

Pendugaan Heterosis dan Heterobeltiosis pada Enam Genotip Cabai Menggunakan Analisis Silang Dialel Penuh

Arif, AB¹⁾, Sujiprihati, S²⁾, dan Syukur, M²⁾

¹⁾Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Jl. Tentara Pelajar 12, Bogor 16114

²⁾Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Dramaga, Bogor 16680
Naskah diterima tanggal 29 Juli 2011 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 28 Desember 2011

ABSTRAK. Produktivitas cabai di Indonesia sampai saat ini masih rendah. Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas cabai yaitu melalui program pemuliaan tanaman. Terdapat beberapa rancangan persilangan untuk memilih tetua dalam rangka menghasilkan varietas unggul baru, di antaranya rancangan silang dialel. Tujuan penelitian ini ialah memperoleh informasi heterosis dan heterobeltiosis dari kombinasi persilangan enam tetua cabai dan mendapatkan calon hibrida cabai yang unggul. Penelitian dilakukan dari bulan November 2008 sampai dengan Mei 2009 di Kebun Percobaan Leuwikopo, Institut Pertanian Bogor. Materi genetik yang digunakan ialah enam tetua cabai (IPB C2, IPB C9, IPB C10, IPB C14, IPB C15, dan IPB C20) serta turunan pertama dari persilangan enam tetua tersebut. Rancangan persilangan yang digunakan yaitu analisis silang dialel penuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada populasi F1 hasil persilangan IPB C2 x IPB C10 dan IPB C10 x IPB C2 mempunyai nilai tinggi dikotomus yang relatif lebih tinggi dibandingkan hibrida lainnya. Pada populasi F1 hasil persilangan IPB C2 x IPB C14 dan IPB C14 x IPB C2 mempunyai bobot per buah yang relatif lebih tinggi dibandingkan hibrida lainnya. Nilai heterosis dan heterobeltiosis pada populasi F1 hasil persilangan IPB C2 x IPB C10, IPB C2 x IPB C14, IPB C2 x IPB C20, IPB C10 x IPB C2, dan IPB C14 x IPB C2 bernilai positif pada karakter tinggi dikotomus, sedangkan pada populasi F1 hasil persilangan IPB C2 x IPB C14 dan IPB C14 x IPB C2 bernilai positif pada karakter bobot per buah. Calon hibrida yang sesuai dalam program pemuliaan cabai untuk pembentukan varietas unggul ialah populasi F1 hasil persilangan IPB C2 x IPB C14 dan IPB C14 x IPB C2.

Katakunci: *Capsicum annuum*; Heterosis; Heterobeltiosis; Dialel

ABSTRACT. Arif, AB, Sujiprihati, S, and Syukur, M 2012. Estimating Heterosis and Heterobeltiosis on Six Genotypes of Chili Using Full Diallel Cross Analysis. Until now productivity of chili in Indonesia is still low. An effort to increase productivity of the chili is by breeding program. There are several cross designs to choose inbred lines in producing new superior varieties, including the design of diallel. The aims of this research were to obtain heterosis and heterobeltiosis information from crossing combination of six inbred lines and gain candidate of superior chili hybrids. The research was conducted from November 2008 till May 2009 at Leuwikopo Experimental Garden, Bogor Agricultural Institute. Genetic materials used in the study were six inbred lines of chili i.e. IPB C2, IPB C9, IPB C10, IPB C14, IPB C15, and IPB C20 and F1 of the hybridization of combination of six inbred lines. The crossing design used in the experiment was full diallel cross analysis. The results showed that population of F1 resulted from crossing of IPB C2 x IPB C10 and IPB C10 x IPB C2 had high dichotomous that were relatively higher than other hybrids. The population of F1 obtained from crossing IPB C2 x IPB C14 and IPB C14 x IPB C2 indicated weight per fruit that were relatively higher than other hybrids. Heterosis and heterobeltiosis values in F1 of IPB C2 x IPB C10, IPB C2 x IPB C14, IPB C2 x IPB C20, IPB C10 x IPB C2, and IPB C14 x IPB C2 were positive on high dichotomous characters. Heterosis and heterobeltiosis values in F1 IPB C2 x IPB C14 and IPB C14 x IPB C2 were positive on weight per fruit characters. The population of F1 that were appropriate used in breeding program to make superior varieties were hybrids of IPB C2 x IPB C14 and IPB C14 x IPB C2.

Keywords: *Capsicum annuum*; Heterosis; Heterobeltiosis; Diallel

Cabai merupakan tanaman hortikultura kelompok sayuran buah yang sangat penting di Indonesia (Djawarningsih 2005). Produksi cabai tahun 2007, 2008, 2009, dan 2010 berturut-turut yaitu 1,128; 1,153; 1,378; dan 1,332 juta t (Badan Pusat Statistik 2010). Hingga kini produksi tersebut belum dapat memenuhi kebutuhan cabai dalam negeri, rerata produktivitas cabai di Indonesia 5,5 t/ha, sedangkan menurut Bahar & Nugrahaeni (2008) potensi hasil yang dapat dicapai ialah 17–21 t/ha. Faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas cabai di Indonesia di antaranya ialah terbatasnya jumlah varietas yang berdaya hasil tinggi dan rentannya varietas terhadap serangan hama penyakit.

