

**STUDI HETEROSIS DAN DAYA GABUNG HASIL PERSILANGAN HALF DIALLEL CABAI
(*Capsicum annuum* L.)**

*Heterosis and Combining ability study of Half Diallel Crosses of Chili Genotypes (*Capsicum annuum* L.)*

Ady Daryanto¹, Sriani Sujiprihati², Muhamad Syukur²

¹Mahasiswa Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta IPB

²Staf Pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta IPB

Abstract

*The objective of this research were to study heterosis and heterobeltiosis effects of fifteen chili genotypes (*Capsicum annuum* L.), the general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) of six chili inbred lines through half diallel crosses. The experiment was conducted since November 2008 to June 2009 using a Randomized Complete Blocked Design with three replications at IPB experiment field, Leuwikopo, Darmaga. Two groups of quantitative characters were measured in F1 and their parents, i.e. fruit characters and yield characters. The fruit characters are fruit length, fruit wall thickness, weight per fruit, and fruit width. Yield characters are yield per plant, percentage of marketable fruit, and number of fruit per plant. Genotype 2 showed the highest GCA for weight per fruit and fruit length. Genotype 15 showed the highest GCA for yield per plant and percentage of marketable fruit. Hybrid 2x14 and 9x14 showed the highest heterosis, heterobeltiosis, and SCA for all fruit characters and yield per plant.*

Key Words: chili, heterosis, heterobeltiosis, combining ability, half diallel

PENDAHULUAN

Cabai termasuk ke dalam tanaman hortikultura kelompok sayuran buah. Berdasarkan data statistik yang dikeluarkan oleh Ditjen Hortikultura (2008) pada tahun 2007 diperoleh data total areal pertanaman sayuran Indonesia sebesar 1 001 606 ha dan 19.42% nya ditanami oleh komoditas cabai. Pada tahun 2007 terjadi penambahan areal pertanaman cabai dari 187 236 ha menjadi 204 048 ha, namun produktivitas cabai di Indonesia rata-rata baru 5.5 ton per ha, sedangkan menurut Bahar dan Nugrahaeni (2008) potensi hasil yang dapat dicapai adalah 17–21 ton/ha. Faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas cabai di Indonesia diantaranya adalah belum banyak digunakan varietas berdaya hasil tinggi (hibrida) dan terdapat serangan hama penyakit.

Salah satu kegiatan pemuliaan tanaman dalam rangka meningkatkan produksi adalah melalui perakitan varietas hibrida. Dalam perakitan varietas hibrida terdapat tahap pembentukan galur murni dan persilangan antara galur murni. Persilangan dialel adalah semua kemungkinan persilangan di dalam suatu grup tetua (galur murni), yang meliputi tetua-tetua itu sendiri (Christie and Shattuck, 1992). Persilangan dialel memberikan suatu pendekatan untuk evaluasi dan seleksi tetua-tetua yang akan dikombinasikan dalam usaha perbaikan pada suatu populasi. Dari persilangan tersebut dapat diperoleh informasi mengenai nilai heterosis dan heterobeltiosis hibrida yang terbentuk, selain itu dapat pula dilakukan analisis 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 akan menghasilkan turunan yang berpotensi hasil tinggi. Produksi hasil yang tinggi dapat dicapai jika turunan dari kombinasi tetua tersebut memiliki heterosis positif dan daya gabung yang tinggi. Heterosis merupakan bentuk penampilan superior hibrida yang dihasilkan bila dibandingkan dengan kedua tetuanya (Hallauer dan Miranda, 1995), sedangkan daya gabung (*combining ability*) dapat diartikan sebagai ukuran kemampuan dari suatu kombinasi tetua untuk menghasilkan kombinasi turunan yang diharapkan (Darlina *et al.*, 1992).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai heterosis dan heterobeltiosis hibrida hasil persilangan tetua secara setengah dialel (*half diallel*) dan kemampuan daya gabung umum dan daya gabung khususnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dimulai sejak bulan November 2008 sampai dengan Juni 2009. Pembibitan dilaksanakan di Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Tanaman Departemen Agronomi dan Hortikultura, IPB, dan penanaman dilakukan di Kebun Percobaan IPB, Leuwikopo, Darmaga, dengan ketinggian

