

Keragaan Agronomi dan Heterosis Hasil Persilangan Kedelai Korea Selatan dengan Kedelai Indonesia

Apri Sulisty^{1*}, Purwantoro¹ dan Didik Harnowo

¹Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Raya Kendalpayak km 8 PO Box 66 Malang, Indonesia

*E-mail: apri.sulisty@gmail.com

ABSTRAK

Produksi kedelai dapat ditingkatkan melalui pembentukan dan pengembangan varietas hibrida. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi keragaan agronomi dan mengetahui gejala heterosis populasi F1 kedelai hasil persilangan antara varietas introduksi dengan varietas nasional. Penelitian dilakukan di rumah kaca kelompok peneliti plasma nutfah dan pemuliaan tanaman Balitkabi. Materi genetik yang digunakan adalah 12 populasi F1 hasil persilangan antara enam varietas kedelai dari Korea Selatan dengan dua varietas kedelai dari Indonesia. Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok dengan lima ulangan. Hasil penelitian menunjukkan penampilan varietas tetua dari Indonesia lebih baik dibandingkan dengan varietas tetua dari Korea Selatan. Secara umum, penampilan F1 keturunan dari Lawit lebih baik dibandingkan dengan keturunan dari Argomulyo. Terdapat gejala heterosis pada populasi F1 hasil persilangan antara varietas asal Korea Selatan dengan varietas dari Indonesia. Kombinasi persilangan Daemang x Lawit dan Daewon x Lawit merupakan hibrida terbaik dan mempunyai nilai duga heterosis yang tinggi untuk semua karakter yang diamati.

Kata kunci: hibrida kedelai, kombinasi persilangan, populasi F1, varietas

ABSTRACT

The performance of agronomic characters and heterosis in crossbreed of South Korean soybean with Indonesian soybean. Increased soybean production may be carried out through the assembly of hybrid varieties. The purpose of this research was to evaluate agronomic performance and heterosis in F1 soybean population. Genetic material used was 12 cross combinations between 6 South Korean soybean varieties (Daehwang, Daemang, Daewon, Geongjeongsaeol, Songhak, and Jangmi) with 2 Indonesian soybean varieties (Lawit and Argomulyo). This research was arranged in a randomized completely block design with five replications. The results showed that plant height, number of branches, number of reproductive nodes, and number of filled pods of Indonesian varieties was better than those of South Korean varieties. In general, the performance of F1 offspring of Lawit was better than with the F1 offspring of Argomulyo. There are heterosis in plant height, number of branches, number of reproductive nodes, and number of filled pods of F1 populations resulted from soybean crosses between South Korean varieties with Indonesian varieties. Cross combinations of Daemang x Lawit and Daewon x Lawit are the best hybrids with the highest value of heterosis for all characters observed.

Keywords: soybean hybrid, cross combination, F1 population, variety

PENDAHULUAN

Kebutuhan kedelai nasional meningkat dari tahun ke tahun. Menurut Sudaryanto dan Swastika (2007), permintaan kedelai untuk konsumsi diperkirakan meningkat rata-rata

2,4% per tahun. Tingginya permintaan kedelai dalam negeri tidak diimbangi oleh upaya peningkatan produksi nasional. AMIS (2015) melaporkan bahwa produksi kedelai dalam negeri baru memenuhi 33,3% permintaan, dan 66,7% sisanya dipenuhi melalui impor. Ketergantungan Indonesia akan kedelai impor dapat menjadi ancaman serius bagi ketahanan pangan nasional (Supadi 2009).

Salah satu cara mengurangi ketergantungan terhadap impor kedelai adalah meningkatkan produksi kedelai dalam negeri. Peningkatan produksi dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain dengan menanam varietas unggul dan varietas hibrida. Sampai tahun 2015, telah dilepas 85 varietas kedelai dengan berbagai macam keunggulan. Namun demikian, di antara 85 varietas kedelai tersebut belum satu pun varietas hibrida. Sebagian besar varietas kedelai yang ada di Indonesia merupakan keturunan generasi F6-F7 hasil persilangan.