Terdapat beberapa rancangan persilangan untuk memilih tetua dalam rangka menghasilkan varietas

unggul baru, di antaranya rancangan silang dialel. Rancangan ini terbukti dapat membantu pemulia cabai untuk memilih materi pemuliaan, berupa pasangan galur-galur *inbred* yang menghasilkan kombinasi terbaik yang memiliki sifat heterosis (Sousa & Maluf 2003). Rancangan persilangan dialel ialah seluruh kombinasi persilangan yang mungkin dapat dilakukan dari sekelompok genotip, termasuk tetua itu sendiri beserta F1 turunannya. Rancangan silang dialel ini harus memenuhi beberapa asumsi berikut (1) segregasi diploid; (2) tidak ada perbedaan antara F1 dengan resiproknya atau tidak ada efek maternal; (3) tidak ada interaksi antara gen-gen yang tidak satu alel/epistasis; (4) tidak ada multialelisme; (5) tetua homozigot; dan (6) gen-gen menyebar secara bebas di antara tetua (Sujiprihati *et al.* 2007).



Dalam persilangan tanaman cabai diketahui adanya fenomena heterosis, yaitu hibrida F1 yang dihasilkan memperlihatkan penampilan yang lebih baik daripada rerata kedua tetuanya (Sujiprihati *et al.* 2007). Heterobeltiosis adalah hibrida F1 yang dihasilkan memperlihatkan penampilan yang lebih baik daripada penampilan salah satu tetua terbaik (*best parent*). Hal ini memungkinkan untuk dibentuk varietas hibrida yang memiliki sifat lebih baik dari pada varietas tanaman menyerbuk sendiri. Sifat-sifat tersebut antara lain kualitas buah, daya hasil, resistensi terhadap hama dan penyakit, serta sifat penting lainnya. Menurut Singh & Jain (1970) untuk mendapatkan hibrida dengan hasil yang tinggi, maka tetua galur murni berasal dari dua atau lebih populasi dasar yang berbeda secara genetik, sehingga memberikan tingkat heterosis yang tinggi pada F1 hasil persilangan. Persilangan dialel memberikan suatu pendekatan untuk evaluasi dan seleksi tetua-tetua dapat dikombinasikan dalam usaha perbaikan pada suatu populasi. Dari persilangan tersebut dapat diperoleh informasi mengenai daya gabung umum (DGU) tetua dan daya gabung khusus (DGK) kombinasi persilangannya. Pengetahuan mengenai DGU dan DGK diperlukan pada tahap awal usaha perbaikan karakter tanaman guna mengidentifikasi kombinasi tetua mana yang dapat menghasilkan turunan yang berpotensi hasil tinggi.

Beberapa penelitian tentang heterosis dan heterobeltiosis telah dilakukan pada cabai (Nasir 1999, Herison *et al.* 2001, Sousa Maluf 2003, Seneviratne & Kannagara 2004, Geleta *et al.* 2006, Sujiprihati *et al.* 2007, Zou *et al.* 2007, Kirana & Sofiari 2007, Kamble *et al.* 2009, Marama *et al.* 2009). Hasil yang tinggi dapat dicapai jika turunan dari kombinasi persilangan tersebut memiliki heterosis positif.

Kegiatan penelitian ini bertujuan memperoleh informasi heterosis dan heterobeltiosis dari persilangan enam tetua cabai serta mendapatkan calon hibrida cabai

yang unggul. Hipotesis penelitian ini ialah terdapat turunan hasil persilangan yang mempunyai nilai heterosis, heterobeltiosis, DGU, dan DGK yang tinggi pada karakter yang diamati.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan November 2008 sampai dengan bulan Mei 2009 di Kebun Percobaan IPB Bogor. Pembibitan dilaksanakan di Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor dan penanaman dilakukan di Kebun Percobaan Leuwikopo, Dramaga dengan ketinggian tempat 250 m dpl. dan jenis tanah Latosol.

Materi genetik yang digunakan ialah enam tetua cabai dan 30 genotip hasil persilangan dialel penuh (*full diallel*), sehingga seluruhnya terdapat 36 genotip. Adapun enam tetua yang digunakan ialah IPB C2, IPB C5, IPB C10, IPB C14, IPB C15, dan IPB C20. Tetua-tetua tersebut merupakan genotip yang mempunyai sifat yang berbeda antara genotip yang satu dengan yang lainnya. Skema persilangan dapat dilihat pada Tabel 1. Genotip yang digunakan berjumlah 36 dengan tiga ulangan, sehingga terdapat 108 satuan percobaan. Tiap ulangan terdiri atas 16 tanaman. Setiap satuan percobaan diambil 10 tanaman contoh. Pupuk yang digunakan ialah NPK Mutiara dengan dosis 10 g/l. Pengendalian organisme pengganggu tumbuhan menggunakan fungisida Antracol dan insektisida Curacron yang diberikan sesuai intensitas serangan hama dan penyakit.