tempat 190 m dpl yang memiliki jenis tanah Latosol. Curah hujan bulanan berkisar pada 259.9-570.6 mm/bulan dengan rata-rata temperatur 25.1-26.2°C serta kelembaban rata-rata 82-88% (BMKG Darmaga, 2009).

Material genetik yang digunakan adalah enam tetua cabai (Tabel 1) dan 15 genotipe hasil persilangan setengah dialel (*half diallel*). Percobaan menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLK) faktor tunggal yang di ulang tiga kali, sehingga terdapat 63 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 16 tanaman yang ditanam pada bedengan ukuran 1 m x 4 m dengan jarak tanam 50 cm x 50 cm (*double row*) lalu ditutup plastik mulsa hitam perak. Perbedaan antar perlakuan diuji menggunakan uji F pada taraf nyata 5%, bila terdapat perbedaan yang nyata maka untuk mengetahui hibrida yang berpenampilan lebih baik diantara hibrida lainnya dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*).

Tabel 1. Nama, Kode, dan Tipe Genotipe Tetua Persilangan *Half Diallel*.

Nama Genotipe	Kode IPB	Tipe Cabai	Keterangan
PSPT C11	2	Besar	Produksi tinggi, tahan Phytophthora ras 2.
ICPN 12#4	9	Besar	Tahan PVY dan Layu Bakteri
PBC 495	10	Rawit	Tahan CMV dan Gemini Virus.
CCA 321	14	Besar	Tahan CMV, CVMV, dan PVY
0209-4	15	Besar	Tahan Antraknosa dan Layu Bakteri
CA-MAZ	20	Rawit	Hias, Buah Ungu dan agak Bulat

Bibit disemai selama 8 minggu sebelum *transplanting*. Pupuk dasar yang digunakan adalah pupuk kandang kambing 20 ton/ha, ZA 400 kg/ha, SP-18 800 kg/ha, dan KCL 400 kg/ha. Pemupukan dilakukan setiap seminggu sekali, berupa larutan NPK Mutiara (10 g/l) yang dicampur dengan fungisida Antrakol (2 g/l), dosis 250 ml/tanaman. Pupuk Gandasil D diberikan saat pertumbuhan vegetatif, sedangkan Gandasil B saat generatif dengan konsentrasi masing-masing 2 g/l. Aplikasi Gandasil D maupun B bersamaan dengan penyemprotan insektisida dan fungisida.

Karakter yang diamati terdiri atas karakter kualitatif dan kuantitatif. Karakter kualitatif terdiri atas posisi bunga, warna mahkota bunga, warna kotak sari, warna buah (muda, intermediet, dan masak), bentuk buah, permukaan kulit buah, dan habitus tanaman. Pengamatan karakter kuantitatif dilakukan pada 10 tanaman contoh setiap satuan percobaan, yaitu untuk peubah ukuran buah: panjang buah (g), diameter buah (mm), tebal kulit (mm), dan bobot per buah (g) menggunakan 10 buah yang sama pada panen ke dua, dan peubah hasil: produksi bobot total per tanaman (g), persen bobot buah layak pasar (%), dan jumlah buah total pertanaman selama delapan minggu panen.

Nilai heterosis diduga berdasarkan nilai rata-rata tetuanya (*mid-parent heterosis*) dan nilai heterobeltiosis berdasarkan nilai rata-rata tetua terbaiknya (*High parent*) yaitu sebagai berikut:

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

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

Keterangan:

μ_{F1} = Nilai tengah hibrida

μ_{MP} = Mid Parent $\left[\frac{P1+P2}{2} \right]$

μ_{HP} = Nilai tengah tetua terbaik (*High Parent*).

