keempat genotip yang diuji memberikan respon tinggi tanaman yang sama pada semua pola tanam tumpang sari. Perbedaan tinggi tanaman yang nyata terlihat antara genotip ptxpdm-5–196–4–3 (MDL-01) dengan tiga genotip lainnya (Tabel 2.) Diduga hal ini terjadi karena keempat genotip yang diuji telah diseleksi pada tingkat naungan 50% untuk karakter tinggi tanaman, sehingga perbedaan intensitas cahaya pada pola tumpang sari 1:1, 2:1, dan 3:1 tidak lagi terlalu mempengaruhi tinggi tanaman. Rata-rata tinggi tanaman antara keempat genotip yang diuji berkisar antar 27,96 -32,11 cm. Tinggi tanaman ini berbeda cukup jauh dengan tetua dari keempat genotip ini yaitu Varietas Petek yang berdasarkan deskripsinya mempunyai tinggi tanaman rata-rata 40 cm dan Panderman dengan tinggi tanaman 44 cm (Balitkabi, 2015) pada kondisi tanpa naungan. Dengan tinggi tanaman berkisar antara 27,96-32,11 cm ini diduga genotip-genotip yang diuji akan toleran terhadap kerebahan yang merupakan salah satu faktor penyebab turunnya hasil biji tanaman pada lingkungan ternaungi. Peningkatan tinggi tanaman akibat etiolasi adalah salah satu pengaruh naungan terhadap morfologi tanaman (Uchimiya, 2001). Peningkatan tinggi tanaman ini mengakibatkan tanaman mudah rebah sehingga dapat menurunkan hasil biji (Susanto dan Sundari, 2011; Wijaya, 2015). Ukuran batang yang pendek akan menyebabkan genotip-genotip ini cukup adaptif pada kondisi ternaung.

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman kedelai menurut perlakuan genotip dan pola tumpangsari

Genotip	Pola tumpangsari			Rata-rata
	1 : 1	2 : 1	3 : 1	
	- - - - - - - - cm- - - - - - - - -			
ptxpdm-5–196–4–3(MDL-01)	31.40	34,28	30,65	32,11 (a)
ptxpdm-5–196–9–3(MDL-02)	26.95	27,70	29,70	27,96 (b)
ptxpdm-5–196–9–11(MDL-03)	28.66	30.4	30,25	29,77 (b)
ptxpdm-5–196–9–12(MDL-04)	28.60	28,53	27,95	28,36 (b)
Rata-rata	28.79 (A)	30,23 (A)	29,63 (A)	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan huruf besar yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Duncan α = 5 %.

Analisis ragam menunjukkan bahwa jumlah polong per tanaman dan jumlah polong berisi per tanaman di pengaruhi oleh genotip, pola tanam, dan interaksi antara keduanya. Hal ini berarti bahwa jumlah polong dan jumlah polong berisi per tanaman setiap genotip yang diuji bergantung pada pola tanam. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Sundari (2012) yang mendapatkan bahwa terdapat interaksi antara lingkungan naungan dengan varietas.

Genotip ptxpdm-5–196–4–3 (MDL-01) konsisten memberikan jumlah polong tertinggi dan jumlah polong berisi tertinggi pada pola tumpangsari 2:1 sementara genotip ptxpdm-5–196–9–11 (MDL-03) konsisten. Genotip ptxpdm-5–196–9–12 (MDL-04) menunjukkan jumlah polong dan jumlah polong berisi yang sama pada semua pola tanam. Inkonsistensi terlihat pada genotip ptxpdm-5–196–9–3 (MDL-02), di mana untuk karakter jumlah polong per tanaman genotip ini memberikan nilai yang sama pada semua pola tumpangsari namun untuk karakter jumlah polong berisi genotip ini memberikan nilai yang nyata lebih rendah pada pola tumpangsari 1:1 dibandingkan dua pola tumpangsari lainnya lainnya (Tabel 3 dan Tabel 4).