Pengamatan yang dilakukan meliputi:

1. Tinggi dikotomus (cm), diamati pada tanaman dewasa (fase vegetatif atau generatif) dengan cara mengukur dari permukaan tanah sampai titik tumbuh dikotomus pertama menggunakan meteran.

Tabel 1. Skema persilangan dialel penuh enam galur murni cabai (*Schema of full diallel design six inbred lines of chili*)

♀ \ ♂	IPB C2	IPB C5	IPB C10	IPB C14	IPB C15	IPB C20
IPB C2	⊗	2 x 5	2 x 10	2 x 14	2 x 15	2 x 20
IPB C5	2 x 5	⊗	5 x 10	5 x 14	5 x 15	5 x 20
IPB C10	2 x 10	5 x 10	⊗	10 x 14	10 x 15	10 x 20
IPB C14	2 x 14	5 x 14	10 x 14	⊗	14 x 15	14 x 20
IPB C15	2 x 15	5 x 15	10 x 15	14 x 15	⊗	15 x 20
IPB C20	2 x 20	5 x 20	10 x 20	14 x 20	15 x 20	⊗

Keterangan (*Remarks*): ⊗ Silang dalam (*Selfing*)



- Bobot per buah (g), diamati pada buah hasil panen dengan cara menimbang satu buah menggunakan neraca analitik. Tiap ulangan terdapat 10 contoh buah yang diambil secara acak.

Analisis data meliputi:

- Analisis ragam

Data diuji dengan uji F dan uji lanjut *duncan multiple range test* (DMRT) untuk melihat perbedaan di antara genotip persilangan yang di uji. Analisis data tersebut diolah menggunakan *software SAS 9.13*.

- Analisis daya gabung

Nilai daya gabung umum dan nilai daya gabung khusus, diduga berdasarkan metode Singh & Chaudhary (1979):

- Daya gabung umum (*General combining ability*)

$$g_i = \frac{1}{n+2} [\sum (Y_i + Y_{ii}) - \frac{2}{n} Y_{..}]$$

di mana:

- g_i = Daya gabung umum galur murni ke-i;
- n = Jumlah galur (genotip tetua);
- Y_i = Jumlah nilai rerata galur ke-i;
- Y_{ii} = Nilai *selfing* (silang dalam) galur ke-i;
- $Y_{..}$ = Total keseluruhan nilai galur.

- Daya gabung khusus (*Specific combining ability*).

$$S_{ij} = Y_{ij} \frac{1}{n+2} [\sum (Y_i + Y_{ii} + Y_j + Y_{jj}) - \frac{2}{(n+1)(n+2)} Y_{..}]$$

di mana:

- S_{ij} = Daya gabung khusus dari hibrida antara galur ke-i dan ke-j;
- Y_{ij} = Nilai rerata dari hibrida antara galur ke-i dan ke-j;
- n = Jumlah galur (genotip tetua);
- Y_i = Jumlah nilai rerata galur ke-i;
- Y_{ii} = Nilai *selfing* galur ke-i;
- Y_j = Nilai *selfing* galur ke-j;
- $Y_{..}$ = Total keseluruhan nilai galur.

- Analisis nilai heterosis (*Mid parent heterosis*):

$$\text{Heterosis} = \frac{\mu_{F1} - \mu_{MP}}{\mu_{MP}} \times 100\%$$

di mana:

μ_{F1} = Nilai tengah hibrida

μ_{MP} = *Mid parent* $\frac{P1+P2}{2}$

- Analisis nilai heterobeltiosis (*Height parent heterobeltiosis*)

$$\text{Heterobeltiosis} = \frac{\mu_{F1} - \mu_{HP}}{\mu_{HP}} \times 100\%$$

di mana:

μ_{F1} = Nilai tengah hibrida;

μ_{HP} = Nilai tengah tetua tertinggi (*Height parent*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persilangan genotip IPB C2 x IPB C10 dan IPB C10 x IPB C2 mempunyai nilai tinggi dikotomus yang relatif lebih tinggi dibandingkan genotip lainnya (Tabel 2). Nilai tinggi dikotomus IPB C2 x IPB C10 dan IPB C10 x IPB C2 masing-masing 25,463 dan 24,407 cm (Tabel 2). Nilai tinggi dikotomus pada genotip tersebut merupakan nilai tinggi dikotomus yang ideal untuk tanaman cabai. Diduga nilai tinggi dikotomus berpengaruh terhadap serangan antraknos pada cabai. Makin tinggi tanaman cabai, maka buah cabai makin tidak menyentuh tanah, sehingga dapat mengurangi percikan air dari tanah ke buah cabai yang merupakan sumber infeksi cendawan (Kirana & Sofiar 2007). Hasil penelitian Yudilastari (2009) menunjukkan bahwa nilai tinggi dikotomus berkorelasi positif dengan bobot buah per tanaman, sehingga dapat dinyatakan bahwa makin tinggi nilai dikotomus, maka makin tinggi pula produksi buah cabai yang dihasilkan per tanaman.