Varietas hibrida adalah generasi F1 hasil persilangan sepasang tetua galur murni yang memiliki keunggulan karakter berbeda. Hal ini berarti benih varietas hibrida selalu disediakan melalui persilangan kedua tetua tersebut. Hibrida dibentuk karena adanya gejala heterosis, yaitu fenomena superior pada tanaman F1 dibandingkan dengan rata-rata tetuanya. Pada tanaman kedelai, gejala heterosis tidak dianggap penting, karena kedelai merupakan tanaman menyerbuk sendiri yang secara alami akan membentuk galur murni. Perakitan varietas galur murni pada tanaman menyerbuk sendiri akan lebih efisien dibandingkan dengan varietas hibrida. Namun, keberhasilan pembentukan hibrida padi yang juga merupakan tanaman menyerbuk sendiri dapat diadopsi dalam membentuk hibrida kedelai guna mendukung peningkatan produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi keragaan agronomi dan mengetahui gejala heterosis pada populasi F1 kedelai hasil persilangan varietas asal Korea Selatan dengan varietas dari Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Materi genetik yang digunakan merupakan populasi F₁ hasil persilangan antara enam varietas introduksi dari Korea Selatan (Daehwang, Daemang, Daewon, Geongjeongsaeol, Songhak, dan Jangmi) dengan dua varietas dari Indonesia (Lawit dan Argomulyo). Persilangan dilakukan di rumah kaca pemuliaan tanaman Balitkabi pada MK I 2013. Persilangan menggunakan metode silang tunggal tanpa resiprokal. Varietas kedelai asal Korea Selatan dijadikan tetua betina, sedang Lawit dan Argomulyo dijadikan tetua jantan. Biji-biji F₁ yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menduga heterosis kedelai.

Seluruh biji F₁ dari 12 kombinasi persilangan serta tetua-tetunya ditanam dalam polibag berdiameter 35 cm dan tinggi 35 cm, masing-masing 2–3 biji per polibag. Media tanam berupa campuran tanah dan pupuk kompos dengan perbandingan 1:1. Pupuk NPK dengan dosis 5 g per polibag diberikan pada saat tanam. Pemeliharaan dilakukan secara intensif, yaitu dengan melakukan penyiraman serta pengendalian hama seminggu sekali. Penelitian disusun dalam rancangan acak kelompok dengan lima ulangan.

Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, dan jumlah polong isi. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan perangkat lunak PKBT-STAT 1.0. Apabila hasil uji F menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5%, maka dilanjutkan dengan uji BNT. Gejala heterosis untuk masing-masing karakter yang diamati dihitung mengikuti persamaan Hallauer dan Miranda (1995) sebagai berikut:

$$H = \frac{F_1 - MP}{MP} \times 100\%$$

Di mana, H = Pendugaan heterosis (%), F₁ = Rata-rata nilai F₁, MP= Rata-rata nilai tetua.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan terdapat perbedaan tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, dan jumlah polong isi yang sangat nyata di antara genotipe-genotipe kedelai yang diuji. Tabel 1 memperlihatkan hasil analisis ragam terhadap karakter-karakter agronomi kedelai.

Tabel 1. Analisis ragam tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, dan jumlah polong isi dari 12 kombinasi persilangan kedelai dan tetuanya

Karakter	Kuadrat tengah	F-hitung	Koef. keragaman (%)
Tinggi tanaman	501,02	18,00	12,50
Jumlah cabang	10,43	9,88	31,05
Jumlah buku subur	333,03	16,91	25,48
Jumlah polong isi	1533,20	23,29	23,01

Penampilan F₁

Hasil pengamatan menunjukkan tanaman kedelai Indonesia lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai Korea Selatan (Tabel 2). Tanaman tertinggi ditunjukkan oleh varietas Lawit (57,0 cm), diikuti oleh Argomulyo (50,0 cm), sedangkan penampilan tertinggi kedelai asal Korea Selatan hanya 39,6 cm (Daehwang dan Jangmi). Pada karakter percabangan, kedelai Indonesia maupun Korea Selatan memiliki jumlah cabang yang hampir sama, berkisar antara 1–3 cabang. Lawit dan Daehwang merupakan tetua dengan cabang terbanyak, masing-masing 3,4 cabang, diikuti oleh Jangmi (2,8 cabang). Jumlah buku subur terbanyak dimiliki oleh Jangmi (13,0 buku subur), diikuti oleh Lawit dan Argomulyo masing-masing 11,2 buku subur. Tanaman yang tinggi, diikuti oleh jumlah cabang dan buku subur yang banyak pada varietas Lawit dan Argomulyo memberi kontribusi pada jumlah polong isi yang banyak pada kedua varietas. Varietas Lawit dan Argomulyo merupakan tetua dengan jumlah polong isi terbanyak, masing-masing 68,4 dan 50,0 polong isi.

