

Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Genotipe Kedelai pada Pola Tanam Baris Tunggal dan Baris Ganda

Growth of Soybean Genotypes at The Two Rows Arrangement Patterns

Rina Artari* dan Titik Sundari

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Raya Kendalpayak. KM 8. PO Box 66 Malang 65101
*e-mail: rinaartari@gmail.com

NASKAH DITERIMA 9 JULI 2018; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 15 OKTOBER 2018

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui respons beberapa genotipe kedelai terhadap pola pengaturan baris tanaman. Percobaan dilakukan di Kebun Percobaan (KP) Kendalpayak, Malang mulai Februari hingga Juni 2017, menggunakan rancangan split plot tiga ulangan. Petak utama adalah pengaturan pola baris, yaitu B1 (baris tunggal = 40 cm × 15 cm) dan B2 (baris ganda = 60 cm × (20 cm × 15 cm)), anak petak adalah 15 genotipe kedelai, terdiri dari 12 galur, dan tiga varietas (Dena 1, Dena 2, dan Grobogan) sebagai pembanding. Pemupukan 50 kg Urea + 150 kg SP36 + 150 kg KCl/ha dilakukan pada saat tanam. Pengendalian gulma dilakukan pada umur 2-4 minggu setelah tanam (MST). Pengamatan tinggi tanaman, jumlah cabang dan daun, diameter batang, luas daun, dan indeks klorofil daun umur 3, 5, 7, dan 9 MST dilakukan secara destruktif. Pada saat panen diamati jumlah polong isi dan polong hampa, dan bobot biji per tanaman. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan respons genotipe kedelai terhadap pengaturan pola baris tanaman. Genotipe IBK/Argop-276-3, Grob/Pander-395-2, dan Grob/IT-7-2 memberikan respons positif terhadap pola baris tunggal dengan hasil biji lebih tinggi dibanding ditanam dengan baris ganda. Genotipe Grob/Pander-397-6 dan Grob/Pander-428-1 memberikan respons positif terhadap pola baris ganda, dan mampu menghasilkan biji lebih tinggi daripada ditanam baris tunggal. Genotipe Grob/IT-7-5 memberikan hasil tinggi, baik pada pola baris tunggal maupun baris ganda.

Kata kunci: baris tunggal, baris ganda, kedelai, respons

ABSTRACT

The aim of this research activity was to study the responses of selected soybean genotypes to the patterns of plant row arrangement. The experiment was conducted at Kendalpayak Research Station in Malang, from February to June 2017, using a split plot design with three replications. The main plot was the arrangement of row patterns, i.e. single row (40 cm × 15 cm) and double row 60 cm × (20 cm × 15 cm), whereas the subplot was soybean genotype, which consisted of 12 lines and three varieties (Dena 1, Dena 2, and Grobogan). Fertilization was done planting, with a combination of 50 kg of Urea, 150 kg of SP36 and 150 kg of KCl per

ha. Weed control was performed 2-4 weeks after planting (WAP). Observations were destructively done for plant height, number of branches and leaves, stem diameter, leaf area, and chlorophyll index at 3, 5, 7, and 9 WAP. During harvesting, observations were also done for the number of filled pods and unfilled pods, and seed weight per plant. The results showed that the soybean genotype response to the arrangement of crop line pattern was significantly different. Genotypes IBK/Argop-276-3, Grob/Pander-395-2, and Grob/IT-7-2 had positive responses to single row pattern with seed yields higher than double row, while Grob/Pander-397-6 and Grob/Pander-428-1 genotypes had positive responses to double row pattern. One genotype, namely Grob/IT-7-5 was able to produce high yield in both single and double row patterns.

Keywords: double row, response, single row, soybean

PENDAHULUAN

Tanaman kedelai (*Glycine max* [L.] Merr.) mempunyai kemampuan untuk beradaptasi pada cara budi daya. Kemampuan beradaptasi tersebut dikenal dengan plastisitas fenotipik (Akond *et al.* 2013; Balbinot Junior *et al.* 2015). Perkembangan dan hasil tanaman kedelai ditentukan oleh faktor lingkungan dan genetik (Lee *et al.* 2008). Faktor lingkungan yang harus dipenuhi diantaranya adalah kondisi tanah yang berkaitan dengan nutrisi, ketersediaan air, dan iklim yang sesuai. Nutrisi, air, dan cahaya merupakan faktor utama yang dipersaingkan di antara tanaman. Persaingan antar-tanaman dalam hal ini harus diminimalkan. Upaya meminimalkan persaingan intraspecies dan memaksimalkan penggunaan sumber daya lingkungan dapat dilakukan melalui pengaturan tanaman di lapangan (Walker *et al.* 2010; Bellaloui *et al.* 2015).

Pengaturan tanaman di lapangan didasarkan pada lingkungan agronomi. Setiap lingkungan agronomi yang berbeda, direkomendasikan untuk menggunakan genotipe yang berbeda. Pola pengaturan tanaman di lapangan melalui pengaturan model jarak tanam diprediksi dapat memaksimalkan lingkungan agro-

nomik. Hasil penelitian Bowers *et al.* (2000) merekomendasikan jarak baris 40 cm untuk penanaman genotipe kedelai yang berumur genjah di Amerika Serikat, dan di Mediterania Turki direkomendasikan jarak baris 60 cm (Acikgoz *et al.* 2007). Namun, hasil penelitian Worku dan Astatkie (2011) menunjukkan pengaruh interaksi antara varietas dan jarak tanam terhadap komponen hasil dan hasil adalah kecil. Artinya untuk mendapatkan hasil biji yang tinggi, varietas kedelai berumur genjah atau berumur dalam dapat ditanam pada jarak tanam dan baris yang sama (kerapatan tanaman). Hasil penelitian Burns (2011) menyatakan bahwa penanaman kedelai baris ganda memberikan hasil biji lebih banyak dibandingkan baris tunggal. Penanaman kedelai baris ganda menghasilkan lebih banyak polong per tanaman dan meningkatkan hasil panen dibandingkan baris tunggal (Bell 2005). Hal serupa juga terjadi pada tanaman jagung (Ebelhar 2010; Smith 2010). Mascagni *et al.* (2008) melaporkan bahwa dua dari tiga penelitian kedelai baris ganda di Louisiana mampu memberikan peningkatan hasil biji sebesar 12,6% dan 13,1% dibandingkan baris tunggal. Hal yang sama dilaporkan oleh Grichar (2007), bahwa dua dari empat penelitian kedelai baris ganda di sepanjang pantai Teluk Texas mampu memberikan peningkatan hasil biji rata-rata 17% dibandingkan baris tunggal. Hasil penelitian Gulluoglu *et al.* (2016) menyatakan bahwa pola tanam baris ganda dengan jarak tanam 80 cm × (25 cm × 3 cm) memberikan rata-rata hasil biji yang cukup tinggi (4,9 t/ha); hasil tersebut meningkat 24,5% dibandingkan pola tanam baris tunggal dengan jarak tanam 70 cm × 4 cm yang memberikan rata-rata hasil biji 3,94 t/ha.