Persilangan genotip IPB C2 x IPB C14 dan IPB C14 x IPB C2 mempunyai bobot per buah yang relatif lebih tinggi dibandingkan genotip lainnya (Tabel 2). Bobot per buah genotip IPB C2 x IPB C14 dan IPB C14 x IPB C2 masing-masing 8,827 dan 8,477 g (Tabel 2). Hasil penelitian Yudilastari (2009) menunjukkan bahwa jumlah buah cabai hibrida yang dihasilkan per tanaman berkisar 99,97–204,67 buah. Mengacu pada hasil penelitian Yudilastari (2009), maka produksi yang dapat dihasilkan per tanaman pada genotip IPB C2 x IPB C14 dan IPB C14 x IPB C2 masing-masing berkisar 882–1.806 dan 847–1.734 g. Hal tersebut menunjukkan bahwa produksi cabai genotip IPB C2 x IPB C14 dan IPB C14 x IPB C2 tergolong tinggi.

Analisis ragam daya gabung menggunakan metode 1 *Griffing* menunjukkan bahwa pengaruh DGU sangat nyata untuk karakter tinggi dikotomus dan bobot per buah (Tabel 3). Rasio $s^2 \text{DGU} / s^2 \text{DGK}$ untuk karakter



Tabel 2. Penampilan tinggi dikotomus dan bobot per buah pada beberapa genotip (*Height of dichotomous plant height and weight per fruit of several genotypes*)

Genotip (<i>Genotypes</i>)	Tinggi dikotomus (<i>Height of dichotomous</i>), cm	Bobot per buah (<i>Weight per fruit</i>), g
IPB C2 x IPB C9	22,503 a-e	6,487 d-g
IPB C2 x IPB C10	25,463 a	2,370 p-q
IPB C2 x IPB C14	19,460 c-i	8,827 a
IPB C2 x IPB C15	18,900 e-i	7,957 a-c
IPB C2 x IPB C20	21,360 b-e	5,267 g-i
IPB C9 x IPB C2	22,717 a-d	7,920 a-c
IPB C9 x IPB C10	21,100 b-e	1,807 q-r
IPB C9 x IPB C14	20,217 c-h	7,707 a-d
IPB C9 x IPB C15	18,227 f-j	6,280 e-h
IPB C9 x IPB C20	21,747 b-e	4,293 j-m
IPB C10 x IPB C2	24,407 a-b	3,470 m-p
IPB C10 x IPB C9	23,200 a-c	2,527 o-q
IPB C10 x IPB C14	20,360 c-g	2,753 n-q
IPB C10 x IPB C15	19,333 d-i	3,750 l-p
IPB C10 x IPB C20	21,160 b-e	2,750 n-q
IPB C14 x IPB C2	22,233 a-e	8,477 a-b
IPB C14 x IPB C9	22,430 a-e	5,843 f-i
IPB C14 x IPB C10	22,033 a-e	2,380 p-q
IPB C14 x IPB C15	14,800 j-n	7,720 a-d
IPB C14 x IPB C20	14,317 k-n	4,847 i-l
IPB C15 x IPB C2	15,067 j-n	8,337 a-c
IPB C15 x IPB C9	16,680 h-l	6,383 d-h
IPB C15 x IPB C10	20,367 c-g	3,810 l-o
IPB C15 x IPB C14	15,900 i-m	7,853 a-c
IPB C15 x IPB C20	13,733 k-n	4,997 h-l
IPB C20 x IPB C2	17,077 g-k	5,183 g-k
IPB C20 x IPB C9	16,567 i-l	3,973 k-n
IPB C20 x IPB C10	19,483 c-h	2,627 n-q
IPB C20 x IPB C14	16,233 i-l	5,237 g-k
IPB C20 x IPB C15	12,607 m-n	4,753 i-m
IPB C2	17,300 g-k	7,313 b-e
IPB C9	22,253 a-e	5,777 f-i
IPB C10	21,210 b-e	0,927 r
IPB C14	13,333 l-n	5,450 g-j
IPB C15	12,533 m-n	7,043 c-f
IPB C20	11,890 n	2,607 n-q
KK (<i>CV</i>), %	10,005	14,206

tinggi dikotomus dan bobot per buah masing-masing 13,036 dan 26,760 (Tabel 3). Nilai rasio σ^2 DGU/ σ^2 DGK yang besar menunjukkan bahwa ragam aditif lebih berperan dalam memengaruhi suatu karakter (Masny *et al.* 2005, Sujiprihati *et al.* 2007). Pada

Tabel 3. Rekapitulasi ragam DGU, ragam DGK, dan rasio ragam DGU/ragam DGK (*Recapitulation of σ^2 GCA, σ^2 SCA, and ratio of σ^2 GCA/ σ^2 SCA*)

Karakter (<i>Characters</i>)	σ^2 (DGU/GCA)	σ^2 (DGK/SCA)	Rasio σ^2 (DGU)/ σ^2 (DGK)
Tinggi dikotomus (<i>Height of dichotomous</i>)	69,245**	5,312**	13,036
Bobot per buah (<i>Weight per fruit</i>)	29,704**	1,110**	26,760

** = berpengaruh sangat nyata pada taraf 1% (*Significant on level $\alpha = 1\%$*)

penelitian ini rasio σ^2 DGU/ σ^2 DGK yang besar dijumpai pada karakter tinggi dikotomus dan bobot per buah, artinya ragam aditif lebih memengaruhi kedua peubah tersebut. Gen-gen aditif merupakan gen-gen yang diturunkan pada keturunannya. Jika ragam aditif lebih tinggi, maka seleksi lebih baik dilakukan pada generasi lanjut/akhir.