Tinggi tanaman dari 12 hibrida kedelai berkisar antara 27,2–57,6 cm. Di antara 12 kombinasi persilangan, terdapat empat hibrida dengan tinggi tanaman yang setara dengan Lawit dan Argomulyo, yaitu Daemang x Lawit (57,6 cm), Daewon x Lawit (57,0 cm), Jangmi x Lawit (54,2 cm), dan Songhak x Lawit (52,2 cm). Keempat hibrida tersebut merupakan hasil persilangan yang melibatkan Lawit sebagai tetua jantan. Dua hibrida lain dengan Lawit sebagai tetua jantan (Daehwang x Lawit dan Geongjeongsaeol x Lawit) lebih tinggi dibandingkan dengan tetua betinanya (kedelai asal Korea Selatan). Hal ini berarti bahwa karakter tinggi tanaman diturunkan oleh Lawit kepada keturunannya. Hasil pengamatan menunjukkan varietas Lawit merupakan tetua dengan penampilan tertinggi (57,0 cm).

Tinggi tanaman merupakan salah satu karakter agronomi yang memiliki nilai heritabilitas yang tinggi (Aditya *et al.* 2011; Reni dan Rao 2013). Hakim *et al.* (2014) menambahkan bahwa tinggi tanaman merupakan salah satu sifat yang memiliki nilai koefisien keragaman genetik dan harapan kemajuan genetik yang tinggi. Menurut Ghodrati (2013), tinggi tanaman berkorelasi positif sangat nyata dengan hasil biji. Peningkatan tinggi tanaman dapat menyebabkan peningkatan jumlah buku, jumlah polong, dan jumlah biji per tanaman.

Tabel 2. Tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, dan jumlah polong isi 12 kombinasi persilangan kedelai Korea Selatan dengan kedelai Indonesia.

Genotipe	TT	JC	JBS	JPI
Tetua				
Daehwang	39,6 ^{efg}	3,4 ^b	8,2 ^e	11.2 ^h
Daemang	31,0 ^{hij}	1,6 ^{cd}	8,0 ^e	9.0 ^h
Daewon	34,6 ^{ghi}	1,4 ^d	8,4 ^e	14.6 ^{gh}
Geongjeonsaeol	34,6 ^{ghi}	1,4 ^d	9,0 ^e	13.6 ^{gh}
Songhak	34,0 ^{ghi}	2,2 ^{bcd}	9,2 ^e	12.2 ^h
Jangmi	39,6 ^{efg}	2,8 ^{bc}	13,0 ^{ede}	23.4 ^{fg}
Lawit	57,0 ^a	3,4 ^b	11,2 ^{de}	68.4 ^a
Argomulyo	50,0 ^{bcd}	2,2 ^{bcd}	11,2 ^{de}	50.0 ^{bc}
Tanaman F1				
Daehwang x Lawit	40,8 ^{ef}	5,0 ^a	32,4 ^a	55.6 ^b
Daehwang x Argomulyo	28,2 ^{ij}	2,2 ^{bcd}	16,0 ^{cd}	42.2 ^{cd}
Daemang x Lawit	57,6 ^a	5,4 ^a	26,0 ^b	48.8 ^{bc}
Daemang x Argomulyo	27,2 ^j	2,8 ^{bc}	17,0 ^c	34.6 ^{de}
Daewon x Lawit	57,0 ^a	5,4 ^a	29,4 ^{ab}	52.8 ^b
Daewon x Argomulyo	43,8 ^{de}	2,8 ^{bc}	17,4 ^c	32.8 ^{def}
Geongjeonsaeol x Lawit	46,2 ^{cde}	4,8 ^a	25,6 ^b	36.6 ^{de}
Geongjeonsaeol x Argomulyo	33,0 ^{ghij}	3,2 ^b	17,6 ^c	32.4 ^{def}
Songhak x Lawit	52,0 ^{abc}	5,2 ^a	24,4 ^b	57.2 ^b
Songhak x Argomulyo	48,0 ^{bcd}	3,0 ^b	16,4 ^{cd}	32.8 ^{def}
Jangmi x Lawit	54,2 ^{ab}	5,8 ^a	32,0 ^a	48.4 ^{bc}
Jangmi x Argomulyo	35,4 ^{fgh}	2,2 ^{bcd}	16,0 ^{cd}	28.6 ^{ef}

Ket: Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%. TT = tinggi tanaman (cm), JC = jumlah cabang, JBS = jumlah buku subur, JPI = jumlah polong isi.