Pengaturan pola baris dalam jarak tanam berperan dalam pengaturan ruang tumbuh tanaman. Pengaturan ruang tumbuh mempengaruhi distribusi populasi tanaman di lapangan, sehingga pengaturan ruang tumbuh berpotensi meningkatkan produktivitas tanaman (Board dan Kahlon 2013). Rekomendasi jarak baris untuk mengoptimalkan produksi kedelai di berbagai agroekologi adalah berbeda (Worku & Astatkie 2011). Genotipe dengan habitat pertumbuhan yang berbeda memberikan respons yang berbeda terhadap peningkatan kepadatan populasi tanaman (Gan *et al.* 2002).

Penelitian bertujuan untuk mengetahui respons genotipe kedelai terhadap pola pengaturan baris tanaman yang berbeda, yaitu baris tunggal 40 cm X 15 cm dan baris ganda 60 cm × (20 cm × 15 cm).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan (KP) Kendalpayak, Malang pada MK I (Februari-Juni) tahun 2017, dengan menggunakan rancangan split plot, tiga ulangan. Petak utama adalah pola pengaturan baris tanaman, yaitu B1 = baris tunggal dengan jarak tanam 40 cm × 15 cm dan B2 = baris ganda dengan jarak tanam 60 cm × (20 cm × 15 cm). Anak petak adalah genotipe kedelai, terdiri dari 12 galur harapan dan tiga varietas pembandingan (Dena 1, Dena 2, Grobogan). Galur-galur tersebut adalah: Grob/IT-7-7, Grob/Pander-397-6, Grob/IT-17-1, IBK/Argop-276-3, Grob/Pander-395-2, Grob/Pander-428-1, Grob/IT-7-5, Grob/IT-7-2, Grob/IAC-453-7, IBK/Grob-296-10, Grob/IT-7-3, dan Grob/IT-7-1. Setiap unit perlakuan ditanam pada plot berukuran 10,8 m² (3,6 m × 3 m). Pemupukan 50 kg Urea + 150 kg SP36 + 150 kg KCl/ha dilakukan pada saat tanam. Untuk mencegah tumbuhnya gulma secara berlebihan, pada 1-2 minggu sebelum tanam lahan disemprot dengan herbisida dosis 2 ml/l air, dan penyiangan dilakukan pada umur 2-4 minggu setelah tanam (MST). Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara intensif dengan melakukan penyemprotan setiap tujuh hari. Pengamatan dilakukan secara destruktif terhadap karakter kuantitatif, yaitu tinggi tanaman, jumlah cabang, diameter batang, jumlah daun, luas daun, dan indeks klorofil daun umur 3, 5, 7, dan 9 mst. Jumlah polong berbiji tiga, berbiji dua, jumlah polong isi dan jumlah polong hampa, bobot biji, dan bobot kulit polong per tanaman diamati pada saat panen. Pengamatan dilakukan pada lima tanaman contoh. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan MSTATC. Uji beda antara dua nilai tengah dilakukan berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan terdapat interaksi antara genotipe dan pola pengaturan tanaman terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah daun, luas daun, diameter batang, indeks klorofil, jumlah polong berbiji tiga, jumlah polong berbiji dua, jumlah polong isi, jumlah polong hampa, bobot kering biji, dan bobot kering kulit polong per tanaman (Tabel 1). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan respons antargenotipe terhadap pola pengaturan baris tanaman.

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman genotipe yang diuji di masing-masing pola baris tanaman menunjukkan perbedaan. Varietas Dena 1 pada umur 7 dan 9 MST konsisten

Tabel 1. Hasil analisis ragam beberapa karakter kuantitatif genotipe kedelai. KP Kendalpayak, MT Februari-Juni 2017

Karakter	Kuadrat tengah			
	Pola pengaturan tanaman (B)	Genotipe (G)	Interaksi (B × G)	Koef. keragaman (%)
Tinggi tanaman, 3 MST	6,400 ^{tn}	28,892**	2,305*	6,45
Tinggi tanaman, 5 MST	4,900 ^{tn}	208,235**	35,590**	3,74
Tinggi tanaman, 7 MST	0,711 ^{tn}	438,249**	66,783**	5,90
Tinggi tanaman, 9 MST	277,378*	511,949**	40,283**	3,22
Tinggi tanaman saat panen	193,600**	619,011**	27,338**	3,66
Jumlah cabang, 5 MST	4,444 ^{tn}	1,687**	0,944**	15,60
Jumlah cabang, 7 MST	0,278 ^{tn}	1,735**	0,421*	14,65
Jumlah cabang, 9 MST	1,6000 ^{tn}	1,783**	0,862**	16,65
Diameter batang, 3 MST	2,844**	0,544**	0,249*	10,14
Diameter batang, 5 MST	3,211 ^{tn}	1,386**	1,497**	10,98
Diameter batang, 7 MST	1,878 ^{tn}	1,330**	1,378**	9,84
Diameter batang, 9 MST	0,178 ^{tn}	2,206**	0,892 ^{tn}	10,60
Jumlah daun, 3 MST	0,100 ^{tn}	0,202 ^{tn}	0,420 ^{tn}	8,85
Jumlah daun, 5 MST	2,844 ^{tn}	23,106**	4,583**	9,02
Jumlah daun, 7 MST	69,344**	49,305**	12,225**	5,30
Jumlah daun, 9 MST	5,379 ^{tn}	79,429**	15,140**	5,22
Luas daun, 3 MST	37986,678**	8552,492**	3325,559**	8,50
Luas daun, 5 MST	52,900 ^{tn}	472823,878**	265787,233**	8,57
Luas daun, 7 MST	1319868,900*	1393878,368**	631258,924**	7,28
Luas daun, 9 MST	106364,844 ^{tn}	1820241,662**	672690,011**	4,89
Indeks klorofil, 3 MST	1,111 ^{tn}	8,376**	9,278**	3,07
Indeks klorofil, 5 MST	78,400 ^{tn}	10,563**	7,852**	2,60
Indeks klorofil, 7 MST	80,278**	30,368**	17,492**	2,81
Indeks klorofil, 9 MST	90,000*	18,402**	7,262**	2,42
Jumlah polong berbiji 3	20,544*	196,662**	17,544**	7,50
Jumlah polong berbiji 2	51,378*	102,916**	47,783**	4,75
Jumlah polong isi	2,178 ^{tn}	264,471**	92,154**	3,41
Jumlah polong hampa	0,711 ^{tn}	5,338**	6,211**	21,43
Bobot biji/tanaman	24,028 ^{tn}	26,155**	15,887**	10,40
Bobot kulit polong	0,961*	5,821**	2,322**	11,02