Tetua IPB C2, IPB C9, dan IPB C10 mempunyai nilai DGU yang paling tinggi untuk karakter tinggi dikotomus, yaitu masing-masing sebesar 1,477; 1,986; dan 2,772 (Tabel 4). Tetua IPB C2, IPB C14, dan IPB C20 mempunyai nilai DGU yang paling tinggi untuk karakter bobot per buah, yaitu masing-masing sebesar 1,418; 0,887; dan 1,169 (Tabel 4). Menurut Pandini *et al.* (2002) suatu karakter yang memiliki nilai DGU yang nyata mengindikasikan adanya aksi gen aditif dan memungkinkan diperoleh kemajuan genetik yang besar dalam seleksi intra populasi. Mahmood *et al.* (2002) menyatakan bahwa tetua yang memiliki nilai daya gabung tinggi dapat digunakan sebagai donor untuk karakter yang dipelajari. Dengan demikian tetua IPB C2 merupakan tetua yang sesuai untuk dijadikan tetua donor pada karakter tinggi dikotomus dan bobot per buah.

Heterosis merupakan bentuk penampilan superior hibrida yang dihasilkan dibandingkan dengan kedua tetuanya (Sujiprihati *et al.* 2007). Heterosis atau vigor hibrida ditandai dengan keragaan yang lebih baik tanaman F1 yang berasal dari persilangan dua tetua galur murni. Gejala heterosis suatu hibrida terdapat pada hasil, ukuran, jumlah dari bagian tanaman, komponen kimiawi, ketahanan terhadap hama/penyakit tertentu, dan sebagainya.

Pada karakter nilai tinggi dikotomus, nilai heterosis dan heterobeltiosis pada F1 persilangan IPB C2 x IPB C10, IPB C2 x IPB C14, IPB C2 x IPB C20, IPB C10 x IPB C2, IPB C14 x IPB C2, IPB C15 x IPB C14, dan IPB C20 x IPB C14 paling tinggi dibandingkan F1 yang lainnya (Tabel 5). Nilai heterosis F1 persilangan IPB C2 x IPB C10, IPB C2 x IPB C14, IPB C2 x IPB C20, IPB C10 x IPB C2, IPB C14 x IPB C2, IPB C15 x IPB C14, dan IPB C20 x IPB C14 berturut-turut 32,2; 27,1; 46,4; 26,8; 45,2; 22,9; dan 28,7%, serta nilai heterobeltiosis berturut-turut 20,1; 12,5; 23,5; 15,1; 28,5; 19,3; dan 21,8% (Tabel 5).



Tabel 4. Nilai DGU pada karakter tinggi dikotomus dan bobot per buah (*Value of GCA on height of dichotomous and weight per fruit characters*)

Genotip (Genotypes)	Tinggi dikotomus (Height of dichotomous)		Bobot per buah (Weight per fruit)	
	Rerata (Average), cm	DGU (GCA)	Rerata (Average), g	DGU (GCA)
IPB C2	17,300	1,477	7,313	1,418
IPB C9	22,253	1,986	5,777	0,239
IPB C10	21,210	2,772	0,927	-2,650
IPB C14	13,333	-0,951	5,450	0,887
IPB C15	12,533	-2,949	7,043	-1,063
IPB C20	11,890	-2,334	2,607	1,169

Tabel 5. Heterosis, heterobeltiosis, dan DGK pada karakter tinggi dikotomus (*Heterosis heterobeltiosis, and SCA on character of dichotomous plant height*)