Jumlah cabang dari 12 hibrida kedelai berkisar antara 2–5. Sama halnya dengan karakter tinggi tanaman, seluruh kombinasi persilangan dengan Lawit sebagai tetua jantan memiliki jumlah cabang yang lebih banyak dibandingkan dengan keturunan dari tetua jantan Argomulyo, bahkan lebih banyak dibandingkan dengan jumlah cabang pada Lawit (Tabel 2). Hal ini menunjukkan adanya gejala heterosis pada jumlah cabang dari persilangan yang menggunakan Lawit sebagai tetua. Jumlah cabang terbanyak dimiliki oleh persilangan Jangmi x Lawit (5,8 cabang), diikuti oleh Daemang x Lawit (5,4 cabang), Daewon x Lawit (5,4 cabang), Songhak x Lawit (5,2 cabang), Daehwang x Lawit (5,0 cabang), dan Geongjeonsaeol x Lawit (4,8 cabang).

Jumlah cabang kedelai diketahui memiliki nilai heritabilitas yang beragam, mulai dari rendah (Bekele *et al.* 2012), sedang (Ghodrati 2013), hingga tinggi (Reni dan Rao 2013). Hal ini berarti masih ada kemungkinan karakter jumlah cabang kedelai diwariskan oleh tetua kepada zuriatnya. Persilangan antara Lawit yang memiliki cabang banyak dengan kedelai asal Korea Selatan ternyata mempunyai progeni dengan jumlah cabang yang lebih banyak dibandingkan dengan kedua tetuanya. Hal tersebut memberikan harapan perbaikan hasil biji kedelai. Jumlah cabang diketahui berkorelasi positif dan sangat nyata dengan komponen hasil, antara lain dengan jumlah polong, jumlah biji, dan hasil biji per tanaman (Zhang *et al.* 2015). Hasil analisis lintas yang dilakukan Akram *et al.* (2011) menunjukkan jumlah cabang memberikan kontribusi langsung kepada bobot biji per tanaman.

Buku subur merupakan salah satu karakter agronomi yang menentukan hasil biji kedelai. Hasil penelitian Valencia-Ramirez dan Ligarreto-Moreno (2012) menunjukkan jumlah buku berkorelasi nyata dan memberikan pengaruh langsung terhadap hasil biji per tanaman. Hibrida hasil persilangan antara kedelai asal Korea Selatan dengan kedelai Indonesia mempunyai buku subur yang beragam, berkisar antara 16–32 buku subur (Tabel 2). Keturunan dari persilangan yang melibatkan Lawit sebagai tetua jantan memiliki jumlah buku subur yang cenderung lebih banyak dibandingkan dengan keturunan dari persilangan yang melibatkan Argomulyo sebagai tetua jantan. Banyaknya jumlah buku subur pada zuriat dari Lawit disebabkan karena progeni-progeni tersebut memiliki tanaman yang tinggi dengan cabang yang banyak. Hasil penelitian Zhang *et al.* (2015) menemukan jumlah buku berkorelasi positif dan sangat nyata dengan tinggi tanaman dan jumlah cabang.

Jumlah polong isi merupakan salah satu karakter yang menggambarkan hasil biji kedelai. Hasil pengamatan terhadap jumlah polong isi menunjukkan bahwa di antara 12 hibrida, tidak satu pun yang memiliki polong isi lebih banyak dibandingkan dengan kedelai dari Indonesia. Namun, jumlah polong isi dari 12 kombinasi persilangan nyata lebih banyak dibandingkan dengan tetua betinanya, yaitu kedelai dari Korea Selatan. Hal ini berarti karakter jumlah polong isi pada penelitian ini diturunkan oleh varietas Lawit dan Argomulyo. Jumlah polong isi dari kedua kedelai Indonesia tersebut nyata lebih banyak dibandingkan dengan kedelai asal Korea Selatan. Jumlah polong merupakan salah satu karakter agronomi yang memiliki nilai heritabilitas yang tinggi dan dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi untuk mendapatkan varietas berdaya hasil tinggi (Valencia-Ramirez dan Ligarreto-Moreno 2012; Ghodrati 2013; Hakim *et al.* 2014; Islam *et al.* 2016).