Nilai daya gabung umum dan nilai daya gabung khusus diduga berdasarkan metode ke-2 Singh dan Chaudhary (1979):

a. Daya Gabung Umum (*General Combining Ability*)

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

b. Daya Gabung Khusus (*Specific Combining Ability*).

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

Keterangan:

g_i = Daya gabung umum galur murni ke-i.

S_{ij} = Daya gabung khusus dari persilangan antara genotipe ke-i dan ke-j.

Y_{ij} = Nilai tengah persilangan genotipe ke-i dan ke-j.

n = Jumlah genotipe tetua yang di uji.

Y_i = Jumlah nilai tengah persilangan genotipe ke-i.

Y_{ii} = Nilai tengah *selfing* genotipe ke-i.

Y_j = Jumlah nilai tengah persilangan genotipe ke-j.

Y_{jj} = Nilai tengah *selfing* genotipe ke-j.

$Y_{..}$ = Total keseluruhan nilai tengah genotipe yang di uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kedaaan Umum

Pembibitan dilakukan selama ± 8 minggu di dalam tray semai, mundur 2-3 minggu dari waktu normal persemaian cabai pada umumnya. Hama penyakit yang mengganggu saat persemaian antara lain adalah hama belalang dan penyakit rebah semai (*dumping-off*). Tindakan pengendalian yang dilakukan adalah mencabut bibit yang terserang dan aplikasi fungisida Antrakol secara bersamaan dengan pemberian pupuk NPK mutiara. Kendala umum yang teridentifikasi selama penanaman di lapangan adalah serangan hama kutu daun, kutu putih atau kutu kebul, lalat buah, thrips, belalang, dan ulat daun, sedangkan penyakit-penyakit yang menyerang diantaranya rebah semai (*dumping-off*), layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*), layu fusarium (*Fusarium oxysparum*), busuk pangkal batang *Sclerotium*, antraknosa pada buah (*Colletotricum capsici*), dan virus keriting daun. Adapun kendala lain pada buah yaitu, terbakarnya buah (*sun scorch*). Hama yang paling mengganggu adalah kutu daun yang menyebabkan rontoknya daun dan penyakit layu bakteri menjadi penyakit paling berat serangannya selama penanaman di lapangan.

Tabel 2. Karakter-Karakter Kualitatif.

Genotipe	Posisi Bunga	Warna Kotak Sari	Warna Mahkota Bunga	Posisi Buah	Habitus Tanaman	Warna buah			Permukaan Kulit buah	Bentuk Buah
						Muda	Inter	Tua/masak		
2	merunduk	ungu muda	putih	merunduk	intermediet	hijau tua	coklat muda	merah	semi keriting	memanjang
2 x9	intermediet	biru muda	putih	merunduk	intermediet	hijau	coklat muda	merah	halus	memanjang
2x10	intermediet	biru muda	putih	merunduk	tegak	hijau	orange	merah	semi keriting	memanjang
2x14	merunduk	ungu	putih	merunduk	intermediet	hijau	orange	merah	semi keriting	memanjang
2x15	intermediet	biru muda	putih	merunduk	intermediet	hijau tua	coklat muda	merah	keriting	memanjang
2x20	intermediet	biru muda	putih margin ungu	merunduk	intermediet	ungu	hijau	merah	halus	memanjang
9	intermediet	biru muda	putih	merunduk	tegak	hijau muda	orange	merah	halus	memanjang
9x10	intermediet	biru muda	putih	merunduk	tegak	hijau	orange	merah	halus	memanjang
9x14	merunduk	biru pucat	putih	merunduk	tegak	hijau muda	coklat muda	merah	halus	memanjang
9x15	merunduk	biru muda	putih	merunduk	intermediet	hijau	coklat muda	merah	semi keriting	memanjang
9x20	intermediet	biru muda	putih margin ungu	merunduk	intermediet	ungu	hijau	merah	halus	segitiga
10	tegak	biru muda	putih	tegak	tegak	hijau	orange	merah	halus	memanjang
10x14	merunduk	biru pucat	putih	merunduk	tegak	hijau	coklat muda	merah	halus	memanjang
10x15	intermediet	biru muda	putih	intermediet	intermediet	hijau	coklat muda	merah	semi keriting	memanjang
10x20	tegak	biru muda	putih margin ungu	tegak	intermediet	ungu	hijau	merah	halus	segitiga
14	merunduk	ungu	putih	merunduk	tegak	hijau muda	orange	merah	halus	memanjang
14x15	merunduk	biru muda	putih	merunduk	intermediet	hijau muda	coklat muda	merah	semi keriting	memanjang
14x20	intermediet	ungu	putih margin ungu	merunduk	intermediet	ungu	hijau	merah	halus	segitiga
15	merunduk	biru muda	putih	merunduk	intermediet	hijau tua	coklat muda	merah	keriting	memanjang
15x20	intermediet	biru muda	putih margin ungu	intermediet	intermediet	ungu	hijau	merah	semi keriting	memanjang
20	tegak	ungu	ungu dasar putih	tegak	intermediet	ungu	ungu	merah	halus	segitiga