F1	Nilai tengah (Average), cm	MP cm	Heterosis %	Heterobeltiosis %	DGK (SCA)
IPB C2 x IPB C9	22,503	19,777	13,8	1,1	0,309
IPB C2 x IPB C10	25,463	19,255	32,2	20,1	1,848
IPB C2 x IPB C14	19,460	15,317	27,1	12,5	1,482
IPB C2 x IPB C15	18,900	14,917	26,7	9,2	-0,383
IPB C2 x IPB C20	21,360	14,595	46,4	23,5	1,236
IPB C9 x IPB C2	22,717	19,777	14,9	2,1	-0,107
IPB C9 x IPB C10	21,100	21,732	-2,9	-5,2	-1,446
IPB C9 x IPB C14	20,217	17,793	13,6	-9,1	1,450
IPB C9 x IPB C15	18,227	17,393	4,8	-18,1	-0,422
IPB C9 x IPB C20	21,747	17,072	27,4	-2,3	0,666
IPB C10 x IPB C2	24,407	19,255	26,8	15,1	0,528
IPB C10 x IPB C9	23,200	21,732	6,8	4,3	-1,050
IPB C10 x IPB C14	20,360	17,272	17,9	-4,0	0,538
IPB C10 x IPB C15	19,333	16,872	14,6	-8,8	1,188
IPB C10 x IPB C20	21,160	16,550	27,9	-0,2	1,045
IPB C14 x IPB C2	22,233	15,317	45,2	28,5	-1,387
IPB C14 x IPB C9	22,430	17,793	26,1	0,8	-1,107
IPB C14 x IPB C10	22,033	17,272	27,6	3,9	-0,837
IPB C14 x IPB C15	14,800	12,933	14,4	11,0	0,411
IPB C14 x IPB C20	14,317	12,612	13,5	7,4	-0,279
IPB C15 x IPB C2	15,067	14,917	1,0	-12,9	1,917
IPB C15 x IPB C9	16,680	17,393	-4,1	-25,0	0,773
IPB C15 x IPB C10	20,367	16,872	20,7	-4,0	-0,517
IPB C15 x IPB C14	15,900	12,933	22,9	19,3	-0,550
IPB C15 x IPB C20	13,733	12,212	12,5	9,6	-0,386
IPB C20 x IPB C2	17,077	14,595	17,0	-1,3	1,142
IPB C20 x IPB C9	16,567	17,072	-3,0	-25,6	1,590
IPB C20 x IPB C10	19,483	16,550	17,7	-8,1	0,838
IPB C20 x IPB C14	16,233	12,612	28,7	21,8	-0,958
IPB C20 x IPB C15	12,607	12,212	3,2	0,6	0,363

MP = Nilai tengah kedua tetua (*Average mid parent*)



Tabel 6. Heterosis, heterobeltiosis, dan DGK pada karakter bobot per buah (*Heterosis, heterobeltiosis, and SCA on character of weight per fruit*)

F1	Nilai tengah (Average), g	MP g	Heterosis %	Heterobeltiosis %	DGK (SCA)
IPB C2 x IPB C9	6,487	6,545	-0,9	-11,3	0,387
IPB C2 x IPB C10	2,370	4,120	-42,5	-67,6	-1,006
IPB C2 x IPB C14	8,827	6,382	38,3	20,7	1,188
IPB C2 x IPB C15	7,957	7,178	10,9	8,8	0,401
IPB C2 x IPB C20	5,267	4,960	6,2	-28,0	-0,288
IPB C9 x IPB C2	7,920	6,545	21,0	8,3	-0,717
IPB C9 x IPB C10	1,807	3,352	-46,1	-68,7	-0,581
IPB C9 x IPB C14	7,707	5,614	37,3	33,4	0,490
IPB C9 x IPB C15	6,280	6,410	-2,0	-10,8	-0,235
IPB C9 x IPB C20	4,293	4,192	2,4	-25,7	-0,201
IPB C10 x IPB C2	3,470	4,120	-15,8	-52,6	-0,550
IPB C10 x IPB C9	2,527	3,352	-24,6	-56,3	-0,360
IPB C10 x IPB C14	2,753	3,189	-13,7	-49,5	-0,828
IPB C10 x IPB C15	3,750	3,985	-5,9	-46,8	0,103
IPB C10 x IPB C20	2,750	1,767	55,6	5,5	0,244
IPB C14 x IPB C2	8,477	6,382	32,8	15,9	0,175
IPB C14 x IPB C9	5,843	5,614	4,1	1,1	0,932
IPB C14 x IPB C10	2,380	3,189	-25,4	-56,3	0,187
IPB C14 x IPB C15	7,720	6,247	23,6	9,6	0,572
IPB C14 x IPB C20	4,847	4,029	20,3	-11,1	0,060
IPB C15 x IPB C2	8,337	7,178	16,1	14,0	-0,190
IPB C15 x IPB C9	6,383	6,410	-0,4	-9,4	-0,052
IPB C15 x IPB C10	3,810	3,985	-4,4	-45,9	-0,030
IPB C15 x IPB C14	7,853	6,247	25,7	11,5	-0,067
IPB C15 x IPB C20	4,997	4,825	3,6	-29,1	-0,389
IPB C20 x IPB C2	5,183	4,960	4,5	-29,1	0,042
IPB C20 x IPB C9	3,973	4,192	-5,2	-31,2	0,160
IPB C20 x IPB C10	2,627	1,767	48,7	0,8	0,062
IPB C20 x IPB C14	5,237	4,029	30,0	-3,9	-0,195
IPB C20 x IPB C15	4,753	4,825	-1,5	-32,5	0,122

Menurut Singh & Jain (1970) perbedaan genetik yang besar di antara tetua merupakan salah satu faktor yang menentukan ekspresi heterosis. Penelitian yang dilakukan oleh Daryanto *et al.*(2010) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara jarak genetik tetua dan nilai heterosisnya. Nilai heterobeltiosis lebih penting dibandingkan nilai heterosis, karena sangat menentukan kombinasi persilangan yang menghasilkan turunan yang lebih baik daripada tetua terbaik.