Nilai Duga Heterosis

Nilai duga heterosis untuk karakter tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, dan jumlah polong isi dapat dilihat pada Tabel 3. Pada penelitian ini, terdapat heterosis yang bernilai negatif maupun positif pada semua karakter agronomi yang diamati. Menurut Perez *et al.* (2009a), nilai heterosis yang negatif mengindikasikan perlunya kombinasi persilangan yang banyak untuk mengidentifikasi kombinasi persilangan dengan heterosis terbaik.

Nilai heterosis pada karakter tinggi tanaman berkisar antara -0,37 hingga 0,31. Di antara empat hibrida tertinggi keturunan dari Lawit, hanya Daemang x Lawit dan Daewon x Lawit yang memiliki nilai heterosis tinggi, masing-masing 0,31 dan 0,24. Kedua hibrida tersebut juga mempunyai nilai heterosis tertinggi pada karakter jumlah cabang dan jumlah

buku subur, dengan nilai heterosis $\geq 100\%$. Pada karakter jumlah cabang, nilai heterosis dari Daemang x Lawit dan Daewon x Lawit berturut-turut 1,16 dan 1,25. Pada karakter jumlah buku subur, nilai heterosis kedua hibrida tersebut masing-masing 1,16 dan 1,25. Selain Daemang x Lawit dan Daewon x Lawit, hibrida Geongjeongsaeol x Lawit juga memiliki nilai heterosis $\geq 100\%$. Nilai heterosis pada karakter jumlah polong isi berkisar antara -0,22 hingga 0,42. Lima hibrida dengan nilai heterosis tertinggi pada karakter jumlah polong isi adalah Songhak x Lawit, Daehwang x Lawit, Daehwang x Argomulyo, Daewon x Lawit, dan Daemang x Lawit (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai duga heterosis karakter-karakter agronomi pada persilangan antara varietas kedelai Korea Selatan dengan kedelai Indonesia.

Persilangan	TT	JC	JBS	JPI
Daehwang x Lawit	-0,16	0,47	0,47	0,40
Daehwang x Argomulyo	-0,37	-0,21	-0,21	0,38
Daemang x Lawit	0,31	1,16	1,16	0,26
Daemang x Argomulyo	-0,33	0,47	0,47	0,17
Daewon x Lawit	0,24	1,25	1,25	0,27
Daewon x Argomulyo	0,04	0,56	0,56	0,02
Geongjeongsaeol x Lawit	0,01	1,00	1,00	-0,11
Geongjeongsaeol x Argomulyo	-0,22	0,78	0,78	0,02
Songhak x Lawit	0,14	0,86	0,86	0,42
Songhak x Argomulyo	0,14	0,36	0,36	0,05
Jangmi x Lawit	0,12	0,87	0,87	0,05
Jangmi x Argomulyo	-0,21	-0,12	-0,12	-0,22

Gejala heterosis pada kedelai telah banyak dilaporkan, terutama pada karakter hasil dan komponen hasil. Yang dan Gai (2009b) menemukan heterosis pada jumlah polong dan jumlah biji per tanaman. Nasir (2013) menambahkan bahwa selain pada karakter hasil dan komponen hasil, heterosis juga dijumpai pada karakter umur berbunga. Sementara pada karakter kualitas biji, Perez *et al.* (2009b) menemukan heterosis pada ukuran biji dan kadar protein biji. Menurut Bhosie *et al.* (2005), gejala *inbreeding depression* pada karakter hasil dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki dan memperoleh hibrida kedelai yang lebih baik. Yang dan Gai (2009a) menyatakan bahwa jarak genetik yang jauh diperlukan untuk mendapatkan heterosis dan hasil yang tinggi. Burton dan Bownie (2006) berpendapat bahwa gejala heterobeltiosis (penampilan hibrida lebih baik dibandingkan tetua terbaik) lebih relevan dibandingkan dengan tanaman menyerbuk sendiri.