Karakter Kualitatif

Karakter-karakter kualitatif yang diamati pada penelitian ini bermanfaat sebagai *cross check* penampilan hibrida terhadap para tetuanya. Berdasarkan hasil pengamatan, karakter kualitatif tetua dan hibrida yang muncul beragam. Ini disebabkan karena variasi tetua yang digunakan terdiri dari dua tipe *C. annuum* yaitu, tipe cabai besar dan tipe cabai rawit. Pada karakter posisi bunga dan buah, posisi tegak (*erect*) hanya ditunjukkan oleh tipe tetua rawit (genotipe 10 dan 20) serta kombinasinya (10x20), sedangkan tipe cabai besar menunjukkan posisi bunga dan buah merunduk (*pendant*). Kombinasi-kombinasi persilangan tetua 20 membawa warna ungu pada tampilan hibridanya seperti warna ungu pada kotak sari, mahkota bunga dan warna buah muda

Perubahan warna buah dari seluruh hibrida umumnya adalah hijau, coklat muda atau orange, lalu merah saat masak, akan tetapi pada hibrida hasil persilangan tetua 20 perubahan warna diawali oleh ungu lalu menjadi hijau, dan akhirnya menjadi merah. Bentuk buah segitiga juga terlihat diwariskan oleh tetua 20. Hampir seluruh kombinasi persilangan yang melibatkan tetua ini akan menghasilkan turunan yang memiliki bentuk buah segitiga menyerupai tetua 20, yaitu diantaranya terjadi pada hibrida 9x20, 10x20, dan 14x20 (Tabel 2).

Analisis Ragam

Berdasarkan uji F (*Fisher*) pada taraf 5%, semua karakter yang diamati berbeda nyata diantara genotipe yang diuji (Tabel 3). Untuk mengetahui hibrida yang berpenampilan lebih baik diantara hibrida-hibrida lainnya dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5%. Uji lanjut hibrida disajikan beserta dengan pendugaan nilai heterosis dan heterobeltiosis.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam untuk Seluruh Peubah Pengamatan Kuantitatif.