Pada karakter nilai tinggi dikotomus, nilai heterosis, dan heterobeltiosis pada F1 persilangan IPB C2 x IPB C10, IPB C2 x IPB C14, IPB C2 x IPB C20, IPB

C10 x IPB C2, dan IPB C14 x IPB C2 bernilai positif (Tabel 5). Genotip-genotip F1 tersebut merupakan genotip yang ideal untuk pembentukan cabai hibrida berdasarkan karakter tinggi dikotomus. Genotip F1 persilangan IPB C15 x IPB C14 dan IPB C20 x IPB C14 bukan merupakan genotip yang ideal untuk pembentukan cabai hibrida berdasarkan karakter tinggi dikotomus walaupun heterosis dan heterobeltiosisnya bernilai positif, hal ini disebabkan karena tinggi dikotomusnya masih rendah (Tabel 2). Hasil penelitian Kirana & Sofiari (2007) juga menunjukkan bahwa 11 kombinasi persilangan cabai pada karakter tinggi



tanaman memperlihatkan terjadinya heterosis positif sebesar 1,84–25,41% dan sembilan di antaranya memperlihatkan heterobeltiosis positif sebesar 1,63–20,78%.

Persilangan IPB C2 x IPB C10, IPB C2 x IPB C14, IPB C2 x IPB C20, IPB C9 x IPB C14, IPB C10 x IPB C15, IPB C15 x IPB C2, IPB C20 x IPB C2, dan IPB C20 x IPB C9 berturut-turut mempunyai nilai DGK positif untuk karakter tinggi dikotomus, yaitu berturut-turut sebesar 1,848; 1,482; 1,236; 1,450; 1,188; 1,917; 1,142; dan 1,590 (Tabel 5). Persilangan IPB C2 x IPB C10 merupakan persilangan yang terbaik karena mempunyai nilai tengah, heterosis, heterobeltiosis, dan DGK yang secara umum mempunyai nilai yang tinggi dan positif, sehingga sesuai untuk pengembangan varietas cabai untuk karakter tinggi dikotomus.

Pada karakter bobot per buah, nilai heterosis berkisar antara -42,5 sampai 48,7% dan nilai heterobeltiosis berkisar antara -68,7 sampai 33,4% (Tabel 6). Terdapat 11 kombinasi persilangan yang mempunyai nilai heterosis dan heterobeltiosis yang positif pada karakter bobot per buah (Tabel 6). Hal ini juga pernah didapatkan nilai heterosis yang positif pada karakter bobot per buah pada persilangan beberapa tanaman cabai (Panayotov *et al.* 2000, Kirana & Sofiani 2007, Daryanto 2009). Hasil penelitian Sujiprihati *et al.* (2007) menunjukkan bahwa terdapat sembilan kombinasi persilangan yang memiliki nilai heterosis dan heterobeltiosis positif pada peubah produksi per tanaman cabai. Menurut Herison *et al.* (2001) lebih dari 50% kombinasi persilangan cabai yang diuji menunjukkan nilai heterobeltiosis yang tinggi untuk peubah produksi. Menurut Sousa & Maluf (2003) beberapa kombinasi persilangan cabai menunjukkan nilai heterosis yang tinggi untuk peubah produksi.

Nilai heterosis $\geq 20\%$ pada komponen hasil padi merupakan peluang besar untuk merakit varietas hibrida (Satoto & Suprihatno 1998). Mengacu pada Satoto & Suprihatno (1998), maka kombinasi persilangan yang paling sesuai untuk perakitan varietas hibrida cabai dengan produktivitas yang tinggi ialah IPB C2 x IPB C14 dan IPB C14 x IPB C2. Hal ini disebabkan karena kombinasi tersebut mempunyai nilai tengah, heterosis, dan heterobeltiosis tertinggi pada karakter bobot per buah (Tabel 6).

Persilangan IPB C2 x IPB C14 mempunyai nilai DGK yang paling tinggi untuk karakter bobot per buah, yaitu sebesar 1,188 (Tabel 6). Persilangan IPB C2 x IPB C14 merupakan persilangan yang terbaik karena mempunyai nilai tengah, heterosis, heterobeltiosis, dan

DGK yang secara umum mempunyai nilai yang tinggi dan positif, sehingga sesuai untuk pengembangan varietas cabai untuk karakter bobot per buah. Berdasarkan karakter tinggi dikotomus dan bobot per buah, persilangan IPB C2 x IPB C14 merupakan persilangan yang ideal untuk dikembangkan menjadi varietas unggul.

KESIMPULAN

1. Pada populasi F1 hasil dari persilangan IPB C2 x IPB C10 dan IPB C10 x IPB C2 mempunyai tinggi dikotomus yang relatif lebih tinggi dibandingkan hibrida lainnya.
2. Pada populasi F1 hasil persilangan IPB C2 x IPB C14 dan IPB C14 x IPB C2 mempunyai bobot per buah yang relatif lebih tinggi dibandingkan hibrida lainnya.
3. Nilai heterosis, heterobeltiosis, dan DGK pada populasi F1 hasil persilangan IPB C2 x IPB C10 bernilai tinggi dan positif pada karakter tinggi dikotomus.
4. Nilai heterosis, heterobeltiosis, dan DGK pada populasi F1 hasil persilangan IPB C2 x IPB C14 bernilai tinggi dan positif pada karakter bobot per buah.
5. Calon hibrida yang sesuai dalam program pemuliaan cabai untuk pembentukan varietas unggul ialah populasi F1 hasil persilangan IPB C2 x IPB C14 dan IPB C14 x IPB C2.