KESIMPULAN

Keragaan tanaman F1 hasil persilangan antara kedelai asal Korea Selatan dengan Lawit lebih baik dibandingkan dengan hibrida keturunan dari Argomulyo. Terdapat gejala heterosis pada hasil persilangan antara kedelai Korea Selatan dengan kedelai Indonesia. Kombinasi persilangan Daemang x Lawit dan Daewon x Lawit merupakan hibrida terbaik dan mempunyai nilai duga heterosis tinggi untuk semua karakter yang diamati.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, J.P., P. Bhartiya, and A. Bhartiya. 2011. Genetic variability, heritability and character association for yield and component characters in soybean (*G. max* (L.) Merrill). *J. Central European Agric.* 12(1): 27–34.
- Akram, R.M., W.M. Fares, H.S.A. Fatch, and A.M.A. Rizk. 2011. Genetic variability, correlation, and path analysis in soybean Egypt. *J. Plant Breed.* 15(1):89–102.
- [AMIS] Agricultural Market Information System. 2015. Indonesia-Soybean at a glance. <http://www.fao.org>. [6 Maret 2015].
- Bekele, A., G. Alemaw, and H. Zeleke. 2013. Genetic divergence among soybean (*Glycine max* (L) Merrill) introductions in Ethiopia based on agronomic traits. *J. Biol. Agric. Healthcare* 2(6): 6–13.
- Bhosie, S.V., S.P. Taware, and V.M. Raut. 2005. Heterosis and inbreeding depression in three soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] crosses. *Indian J. Genet.* 65(3): 233–235.
- Burton, J.W. and C. Bownie. 2006. Heterosis and inbreeding depression in two soybean single crosses. *Crop Sci.* 46(6): 2643–2648.
- Ghodrati, Gh. 2013. Study of genetic variation and broad sense heritability for some qualitative and quantitative traits in soybean (*Glycine max* L.) genotypes. *Curr. Opin. Agric.* 2(1): 31–35.
- Hakim, L., Suyamto, and E. Paturohman. 2014. Genetic variability, heritability and expected genetic advances of quantitative characters in F2 progenies of soybean crosses. *Indones. J. Agric. Sci.* 15(1): 11–16.
- Hallaker, A.R. and J.B. Miranda. 1995. *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. Iowa State Univ. Press. 488p.
- Islam, A.K.M.S., U.K. Nath, P.K. Rai, M.M. Rahman, M.A. Haque, and M.A. Rahman. 2016. Genetic study and selection of soybean lines for higher yield. *Inter. J. Biosci.* 8(2): 209–217.
- Nasir, M.A.A. 2013. Heterosis and combining ability for yield and its components in some crosses of soybean. *Aus. J. Basic Appl. Sci.* 7(1): 566–572.
- Perez, P.T., S.R. Cianzio, E. Ortiz-Perez, and R.G. Palmer. 2009a. Agronomic performance of soybean hybrids from single, three-way, four-way, and five-way crosses, and backcross populations. *J. Crop Improv.* 23(2): 95–118.
- Perez, P.T., S.R. Cianzio, and R.G. Palmer. 2009b. Evaluation of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] F1 hybrids. *J. Crop Improv.* 23(1): 1–18.
- Reni, Y.P. and Y.K. Rao. 2013. Genetic variability in soybean [*Glycine max* (L) Merrill]. *Internat. J. Plant, Animal Environ. Sci.* 3(4): 35–38.
- Sudaryanto, T. dan D.K.S. Swastika. 2007. Ekonomi kedelai di Indonesia. *Forum Agro Ekonomi* 12(3): 1–27.
- Supadi. 2009. Dampak impor kedelai berkelanjutan terhadap ketahanan pangan. *Analisis Kebijakan Pertanian* 7(1): 87–102.
- Valencia-Ramirez, R.A. and G.A. Ligarreto-Moreno. 2012. Phenotypic correlation and path analysis for yield in soybean (*Glycine max* (L.) Merril). *Acta Agron.* 61(4): 322–332.
- Yang, J.Y. and J.Y. Gai. 2009a. Heterosis, combining ability and their genetic basis of yield among key parental materials of soybean in Huang-Huai valleys. *Acta Agron. Sinica* 35(4): 620–630.
- Yang, J.Y. and J.Y. Gai. 2009b. Studies on hybrid heterosis and parental combining ability of yield and quality traits in early generation of soybean. *Sci. Agric. Sinica* 42(7): 2280–2290.
- Zhang, H., D. Hao, H.M. Siteo, Z. Yin, Z. Hu, G. Zhang, and D. Yu. 2015. Genetic dissection of the relationship between plant architecture and yield component traits in soybean

(*Glycine max*) by association analysis across multiple environments. *Plant Breed.* 134(5): 564–572.

DISKUSI

Dr. Gatut Wahyu A.S. (Balitkabi); Metode apa yang digunakan untuk menghitung heterosis?

Jawaban: Penghitungan heterosis dengan menggunakan persamaan Hallauer dan Miranda (1995).