No	Peubah	Genotipe	
		F Hitung	KK (%)
1	Panjang buah (cm)	115.73**	6.28
2	Tebal Kulit buah (mm)	8.45**	9.01
3	Bobot per buah (g)	44.87**	10.98
4	Diameter buah (mm)	52.01**	5.31
5	Produksi total per tanaman (g)	8.68**	21.08
6	Persen bobot layak pasar (%)	2.01*	11.84
7	Jumlah buah	4.75**	20.94

Keterangan; * = berbeda nyata pada taraf 5%

** = berbeda nyata pada taraf 1%

Heterosis dan Heterobeltiosis

Bobot per Buah dan Panjang Buah

Terdapat Lima pasang kombinasi persilangan menunjukkan peningkatan bobot buah terhadap rata-rata kedua tetua dan tetua terbaiknya yaitu, hibrida 2x14, 2x15, 9x14, 10x20, dan 14x15. Kombinasi persilangan yang secara nyata

mendapatkan nilai rata-rata tertinggi diantara hibrida lainnya adalah hibrida 2x14 (8.93 g) dengan nilai heterosis dan heterobeltiosis positif yaitu, 39.40% dan 22.17% (Tabel 4).

Tabel 4. Bobot per Buah P1, P2, dan F1 serta Nilai Heterosis dan Heterobeltiosisnya.

G	P1 (cm)	P2 (cm)	F1 (cm)	Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
2x9	7.31	7.24	6.60 ^c	-9.28	-9.71
2x10	7.31	0.93	5.34 ^d	29.54	-26.99
2x14	7.31	5.50	8.93^a	39.43	22.17
2x15	7.31	7.04	7.98 ^b	11.17	9.12
2x20	7.31	2.59	5.29 ^d	6.80	-27.68
9x10	7.24	0.93	1.79^h	-56.21	-75.29
9x14	7.24	5.50	7.81 ^b	22.61	7.87
9x15	7.24	7.04	6.26 ^c	-12.31	-13.52
9x20	7.24	2.59	4.26 ^{ef}	-13.35	-41.18
10x14	0.93	5.50	2.75 ^g	-14.37	-49.95
10x15	0.93	7.04	3.75 ^f	-5.88	-46.72
10x20	0.93	2.59	2.67 ^g	51.95	3.26
14x15	5.50	7.04	7.72 ^b	23.17	9.70
14x20	5.50	2.59	4.85 ^{de}	19.81	-11.89
15x20	7.04	2.59	5.00 ^{de}	3.79	-29.02

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Tabel 5. Panjang Buah P1, P2, dan F1 serta Nilai Heterosis dan Heterobeltiosisnya

G	P1 (cm)	P2 (cm)	F1 (cm)	Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
2x9	13.66	9.37	10.17 ^b	-11.68	-25.55
2x10	13.66	3.54	8.40 ^c	-2.37	-38.54
2x14	13.66	8.77	12.81^a	14.19	-6.25
2x15	13.66	11.03	12.11 ^a	-1.90	-11.35
2x20	13.66	2.99	6.15 ^e	-26.13	-54.98
9x10	9.37	3.54	4.60 ^f	-28.74	-50.91
9x14	9.37	8.77	9.70 ^b	6.98	3.56
9x15	9.37	11.03	10.22 ^b	0.16	-7.37
9x20	9.37	2.99	5.41 ^e	-12.46	-42.26
10x14	3.54	8.77	5.91 ^e	-3.98	-32.61
10x15	3.54	11.03	7.77 ^c	6.61	-29.59
10x20	3.54	2.99	4.30 ^f	31.70	21.47
14x15	8.77	11.03	12.36 ^a	24.85	12.06
14x20	8.77	2.99	6.01 ^e	2.26	-31.44
15x20	11.03	2.99	6.96 ^d	-0.76	-36.93

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%.

Pada peubah panjang buah terdapat tiga kombinasi persilangan yang memiliki nilai heterosis dan heterobeltiosis positif yaitu, hibrida 9x14, 10x20, dan 14x15. Nilai heterosis dan heterobeltiosis tertinggi dimiliki oleh genotipe 10x20 yaitu 31.70% dan 21.47% dengan rata-rata 4.30 cm, akan tetapi panjang buah genotipe 10x20 nyata lebih kecil dibandingkan tiga belas hibrida lainnya, kecuali dengan hibrida 9x10 (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa heterosis dan heterobeltiosis yang tinggi tidak selalu disertai dengan nilai tengah yang tinggi dalam persilangan dialel. Berdasarkan standar panjang buah yang dikeluarkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN, 1998) untuk cabai merah segar, kombinasi persilangan 2x14, 2x15, dan 14x15 masuk ke dalam kelas mutu I (12-14 cm).