Keterangan: tn, *, dan ** masing-masing menunjukkan tidak berbeda nyata, berbeda nyata dan sangat nyata pada taraf 5% dan 1%.

Jumlah Cabang

tumbuh paling tinggi di antara genotipe yang diuji, baik pada pola baris ganda maupun baris tunggal. Demikian juga dengan tinggi tanaman saat panen (Tabel 2). Secara umum pengaturan baris tanaman tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman kedelai, kecuali pada tinggi tanaman umur 9 MST dan saat panen yang menunjukkan perbedaan (Tabel 1). Rata-rata tinggi tanaman pada perlakuan baris ganda lebih tinggi dibandingkan baris tunggal (Tabel 2). Hal ini dikarenakan populasi tanaman lebih rapat pada pola pertanaman baris ganda, sehingga persaingan antartanaman untuk mendapatkan energi matahari mengalami peningkatan. Hasil serupa dilaporkan oleh Cox dan Cherney (2011), Rahman dan Hossain (2011), dan Akond *et al.* (2013).

Respons genotipe kedelai pada pengaturan baris tanaman terhadap pembentukan cabang menunjukkan perbedaan (Tabel 1). Artinya, kemampuan masing-masing genotipe dalam membentuk cabang berbeda-beda, baik pada pertanaman baris ganda maupun baris tunggal (Tabel 3). Genotipe IBK/Argop-276-3 konsisten membentuk banyak cabang pada pola pertanaman baris tunggal, sedangkan Grob/IT-7-7 konsisten membentuk banyak cabang pada pola pertanaman baris ganda. Hal ini berhubungan dengan kemampuan masing-masing genotipe untuk memanfaatkan ruang tumbuh sehingga dapat memanfaatkan sinar matahari dan nutrisi secara maksimal. Pola pengaturan baris tanaman hanya berpengaruh nyata

Tabel 2. Tinggi tanaman genotipe kedelai pada pola tanam baris tunggal dan baris ganda. KP Kendalpayak, MT Februari-Juni 2017

Genotipe	Tinggi tanaman (cm)									
	3 MST		5 MST		7 MST		9 MST		Panen	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
Grob/IT-7-7	14,7	13,7	28,3	28,3	37,0	34,0	36,7	38,3	35,0	33,0
Grobogan	19,7	18,3	42,0	43,7	56,3	57,0	48,7	58,0	46,0	58,3
Grob/Pander-397-6	19,3	18,7	34,0	41,0	48,7	44,0	46,3	49,0	44,0	43,0
Grob/IT-17-1	15,0	13,7	35,3	25,0	40,3	48,3	43,7	46,0	43,0	48,0
IBK/Argop-276-3	16,7	16,0	34,7	36,3	42,0	47,0	41,0	42,0	36,0	44,7
Grob/Pander-395-2	16,0	17,3	36,3	36,0	43,0	44,3	38,3	51,0	45,0	43,3
Dena 1	15,3	16,7	41,0	44,0	58,0	63,3	63,0	72,3	72,0	71,7
Dena 2	13,7	14,0	27,0	34,7	41,3	44,0	39,3	45,7	40,7	46,3
Grob/Pander-428-1	18,0	16,7	33,0	37,0	47,3	43,3	41,3	45,7	47,0	50,0
Grob/IT-7-5	14,0	12,7	28,0	22,3	33,3	26,0	33,3	30,0	33,3	34,0
Grob/IT-7-2	12,3	12,3	25,0	24,0	35,3	33,3	32,7	39,0	33,0	33,7
Grob/IAC-453-7	15,7	16,7	38,3	34,0	51,3	35,7	47,7	44,3	47,0	46,7
IBK/Grob-296-10	18,0	14,7	31,0	33,3	34,3	40,7	40,3	36,0	32,7	35,3
Grob/IT-7-3	14,0	14,0	27,3	32,0	30,3	40,7	32,0	40,3	34,0	42,3
Grob/IT-7-1	12,3	11,3	26,3	23,0	32,3	32,0	30,7	30,0	31,7	34,0
Rata-rata	15,6	15,1	32,5	33,0	42,1	42,2	41,0	44,5	41,4	44,3
BNT 5%	1,62		2,00		4,07		2,25		2,57	

Keterangan: B1 = baris tunggal dengan jarak tanam 40 cm × 15 cm dan B2 = baris ganda dengan jarak tanam 60 cm × 20 cm × 15 cm; MST: Minggu setelah tanam.

terhadap jumlah cabang umur 3 MST, dengan rata-rata 2,7 dan 3,1 cabang/tanaman masing-masing untuk pola pertanaman baris tunggal dan pola pertanaman baris ganda (Tabel 3).

Pada pola pertanaman baris ganda, selain terdapat jarak antarbaris yang sempit juga terdapat jarak antarbaris tanaman yang lebar. Jarak antarbaris tanaman yang lebar memberikan ruang tumbuh lebih lebar bagi tanaman yang memungkinkan tanaman untuk memaksimalkan pertumbuhan dan perkembangannya. Pada pola pertanaman baris tunggal, pembentukan cabang sedikit terganggu akibat adanya persaingan dalam fotosintesis dan penyerapan nutrisi, sehingga tanaman tumbuh tinggi dan kurus. Perilaku tersebut disebabkan oleh tipe pertumbuhan tanaman, yaitu: determinate, indeterminate, dan semi-determinate (Tian *et al.* 2010; Soares *et al.* 2015). Menurut Agudamu *et al.* (2016), respons kultivar kedelai terhadap beragam kepadatan tanaman melalui plastisitas cabang yang berbeda yang dinilai berdasarkan hubungan antara cabang dengan jarak tanam (luas lahan per tanaman).