PUSTAKA

1. Badan Pusat Statistik 2010, *Produksi sayuran Indonesia periode 1997–2010*, diunduh 6 Juli 2011, <<http://www.bps.go.id>>.
2. Bahar, YH & Nugraheni, W 2008, *Hasil survei produktivitas hortikultura*, diunduh 7 Januari 2009, <<http://www.hortikultura.deptan.go.id>>.
3. Daryanto, A, Sujiprihati, S & Syukur, M 2010, 'Studi heterosis dan daya gabung karakter agronomi cabai (*Capsicum annum* L) hasil persilangan *half diallel*', *J. Agro. Indonesia*, vol. 38, no. 2, hlm. 113-21.
4. Djarwaningsih, T 2005, '*Capsicum* spp. (cabai): asal, persebaran, dan nilai ekonomi', *Biodiversitas*, vol. 6, no. 4, hlm. 292-96.
5. Geleta, Legesse, F, Labuschagne & Maryke, T 2006, 'Combining ability and heritability for vitamin C and total soluble solids in peppers (*Capsicum annum* L.)', *J. Sci. Food Agric.*, no. 86, pp. 1317-20.
6. Griffing, B 1956, 'Concept of general and specific combining ability and relation to diallel crossing system', *Aus. Biol. Sci.*, vol. 9, no. 4, pp. 463-93.
7. Hayman, BI 1954a, 'The analysis of variance of diallel crosses', *Biometrics*, no. 10, pp. 235-44.
8. Hayman, BI 1954b, 'The theory and analysis of diallel crosses', *Genetics*, no. 39, pp. 789-809.



9. Kamble, C, Mulge, R & Madalageri, MB 2009, 'Combining ability for earliness and productivity in sweet peppers (*Capsicum annuum* L.)', *Karnataka J. Agric. Sci.*, no. 22, pp. 151-54.
10. Herison, C, Rustikawati & Sudarsono, 2001, 'Studi potensi heterobeltiosis pada persilangan beberapa galur cabai merah (*Capsicum annuum* L.)', *Bul. Agro.*, vol. 29, no. 1, hlm 23-26.
11. Kirana, R & Sofiari, E 2007, 'Heterosis dan heterobeltiosis pada persilangan lima genotip cabai dengan metode dialel', *J. Hort.*, vol. 17, no. 2, hlm. 111-17.
12. Panayotof, N, Gueoguiev, V, & Ivanova, I 2000, 'Characteristic and grouping of F1 peppers (*Capsicum annuum* L) hybrids on the basic of cluster analysis by morphological characteristic of fruit', *Capsicum and Newsletter*, vol. 19, pp. 62-5.
13. Marame, F, Dessalegne, L, Fininsa, RL & Sigvald 2009, 'Heterosis and heritability in crosses among Asian and Ethiopian parents of hot peppers genotypes', *Euphytica*, vol. 168, pp. 235-47.
14. Nasir, M 1999, 'Efek heterosis dan heterobeltiosis pada tanaman lombok (*Capsicum annuum* L.)', *Habitat*, vol. 10, no. 105, hlm. 39-43.
15. Satoto & Suprihatno, B 1998, 'Heterosis dan stabilitas hasil hibrida-hibrida padi turunan galur mandul jantan IR62829A dan IR58025A', *Penel. Pert. Tan. Pangan*, vol. 17, no. 1, hlm. 33-7.
16. Seneviratne, KGS & Kannangara, KN 2004, 'Heterosis, heterobeltiosis and commercial heterosis for agronomic traits and yield of chili (*Capsicum annuum* L.)', *Annals of The Sri Lanka Department of Agriculture*, no. 6, pp. 195-201.
17. Singh, KB & Jain, RP 1970, 'Heterosis in mungbean', *Indian J. Gen. and Plant Breeding*, vol. 30, no. 10, pp. 251-60.
18. Sousa, JA, de & Maluf, WR 2003, 'Diallel analyses and estimation of genetic parameters of hot peppers (*Capsicum chinense* Jacq.)', *Sci. Agric.*, no. 60, pp. 1.
19. Sujiprihati, S, Yuniarti, MR, Syukur, M & Undang 2007, 'Pendugaan nilai heterosis dan daya gabung beberapa komponen hasil pada persilangan dialel penuh enam genotip cabai (*Capsicum annuum* L.)', *Bul. Agro.*, vol. 35, no. 1, hlm. 28-35.
20. Yudilastari, T 2009, 'Evaluasi daya hasil cabai hasil persilangan *half diallel* dan pendugaan parameter genetik populasinya', Skripsi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor,
21. Zou, XX, Ma, YQ, Liu, RY, Zhang, ZQ, Cheng, WC, Dai, XZ, Li, XF & Zhou, QC 2007, 'Combining ability analyses of net photosynthesis rate in peppers (*Capsicum annuum* L.)', *Agric. Sci. in Chin.*, no. 6, pp.159-66.