Tabel 3. Rata-rata jumlah polong per tanaman menurut perlakuan genotip dan pola tumpangsari

Genotip	Pola tumpangsari		
	1 : 1	2 : 1	3 : 1
	- - - - - - - polong - - - - - - - - -		
ptxpdm-5–196–4–3(MDL-01)	52,75 (a) (C)	113,94 (a) (A)	82,57 (a) (B)
ptxpdm-5–196–9–3(MDL-02)	64,93 (a) (A)	85,95 (b) (A)	84,72 (a) (A)
ptxpdm-5–196–9–11(MDL-03)	50,19 (a) (B)	65,37 (bc) (AB)	85,86 (a) (A)
ptxpdm-5–196–9–12(MDL-04)	48,1 (a) (A)	49,22 (c) (A)	58,08 (b) (A)

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan huruf besar yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Duncan α = 5 %.

Diduga hal ini disebabkan oleh banyaknya polong yang hampa akibat berkurangnya pembentukan karbohidrat pada penaungan pola tumpangsari 1:1. Chaturdevi *et al*. (1994) dalam Pantilu *et al*. (2012) menyatakan bahwa peningkatan gabah hampa pada padi disebabkan oleh menurunnya karbohidrat yang terbentuk akibat intensitas cahaya rendah pada saat pembungaan. Respons serupa juga berikan oleh genotip ptxpdm-5–196–9–11(MDL-03) yang menunjukkan jumlah polong per tanaman yang sama pada pola tumpangsari 2:1 dan 3:1, namun pada karakter jumlah polong berisi, nilai yang diberikan pada pola 2:1 menjadi nyata lebih rendah dibandingkan pada pola 3:1.

Tabel 4. Rata-rata jumlah polong berisi pertanaman menurut perlakuan genotip dan pola tumpangsari

Genotip	Pola tumpangsari		
	1 : 1	2 : 1	3 : 1
	- - - - - - - - polong - - - - - - - - -		
ptxpdm-5–196–4–3(MDL-01)	40,64 (a)	94,10 (a)	66,58 (a)
	(C)	(A)	(B)
ptxpdm-5–196–9–3(MDL-02)	54,20 (a)	73,75 (b)	72,75 (a)
	(B)	(A)	(A)
ptxpdm-5–196–9–11(MDL-03)	43,93 (a)	50.62 (c)	70,66 (a)
	(B)	(B)	(A)
ptxpdm-5–196–9–12(MDL-04)	41,40 (a)	46,02 (c)	42,66 (b)
	(A)	(A)	(A)

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan huruf besar yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Duncan α = 5 %.

Analisis ragam menunjukkan bahwa bobot 100 biji dipengaruhi oleh pola tumpangsari, namun tidak dipengaruhi oleh genotip dan interaksi antara pola tumpangsari dan genotip. Hal ini berarti tidak terdapat perbedaan bobot 100 biji antara genotip-genotip yang diuji. Diduga hal ini terjadi karena keempat genotip yang diuji merupakan hasil seleksi untuk kriteria biji besar dari persilangan antara Varietas Petek yang berbiji kecil (8,3 gram per 100 biji) dan Varietas Panderman yang mempunyai ukuran biji besar (18-19 gram per 100 biji) sehingga tidak terlihat adanya keragaman antar genotip. Rata-rata bobot 100 biji dari genotip-genotip yang diuji berkisar antara 12,21-15,05 gram. Ukuran biji ini masih tergolong sedang sampai besar (Adisarwanto, 2007), dan masih lebih besar jika dibandingkan dengan Varietas Petek yang merupakan salah satu tetuanya. Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan ternaung pada pertanaman tumpangsari tidak menyebabkan genotip-genotip yang diuji mengalami penurunan bobot 100 biji yang berarti, dengan kata lain genotip-genotip ini masih toleran pada penaungan yang diakibatkan sistem pertanaman tumpang sari. Soverda, *et al*., (2009) menyatakan bahwa genotip-genotip yang toleran tidak mengalami penurunan ukuran biji yang signifikan pada kondisi naungan.