Diameter Batang

Interaksi antara genotipe dan pola pengaturan baris tanaman berpengaruh nyata terhadap diameter batang umur 3, 5, dan 7 MST (Tabel 1). Ragam

ukuran diameter batang masing-masing genotipe pada pola baris tunggal dan baris ganda disajikan pada Tabel 4. Pada fase vegetatif (umur 3 MST) genotipe Dena 1 mempunyai diameter batang lebih besar di antara genotipe yang diuji, baik pada pola pertanaman baris tunggal maupun baris ganda. Pada fase pengisian polong (umur 9 MST), diameter batang terbesar pada pola baris tunggal dicapai IBK/Argop-276-3 (8,5 mm) dan pada pola baris ganda dicapai Dena 1, Grob/IT-7-5, dan IBK/Grob-296-10, masing-masing dengan diameter batang 7,7 mm. Perbedaan ukuran diameter batang tersebut merupakan bukti bahwa masing-masing genotipe menunjukkan respons berbeda terhadap pola pengaturan baris tanaman.

Jumlah Daun

Jumlah daun setiap genotipe menunjukkan perbedaan, baik pada pola baris ganda maupun baris tunggal (Tabel 5). Pencapaian jumlah daun maksimum pada masing-masing genotipe berbeda. Terdapat beberapa genotipe yang jumlah daun maksimumnya dicapai pada umur 7 MST dan beberapa genotipe dicapai pada umur 9 MST (Tabel 5). Pada umur 9 MST, jumlah daun genotipe IBK/Argop-276-3 pada baris tunggal relatif tetap dengan jumlah 20,3 daun, dan pada baris ganda mengalami peningkatan dari 18,3 menjadi 19 daun. Demikian juga dengan genotipe Grob/IT-7-5, yang meningkat dari 16,7 menjadi 23,7 daun. Hal ini meng-

indikasikan bahwa kedua genotipe tersebut berumur dalam, karena pada umur 9 MST kedua genotipe masih melakukan pertumbuhan, yang ditandai dengan peningkatan jumlah daun. Umur masak IBK/

Argop-276-3 adalah 86 hari dan Grob/IT-7-5 adalah 85 hari. Menurut Adie (2007), umur kedelai di Indonesia dikelompokkan menjadi sangat genjah (<70 hari), genjah (70-79 hari), sedang (80-85

Tabel 3. Jumlah cabang genotipe kedelai pada pola tanam baris tunggal dan baris ganda. KP Kendalpayak, MT Februari-Juni 2017

Genotipe	Jumlah cabang/tanaman							
	5 MST		7 MST		9 MST		Panen	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
Grob/IT-7-7	2,3	1,7	3,3	2,7	2,7	2,3	3,3	2,7
Grobogan	2,7	2,7	3,0	3,0	2,3	2,3	2,7	2,7
Grob/Pander-397-6	2,7	3,0	3,0	2,7	2,3	2,7	2,0	2,3
Grob/IT-17-1	2,3	3,0	2,3	2,7	3,0	2,7	2,7	4,0
IBK/Argop-276-3	3,7	3,7	5,0	4,3	4,0	4,0	5,0	4,0
Grob/Pander-395-2	2,7	3,0	2,7	2,7	2,7	2,7	3,0	3,0
Dena 1	2,3	4,0	3,3	3,7	2,7	3,7	3,7	4,0
Dena 2	1,7	3,0	2,7	3,0	2,7	3,0	3,0	3,0
Grob/Pander-428-1	2,0	3,0	3,3	3,0	2,7	2,3	2,7	2,3
Grob/IT-7-5	3,0	5,0	3,0	4,0	3,7	4,3	5,0	5,3
Grob/IT-7-2	3,0	2,7	3,3	2,7	3,7	2,7	4,0	3,7
Grob/IAC-453-7	3,0	2,3	3,3	2,3	3,7	2,0	3,7	2,0
IBK/Grob-296-10	3,3	3,7	3,7	4,0	4,0	2,3	4,3	3,3
Grob/IT-7-3	2,3	3,0	3,3	3,3	3,3	2,7	3,3	5,7
Grob/IT-7-1	3,3	3,3	3,3	3,0	4,0	3,7	4,7	4,0
Rata-rata	2,7	3,1	3,2	3,1	3,2	2,9	3,5	3,5
BNT 5%	0,74		0,76		0,82		0,85	

Keterangan: B1 = baris tunggal dengan jarak tanam 40 cm × 15 cm dan B2 = baris ganda dengan jarak tanam 60 cm × 20 cm × 15 cm; MST: minggu setelah tanam.

Tabel 4. Diameter batang genotipe kedelai pada pola tanam baris tunggal dan baris ganda. KP Kendalpayak, MT Februari-Juni 2017

Genotipe	Diameter batang (mm)							
	3 MST		5 MST		7 MST		9 MST	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
Grob/IT-7-7	3,3	3,0	6,0	6,0	6,3	5,7	7,0	7,0
Grobogan	3,7	3,0	5,3	6,0	5,7	6,3	6,0	6,0
Grob/Pander-397-6	3,3	3,7	6,3	6,3	6,3	6,0	6,7	6,3
Grob/IT-17-1	3,3	3,0	5,7	6,7	6,3	7,3	7,3	7,3
IBK/Argop-276-3	4,0	3,0	7,0	6,3	8,0	7,0	8,3	7,3
Grob/Pander-395-2	3,0	3,0	5,7	5,7	6,0	7,0	5,7	7,0
Dena 1	4,0	4,0	6,0	7,0	6,0	8,0	7,3	7,7
Dena 2	3,0	3,0	5,3	4,7	5,7	6,7	6,7	6,0
Grob/Pander-428-1	4,0	3,3	6,0	6,0	6,3	7,0	7,0	7,3
Grob/IT-7-5	3,0	3,0	6,0	6,3	6,0	7,3	6,7	7,7
Grob/IT-7-2	3,7	3,0	6,7	5,3	7,3	6,7	6,3	6,7
Grob/IAC-453-7	3,7	3,3	6,7	6,0	7,3	6,3	7,0	5,3
IBK/Grob-296-10	4,0	3,3	7,3	5,3	6,7	7,7	7,3	7,7
Grob/IT-7-3	4,0	3,0	6,3	4,0	6,0	6,0	6,3	5,7
Grob/IT-7-1	3,0	3,0	6,0	5,0	6,7	6,0	6,7	6,0
Rata-rata	3,5	3,2	6,2	5,8	6,4	6,7	6,8	6,7
BNT 5%	0,56		1,07		1,06		tn	

Keterangan: B1 = baris tunggal dengan jarak tanam 40 cm × 15 cm dan B2 = baris ganda dengan jarak tanam 60 cm × 20 cm × 15 cm, tn = tidak berbeda nyata pada taraf 5%; MST: minggu setelah tanam.

hari), dalam (85-90 hari), dan sangat dalam (>90 hari).