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa bobot 100 biji tertinggi didapat pada pola tumpang sari 3:1 yaitu sebesar 14,31 gram, berbeda nyata dengan bobot 100 biji pada pola 2:1 (12,91 gram) dan 1:1 (12,2 gram), diduga hal ini disebabkan oleh tingkat penaungan yang lebih rendah pada pola tumpangsari 3:1 jika dibandingkan dengan penaungan pada pola 2:1 dan 1:1. Sundari (2012) menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat naungan akan semakin rendah hasil, diduga bobot 100 biji yang merupakan salah satu komponen hasil memberikan respon yang sama terhadap perbedaan tingkat penaungan sebagaimana hasil.

Tabel 5. Rata-rata bobot 100 biji menurut perlakuan genotip dan pola tumpangsari

Genotip	Pola tumpangsari			Rata-rata
	1 : 1	2 : 1	3 : 1	
	- - - - - - - -g - - - - - - - - -			
ptxpdm-5–196–4–3(MDL-01)	11,65	13,00	14,10	12,21 (a)
ptxpdm-5–196–9–3(MDL-02)	12,20	12,55	14,80	14,80 (a)
ptxpdm-5–196–9–11(MDL-03)	12,80	12,85	15,05	15,05 (a)
ptxpdm-5–196–9–12(MDL-04)	12,15	13,25	13,30	12,90 (a)
Rata-rata	12,2 (C)	12,91 (B)	14,31 (A)	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan huruf besar yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Duncan α = 5 %.

Hasil kedelai dipengaruhi oleh genotip dan pola tumpangsari, namun tidak dipengaruhi oleh interaksi antara keduanya. Genotip MDL-01 dan MDL-02 mempunyai rata-rata hasil yang nyata lebih tinggi dibandingkan genotip MDL-04. Rata-rata hasil pada pola tumpangsari 2:1 dan 3:1 nyata lebih tinggi dibandingkan pada pola 1:1 (Tabel 6.)

Tabel 6. Rata-rata hasil kedelai menurut perlakuan genotip dan pola tumpangsari

Genotip	Pola tumpangsari			Rata-rata
	1 : 1	2 : 1	3 : 1	
	- - - - - - - -ton/ha - - - - - - - - -			
ptxpdm-5–196–4–3(MDL-01)	0.22	0.65	0,50	0, 45 (a)
ptxpdm-5–196–9–3(MDL-02)	0.33	0.57	0,48	0,46 (a)
ptxpdm-5–196–9–11(MDL-03)	0.26	0.40	0,49	0,38 (ab)
ptxpdm-5–196–9–12(MDL-04)	0.20	0.38	0,32	0,30 (b)
Rata-rata	0.25 (B)	0.49 (A)	0,44 (A)	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan huruf besar yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Duncan α = 5 %.

Hal ini diduga karena pada pola tumpangsari 2:1 dan 3:1 intensitas penaungan kedelai oleh tanaman jagung tidak setinggi pada pola 1:1. Menurut Wijaya *et al.* (2015) tumpangsari kedelai dengan jagung pola 3:1 akan menyebabkan cekaman yang terjadi pada kedelai di barisan tengah menjadi berkurang sehingga tanaman kedelai yang berada pada barisan tengah dapat berproduksi dengan optimal, dengan demikian dapat menutupi kekurangan hasil tanaman kedelai yang ternaungi. Rata-rata hasil kedelai setiap genotip yang diuji berkisar antara 0,3-0,46 ton per hektar. Hasil terendah terlihat pada pola tumpangsari 1:1 yaitu sebesar 0,25 ton per hektar. Diduga pola tumpangsari 1:1 memberikan lingkungan yang paling ternaungi jika dibandingkan dengan pola 2:1 dan 3:1. Sundari (2012) menyatakan bahwa hasil tanaman akan semakin rendah dengan semakin tingginya tingkat naungan.