Luas Daun

Luas daun dipengaruhi oleh interaksi antara genotipe dengan pola pengaturan baris tanaman (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa respons masing-masing genotipe terhadap pola pengaturan baris tanaman berbeda, sehingga ranking nilai luas daun menunjukkan perbedaan di setiap pola pengaturan baris tanaman. Ranking pertama luas daun umur 3, 5, 7, dan 9 MST pada pola baris tunggal secara berurutan dicapai Grob/Pander-397-6, Grob/IAC-453-7, Grob/IT-7-2, dan IBK/Argop-276-3, sedangkan pada pola baris ganda secara berurutan dicapai genotipe Grobogan, Grobogan, Dena 1, dan Dena 1. Luas daun genotipe yang diuji pada baris tunggal secara umum mulai berkurang pada umur 9 MST, kecuali Grob/IT-7-7, IBK/Grob-296-10, dan Grob/IT-7-3 yang mengalami peningkatan dan Grob/IT-7-5 yang relatif tetap antara umur 7 dan 9 MST. Luas daun beberapa genotipe kedelai (Grob/Pander-397-6, Grob/IT-17-1, Grob/Pander-395-2, Dena 2, Grob/Pander-428-1, Grob/IAC-453-7, Grob/IT-7-3, dan Grob/IT-7-1) yang ditanam pada baris ganda mulai menunjukkan pengurangan luas daun pada umur 9 MST. Sedangkan Grob/IT-7-7, IBK/Argop-276-3, Grob/IT-7-5, Grob/IT-7-2, dan IBK/Grob-296-10 hingga umur 9 MST masih mengalami

peningkatan luas daun. Varietas Grobogan mulai mengalami pengurangan luas daun umur 7 MST, dan Dena 1 menunjukkan peningkatan luas daun hingga umur 7 MST dan relatif tidak berubah pada umur 9 MST (Tabel 6).

Pertanaman kedelai pada pola pertanaman baris tunggal mempunyai jumlah dan luas daun lebih tinggi dibandingkan pada pola baris ganda 60 cm × (20 cm × 15 cm). Hal ini merupakan bentuk mekanisme yang dikembangkan tanaman untuk meningkatkan peluang mendapatkan cahaya matahari lebih banyak pada pola pertanaman baris tunggal dengan jarak antarbaris yang lebih sempit dari baris ganda. Chauhan dan Opena (2013), menyatakan bahwa tanaman yang ditanam pada jarak lebar menghasilkan luas daun yang lebih rendah dibandingkan jarak tanam sempit.

Indeks Klorofil Daun

Indeks klorofil menunjukkan tingkat kehijauan daun. Nilai indeks klorofil dipengaruhi oleh interaksi antara genotipe dan pengaturan pola baris tanaman (Tabel 1). Indeks klorofil masing-masing genotipe disajikan pada Tabel 7. Terdapat beberapa genotipe Grob/IT-7-7, Grob/IT-17-1, IBK/Argop-276-3, Dena 1, Grob/IT-7-5, Grob/IT-7-2, Grob/IT-7-3, dan Grob/IT-7-1 yang konsisten mengalami peningkatan indeks klorofil hingga umur 9 MST baik pada pola pertanaman baris tunggal maupun baris ganda. Beberapa genotipe lain

Tabel 5. Jumlah daun genotipe kedelai pada pola tanam baris tunggal dan baris ganda. KP Kendalpayak, MT Februari-Juni 2017

Genotipe	Jumlah daun/tanaman							
	3 MST		5 MST		7 MST		9 MST	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
Grob/IT-7-7	4,0	4,0	9,3	9,0	14,0	12,7	14,3	10,7
Grobogan	4,3	4,3	10,7	12,3	12,7	13,3	9,7	10,0
Grob/Pander-397-6	4,3	4,0	12,0	12,7	14,0	12,7	10,7	11,7
Grob/IT-17-1	4,0	3,7	9,0	7,3	15,0	14,7	11,0	13,0
IBK/Argop-276-3	4,3	4,3	11,0	12,0	20,3	18,3	20,3	19,0
Grob/Pander-395-2	4,0	4,0	8,3	10,7	14,7	13,3	12,3	12,0
Dena 1	3,7	4,0	10,3	10,7	18,0	18,7	14,0	18,0
Dena 2	3,7	3,7	5,3	7,0	19,0	15,7	14,0	12,0
Grob/Pander-428-1	4,0	4,0	11,3	11,7	12,3	13,7	8,7	11,7
Grob/IT-7-5	4,0	4,0	12,0	14,0	19,3	16,7	19,0	23,7
Grob/IT-7-2	4,0	4,0	10,0	11,3	23,3	14,0	16,0	15,7
Grob/IAC-453-7	4,0	4,0	13,0	8,3	20,0	16,0	14,7	7,7
IBK/Grob-296-10	4,0	3,7	12,3	13,3	19,7	20,0	19,7	18,3
Grob/IT-7-3	4,0	4,0	8,7	9,0	15,0	16,3	15,0	13,0
Grob/IT-7-1	4,0	3,7	13,3	12,7	24,3	19,3	19,3	15,0
Rata-rata	4,0	4,0	10,4	10,8	17,4	15,7	14,6	14,1
BNT 5%	0,58		1,57		1,44		1,22	

Keterangan: B1 = baris tunggal dengan jarak tanam 40 cm × 15 cm dan B2 = baris ganda dengan jarak tanam 60 cm × 20 cm × 15 cm; MST: minggu setelah tanam.

mengalami penurunan indeks klorofil pada umur 9 MST, yaitu Grobogan, Grob/Pander-395-2, Grob/Pander-428-1, dan Grob/IAC-453-7. Indeks klorofil yang tinggi mengindikasikan kandungan klorofil yang tinggi. Menurut Zhang *et al.* (2007) genotipe dengan indeks klorofil tinggi berpeluang menyerap cahaya lebih banyak. Hasil penelitian Jahedi *et al.* (2013) menyatakan bahwa pengaruh jarak baris pada indeks klorofil tidak nyata, tetapi pengaruh kultivar terhadap indeks klorofil sangat nyata. Hal yang sama juga terjadi pada pengamatan indeks klorofil umur 3 dan 5 MST (Tabel 7).

Jumlah Polong Isi

Jumlah polong isi dipengaruhi interaksi antara genotipe dengan pola pengaturan baris tanaman (Tabel 8). Pada pola pertanaman baris tunggal, jumlah polong isi terbanyak dicapai genotipe IBK/Argop-276-3 dan Grob/IT-7-5 (Tabel 8). Jumlah polong berbiji tiga pada genotipe IBK/Argop-276-3 lebih banyak dibandingkan jumlah polong berbiji dua masing-masing mencapai 59,3% dan 40,7%. Sedangkan proporsi polong berbiji tiga pada genotipe Grob/IT-7-5 mencapai 39,0% dan polong berbiji dua mencapai 61,0%. Pada pola pertanaman baris ganda, total jumlah polong terbanyak dicapai genotipe Grob/IT-7-5 yang diikuti Dena 1. Proporsi jumlah polong berbiji tiga genotipe Grob/IT-7-5 mencapai 42,3% dan polong berbiji dua mencapai 57,7%, sedang

pada Dena 1 proporsi polong berbiji tiga hanya 27,6% dan polong berbiji dua mencapai 72,4%. Menurut Worku dan Astatkie (2015), jumlah biji per polong tidak dipengaruhi oleh jarak baris, tetapi dipengaruhi oleh varietas.

Bobot Kering

Bobot kering biji dan bobot kering kulit polong masing-masing genotipe menunjukkan keragaman, baik pada pola baris tunggal maupun baris ganda (Tabel 9). Pada pola baris tunggal, bobot kering biji tertinggi dicapai IBK/Argop-276-3 (18,9 g/tanaman), sedangkan pada baris ganda dicapai Grob/IT-7-5 (13,4 g/tanaman) dan Dena 1 (13,1 g/tanaman). Genotipe Grob/IT-7-5 selain menghasilkan bobot kering biji yang tinggi pada pola baris ganda, juga mampu menghasilkan bobot kering biji yang tergolong tinggi pada pola baris tunggal (15,6 g/tanaman).

Terdapat beberapa genotipe yang memberikan bobot biji nyata lebih tinggi pada pola baris tunggal dibandingkan pola baris ganda, yaitu IBK/Argop-276-3, Grob/Pander-395-2, Grob/IT-7-5, dan Grob/IT-7-2, dan terdapat satu genotipe yang mampu memberikan bobot biji nyata lebih tinggi pada pola baris ganda dibandingkan pola baris tunggal, yaitu Grob/Pander-428-1 (Tabel 9).

Berdasarkan perbedaan bobot biji per tanaman yang dicapai pada pola pertanaman baris tunggal

Tabel 6. Luas daun genotipe kedelai pada pola tanam baris tunggal dan baris ganda. KP Kendalpayak, MT Februari-Juni 2017

Genotipe	Luas daun (cm ²)							
	3 MST		5 MST		7 MST		9 MST	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
Grob/IT-7-7	243,0	177,7	1203,0	1184,0	1764,7	1511,7	1819,7	1619,7
Grobogan	280,0	281,3	1495,7	1930,7	1777,3	1867,3	1331,0	1184,0
Grob/Pander-397-6	281,3	232,3	1520,7	1497,0	1862,0	1605,3	1570,3	1529,3
Grob/IT-17-1	248,0	148,7	1175,0	1020,0	1881,3	1854,0	1365,7	1628,3
IBK/Argop-276-3	224,7	213,3	1399,3	1504,7	2979,0	2585,0	2897,0	2676,3
Grop/Pander-395-2	185,0	201,0	904,3	1146,7	1733,7	1582,7	1544,3	1361,0
Dena 1	194,0	238,0	1322,7	1664,7	2579,0	2889,7	1501,3	2885,0
Dena 2	162,7	118,0	522,0	655,3	1761,3	1675,7	1308,0	1258,7
Grob/Pander-428-1	218,0	218,0	976,0	1501,7	1119,3	1963,0	748,3	1549,3
Grob/IT-7-5	265,7	144,0	1556,7	1489,0	2829,0	1851,3	2802,3	2443,7
Grob/IT-7-2	217,3	115,3	1079,3	1506,7	3736,7	2046,0	2410,0	2403,3
Grob/IAC-453-7	250,3	239,0	2104,3	1127,3	3131,7	2141,3	2290,7	970,3
IBK/Grob-296-10	193,3	124,7	1646,3	1170,0	1956,3	2175,0	2459,7	2869,0
Grob/IT-7-3	221,0	166,0	1098,0	1217,3	1788,7	2270,3	1888,0	1760,0
Grob/IT-7-1	193,0	143,7	1730,3	1095,7	3023,3	2272,0	2770,3	1537,3
Rata-rata	225,2	184,1	1315,6	1314,0	2261,6	2019,4	1913,8	1845,0
BNT 5%	899,72		184,28		255,13		150,45	

Keterangan: B1 = baris tunggal dengan jarak tanam 40 cm × 15 cm dan B2 = baris ganda dengan jarak tanam 60 cm × 20 cm × 15 cm; MST: minggu setelah tanam.

Tabel 7. Indeks klorofil daun genotipe kedelai pada pola tanam baris tunggal dan baris ganda. KP Kendalpayak, MT Februari-Juni 2017

Genotipe	Indeks klorofil (SPAD)							
	3 MST		5 MST		7 MST		9 MST	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2	B1	B2
Grob/IT-7-7	35,3	32,3	37,7	34,7	39,3	39,3	41,7	41,7
Grobogan	31,3	32,3	37,0	39,3	43,3	43,0	39,3	42,3
Grob/Pander-397-6	30,0	32,0	36,7	39,3	38,0	43,0	38,3	41,7
Grob/IT-17-1	34,7	32,7	34,0	38,3	39,7	36,3	37,0	39,7
IBK/Argop-276-3	32,7	31,0	38,7	39,3	43,0	41,0	44,0	44,0
Grob/Pander-395-2	31,3	34,3	33,3	34,3	40,0	41,7	39,7	40,7
Dena 1	34,7	31,3	35,7	36,7	39,0	39,0	40,0	42,3
Dena 2	33,0	29,7	32,7	39,0	35,7	44,0	35,3	43,0
Grob/Pander-428-1	33,0	32,0	35,7	39,0	44,7	45,0	39,7	44,0
Grob/IT-7-5	31,7	35,0	36,7	37,3	36,7	42,0	41,0	44,3
Grob/IT-7-2	33,7	35,3	34,0	37,0	36,7	38,0	43,7	44,7
Grob/IAC-453-7	34,0	32,7	32,7	37,0	40,7	47,0	39,0	40,3
IBK/Grob-296-10	32,7	36,0	35,3	37,0	38,7	42,0	43,3	42,0
Grob/IT-7-3	34,7	35,3	37,0	37,3	36,3	40,7	43,0	43,7
Grob/IT-7-1	35,0	32,3	37,3	36,7	39,0	37,0	41,3	42,0
Rata-rata	33,2	33,0	35,6	37,5	39,4	41,3	40,4	42,4
BNT 5%	1,66		1,55		1,80		1,64	