KESIMPULAN

1. Jumlah polong total per tanaman dan jumlah polong berisi per tanaman genotip-genotip kedelai yang diuji bergantung kepada pola tanam. Genotip-genotip kedelai yang diuji berbeda nyata dalam tinggi tanaman dan hasil. Pola tanam berpengaruh nyata terhadap bobot 100 biji dan hasil kedelai.
2. Genotip ptxpdm-5-196-4-3 (MDL-01) beradaptasi baik pada pola 2:1, sedangkan genotip ptxpdm-5-196-9-3 (MDL-02), ptxpdm-5-196-9-11 (MDL-03), dan genotip ptxpdm-5-196-9-12 (MDL-04) beradaptasi baik pada pola 3:1.

DAFTAR PUSTAKA

Adisarwanto. 2007. Budidaya Kedelai Tropika. Penebar Swadaya. Jakarta.

Alia, Y. dan Y. Achnopha. 2014. Seleksi Generasi F3 Hasil Persilangan Kedelai Varietas Petek X Panderman. Laporan Hasil Penelitian. Universitas Jambi. Jambi.

Asadi, D., Arsyad, M., Zahara, H., Darmijati. 1997. Pemuliaan kedelai untuk toleran naungan dan tumpangsari. Buletin Agrobio. 1(2) : 15-20

Balitkabi. 2015. Deskripsi Varietas Unggul Kedelai 1918-2014. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.

Baharsjah JS, Suardi D, Las I. 1985. Hubungan iklim dengan pertumbuhan kedelai. Bogor (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. hlm 87-102.

Chozin, MA, Sopandie, D., Sastrosumajo S, and Sumarno. 1999. Physiology and Genetics of Upland Rice Adaptation to Shade. Final Report of Graduate Team Research Gand. URGE Project. Directorate General of Higher Education. Ministry of Education and Culture.

Jomol, P.M., S.J. Herbert, S. Zhang, A.A.F. Rautenkranz, and G.V. Litchfield. 2000. Diffrential renponse of soybean yield components to the timing of light enrichment. Agron. J. 92 : 1156-1161.

Kisman, N. Khumaida, Trikoesoemaningtyas, Sobir, dan D. Sopandie. 2007. Karakter Morfo-fisiologis daun, penciri adaptasi kedelai terhadap intensitas cahaya rendah. Bul. Agron. 35(2) : 96-102.

Pantilu, LI., FR. Mantiri, NS. Ai, D. Pandiangan. 2012. Respons morfologi dan anatomi kecambah kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merill) pada intensitas cahaya yang berbeda. Jurnal Bioslogos. 2(2) : 79-87

Soverda, N., Evita, Gusniwati. 2009. Evaluasi dan seleksi varietas kedelai terhadap naungan dan intensitas cahaya rendah. Zuriat 19 : 86-97

_____, Y. Alia., EI. Swari. 2013. Studi dan Perbaikan Sumberdaya Genetik untuk Perakitan Varietas Kedelai Toleran Naungan : Optimalisasi Pemanfaatan Lahan Tegakan di Provinsi Jambi. Laporan Hasil Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi. Universitas Jambi. Jambi.

Sundari, T. 2012. Tingkat adaptasi beberapa varietas kedelai terhadap naungan. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. 31(2) : 124-130.

Susanto, GWA. 2011. Perubahan karakter agronomi aksesi plasma nutfah kedelai di lingkungan ternaungi. J. Agron. Indonesia. 39(1) : 1-6

Uchimiya, H. 2001. Genetic engineering for abiotic stress tolerance in plants. SCOPAS. http://www.sciencecouncil.cgiar.org.

Wijaya, AA., HD.Rahayu., A. Oksifa RH., M. Rachmadi, A. Karuniawan. 2015. Penampilan karakter agronomi 16 genotip kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada pertanaman tumpangsari dengan jagung (Zea mays L.) Pola 3:1. Jurnal Agro. 2(2) : 30-40

Williams CN, Joseph KT. 1976. Climate, Soil and Crop Production in the Humid Tropes. Kuala Lumpur (KL). Oxford University Press. pp. 177.