Keterangan: B1 = baris tunggal dengan jarak tanam 40 cm × 15 cm dan B2 = baris ganda dengan jarak tanam 60 cm × 20 cm × 15 cm; MST: minggu setelah tanam.

Tabel 8. Jumlah polong isi genotipe kedelai pada pola tanam baris tunggal dan baris ganda. KP Kendalpayak, MT Februari-Juni 2017

Genotipe	Jumlah polong isi/tanaman						Jumlah polong hampa/tanaman	
	Jumlah polong berbiji 3		Jumlah polong berbiji 2		Jumlah polong isi		B1	B2
	B1	B2	B1	B2	B1	B2		
Grob/IT-7-7	14,3	13,7	15,7	13,3	30,0	27,0	1,0	1,0
Grobogan	6,3	6,3	23,0	21,7	29,3	28,0	3,0	3,3
Grob/Pander-397-6	5,0	6,0	17,7	20,7	22,7	26,7	2,7	3,0
Grob/IT-17-1	3,7	5,0	18,0	25,3	21,7	30,3	1,7	3,0
IBK/Argop-276-3	26,7	17,7	18,3	9,7	45,0	27,4	2,0	4,0
Grob/Pander-395-2	4,3	4,7	19,7	16,0	24,0	20,7	2,0	6,3
Dena 1	13,3	12,7	24,3	33,3	37,6	46,0	2,0	2,3
Dena 2	17,3	13,7	15,0	21,0	32,3	34,7	1,0	3,0
Grob/Pander-428-1	4,3	6,3	13,0	26,0	17,3	32,3	3,7	2,3
Grob/IT-7-5	17,7	20,0	27,7	27,3	45,4	47,3	2,0	2,7
Grob/IT-7-2	16,0	10,7	18,0	15,0	34,0	25,7	2,3	1,0
Grob/IAC-453-7	11,3	7,7	18,3	17,3	29,6	25,0	6,3	1,3
IBK/Grob-296-10	16,3	20,7	18,0	18,3	34,3	39,0	3,3	2,7
Grob/IT-7-3	13,0	13,3	16,0	21,0	29,0	34,3	1,0	1,0
Grob/IT-7-1	16,0	13,0	18,7	18,0	34,7	31,0	1,7	1,3
Rata-rata	12,4	11,4	18,8	20,3	31,1	31,7	2,4	2,6
BNT 5%	1,46		1,52		1,75		0,86	

Keterangan: B1 = baris tunggal dengan jarak tanam 40 cm × 15 cm dan B2 = baris ganda dengan jarak tanam 60 cm × 20 cm × 15 cm; MST: minggu setelah tanam.

Tabel 9. Bobot biji genotipe kedelai pada pola tanam baris tunggal dan baris ganda. KP Kendalpayak, MT Februari-Juni 2017

Genotipe	Bobot kering biji (g/tanaman)		Perubahan hasil (%)
	B1	B2	
Grob/IT-7-7	10,8 efgh	11,8 cdef	9,26
Grobogan	8,6 ijkl	8,4 ijkl	-2,33
Grob/Pander-397-6	7,4 kl	9,0 hijkl	21,62
Grob/IT-17-1	9,3 ghij	8,7 ijkl	-6,45
IBK/Argop-276-3	18,9 a	9,6 ghij	-49,21
Grob/Pander-395-2	13,6 c	8,0 jkl	-41,18
Dena 1	12,1 cde	13,1 cd	8,26
Dena 2	7,9 jkl	9,2 hijk	16,46
Grob/Pander-428-1	7,2 l	11,1 efg	54,17
Grob/IT-7-5	15,6 b	13,4 c	-14,10
Grob/IT-7-2	13,5 c	9,3 ghij	-31,11
Grob/IAC-453-7	8,7 ijkl	8,1 jkl	-6,90
IBK/Grob-296-10	12,3 cde	12,3 cde	0,00
Grob/IT-7-3	10,2 fghi	9,4 ghij	-7,84
Grob/IT-7-1	11,5 def	10,0 fghi	-13,04
Rata-rata	11,2	10,1	
BNT 5%	1,81		

Keterangan: B1 = baris tunggal dengan jarak tanam 40 cm × 15 cm dan B2 = baris ganda dengan jarak tanam 60 cm × 20 cm × 15 cm, tanda (-) = menunjukkan penurunan

dan baris ganda, diperoleh tiga genotipe yang memberikan bobot biji lebih tinggi pada pola pertanaman baris tunggal dibandingkan dengan baris ganda, yaitu genotipe IBK/Argop-276-3, Grob/Pander-395-2, dan Grob/IT-7-2 dengan selisih lebih dari 20%, yaitu sebesar 49,21%; 41,18% dan 31,11%. Terdapat dua genotipe yang memberikan bobot biji lebih tinggi pada pola pertanaman baris ganda dibandingkan baris tunggal, yaitu genotipe Grob/Pander-397-6 dan Grob/Pander-428-1 dengan selisih lebih dari 20%, yaitu sebesar 21,62% dan 54,17% (Tabel 9).

Analisis korelasi antara bobot biji dengan karakter kuantitatif yang diamati menunjukkan bahwa bobot biji berkorelasi positif sangat nyata ($r = >0,27^{**}$) dengan diameter batang, jumlah cabang, jumlah daun, dan luas daun umur 5,7, dan 9 MST, indeks klorofil umur 9 MST, jumlah polong isi (polong isi 2, isi 3, dan total polong isi).

KESIMPULAN

Respons genotipe kedelai terhadap pengaturan pola baris tanaman tidak sama bergantung pada tipe pertumbuhan tanaman. Genotipe IBK/Argop-276-3, Grob/Pander-395-2, dan Grob/IT-7-2 memberikan respons positif terhadap pola tanam baris tunggal, ditandai dengan hasil biji lebih tinggi dibandingkan pada pola baris ganda. Genotipe Grob/

Pander-397-6 dan Grob/Pander-428-1 memberikan respons positif terhadap pola baris ganda yang ditandai dengan hasil biji pada pola baris ganda nyata lebih tinggi dibandingkan pola baris tunggal. Genotipe Grob/IT-7-5 merupakan genotipe yang mampu memberikan hasil tinggi baik pada pola tanam baris tunggal maupun baris ganda.

DAFTAR PUSTAKA

- Acikgoz E, Sincik M, Karasu A, Tongel O, Wietgreffe G, Bilgili U, Oz M, Albayrak S, Turan ZM, Goksoy A. 2009. Forage soybean production for seed in Mediterranean environments. *Field Crops Research* 110 (3): 213-218.
- Adie MM. 2007. Panduan pengujian individual, kebaruan, keunikan, keseragaman dan kestabilan kedelai. Pusat Perlindungan Varietas Tanaman. Departemen Pertanian Republik Indonesia. 12 hlm.
- Agudamu Yoshihira Y, Shiraiwa T. 2016. Branch development responses to planting density and yield stability in soybean cultivars. *Journal Plant Production Science* 19(3):331-339.
- Akond AG, Bobby M, Bazzelle R, Clark W, Kantartzi SK, Meksem K, Kassem A. 2013. Effect of two row spaces on several agronomic traits in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Atlas Journal of Plant Biology* 1(2):18-23.
- Balbinot Junior AA, Procopio SO, Debiassi H, Franchini JC, Panison F. 2015. Sowing in crossed rows in soybean cultivars with determinate growth habit.. *Semina: Ciencias Agrarias* 36: 1215-1226.
- Bell A. 2005. Higher yields with twin-row soybeans. Available at <http://deltafarmpress.com/higher-yields-twin-row-soybeans> (verified 25 Feb. 2011). Delta Farm Press, Penton Media, New York.
- Bellaloui NH, Bruns A, Abbas HK, Mengistu A, Fisher DK, Reddy KR. 2015. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Mid-South USA. *Front Plant Science* 6(31):1-14
- Board JE, Kahlon CS. 2013. Morphological responses to low plant population differ between soybean genotypes. *Crop Science* 53(3):1109-1119.
- Bowers GR, Rabb JL, Ashlock LO, Santini JB. 2000. Row spacing in the early soybean production system. *Agronomy Journal* 92:524-531.
- Bruns HA. 2011. Planting date, rate, and twin-row vs. single-row soybean in the Mid-South. *Agronomy Journal* 103(5):1308-1313.
- Chauhan BS, JL Opeña. 2013. Effect of plant spacing on growth and grain yield of soybean. *American Journal of Plant Sciences*.4:2011-2014
- Cox WJ, Cherney JH. 2011. Growth and yield

- responses of soybean to row spacing and seeding Rate. *Agronomy Journal* 03(1):123-128.
- Ebelhar MW. 2010. Twin-row corn boosts yields. *Corn & soybean digest*. Available at <http://cornandsoybeandigest.com/corn/twin-row-comboosts-yields> (verified 25 Feb. 2011). Penton Media, New York.
- Gan Y, Stolen I, van Keulen H, Kuiper PJC. 2002. Physiological responses of soybean varieties to plant density. *Field Crops Research* 74:231–241.
- Grichar WJ. 2007. Row spacing, plant populations, and cultivar effects on soybean production along the Texas gulf coast. Available at www.plantmanagementnetwork.org/cm/. *Crop Management* doi: 10.1094/CM-2007-0615-01-RS.
- Gulluoglu L, Bakal H, Arioglu H. 2016. The effect of twin-row planting pattern and plant population on seed yield components of soybean at late double-cropped planting in Cukurova Region. *Turkish Journal of Field Crops* 21(1):59-65.
- Jahedi MB, Vazin F, Ramezani MR. 2013. Effect of row spacing on the yield of cotton cultivars. *Cercetări Agronomice în Moldova XLVI*, 4(156):31-38.
- Lee CD, Egli DB, Tekrony DM. 2008. Soybean response to plant population at early and late planting dates in the Mid-South. *Agronomy Journal* 100(4):971–976.
- Mascagni HJ, Clawson E, Lancios D, Boquet D, Ferguson R. 2008. Comparing single-row, twin-row configurations for Louisiana crop production. *LA Agriculture* 51(3):16–17.
- Rahman MM, Hossain MM. 2011. Plant density effects on growth, yield and yield components of two soybean varieties under equidistant planting arrangement. *Asian Journal of Plant Sciences* 10(5):278-286.
- Sarkodie-Addo J, Mahama O. 2012. Growth and yield response of early and medium maturity soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties to row spacing. *International Journal of Science and Advanced Technology* 2:115–122.
- Smith C. 2010. Twin-row corn. *Corn South*. Available at http://www.cottonfarming.com/home/Corn_South/issues/2010-01/2010_JanTwinRowCorn.html (verified 25 Feb. 2011). One Grower Publ., Memphis, TN.
- Soares IO, Rezende PM, Bruzi AT, Zuffo AM, Zambiazzi EV, Fronza V. 2015. Interaction between soybean cultivars and seed density. *American Journal of Plant Sciences* 6(9):1425--1434
- Tian Z, Wang X, Lee R, Li Y, Specht JE, Nelson RL. 2010. Artificial selection for determinate growth habit in soybean. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107(19):8563-8568.
- Walker ER, Mengistu A, Bellaloui N, Koger CH, Roberts RK, Larson JA. 2010. Plant population and row-spacing effects on maturity group III soybean. *Agronomy Journal* 102(3):821-826.
- Worku M, Astatkie T. 2011. Row and plant spacing effects on yield and yield components of soya bean varieties under hot humid tropical environment of Ethiopia. *Journal Agronomy and Crop Science* 197:67-74.
- Worku M, Astatkie T. 2015. Effects of row spacing on productivity and nodulation of two soybean varieties under hot sub-moist tropical conditions in southwestern Ethiopia. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics* 116(2):99–106.
- Zhang M, Duan L, Tian X, Li Z. 2007. Unicanazole-induced tolerance of soybean to water deficit stress in relation to changes in photosynthesis, hormones and antioxidant system. *Journal Plant Physiology* 164(6):709-701.