Diameter Buah dan Tebal Kulit Buah

Untuk peubah diameter buah terdapat delapan hibrida yang memiliki nilai heterosis dan heterobeltiosis positif. Hibrida 2x15 memiliki diameter buah paling besar secara nyata dibandingkan hibrida lainnya dengan rata-rata nilai 19.33 mm (Tabel 6). Badan Standardisasi Nasional (BSN, 1998) menyatakan bahwa diameter pangkal buah cabai merah kelas mutu I adalah 15-17 mm. Kombinasi persilangan 2x15 memiliki diameter buah lebih besar dibandingkan kelas mutu I BSN yaitu, 19.33 mm, lebih besar 2.33 mm. Hibrida 2x20, 9x15, 9x20, 14x15, 14x20, dan 15x20 masuk dalam kelas mutu I, sedangkan hibrida 2x9, 2x14, dan 9x14 masuk dalam kategori mutu II (13-15 mm). Untuk lima hibrida sisanya masuk dalam kategori mutu III (<13 mm).

Hampir semua F1 memiliki tebal kulit buah yang lebih tebal dibandingkan dengan rata-rata tetuanya. Tiga belas F1 yang memiliki nilai heterosis positif dan tujuh diantaranya

bernilai heterobeltiosis positif. Kombinasi persilangan dengan nilai heterosis dan heterobeltiosis positif dimiliki oleh hibrida 2x9, 2x10, 2x14, 2x20, 9x14, 14x15, dan 14x20 (Tabel 7).

Tabel 6. Diameter Buah P1, P2, dan F1 serta Nilai Heterosis dan Heterobeltiosisnya.

G	P1 (mm)	P2 (mm)	F1 (mm)	Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
2x9	12.76	13.53	14.95 ^c	13.74	10.50
2x10	12.76	7.12	9.29 ^f	-6.59	-27.23
2x14	12.76	13.16	14.62 ^c	12.80	11.09
2x15	12.76	18.71	19.33^a	22.83	3.30
2x20	12.76	14.68	15.51 ^{bc}	13.06	5.66
9x10	13.53	7.12	9.21^f	-10.76	-31.90
9x14	13.53	13.16	14.79 ^c	10.83	9.32
9x15	13.53	18.71	16.73 ^b	3.77	23.64
9x20	13.53	14.68	15.00 ^c	6.36	2.19
10x14	7.12	13.16	10.63 ^e	4.86	-19.20
10x15	7.12	18.71	11.94 ^d	-7.58	-36.21
10x20	7.12	14.68	12.51 ^d	14.78	-14.77
14x15	13.16	18.71	15.65 ^{bc}	-1.79	-16.36
14x20	13.16	14.68	15.68 ^{bc}	12.61	6.78
15x20	18.71	14.68	16.87 ^b	1.06	-9.82

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%.

Tabel 7. Tebal Kulit Buah P1, P2, dan F1 serta Nilai Heterosis dan Heterobeltiosisnya.

G	P1 (mm)	P2 (mm)	F1 (mm)	Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
2x9	1.34	1.51	1.60 ^{abcd}	12.02	5.72
2x10	1.34	0.84	1.38 ^{cde}	26.96	3.27
2x14	1.34	1.57	1.64 ^{abc}	12.39	4.16
2x15	1.34	1.49	1.46 ^{bcdde}	3.04	-2.15
2x20	1.34	1.65	1.67 ^{ab}	11.42	0.95
9x10	1.51	0.84	1.08^f	-7.89	-28.32
9x14	1.51	1.57	1.73 ^{ab}	12.45	10.30
9x15	1.51	1.49	1.46 ^{bcdde}	-2.51	-3.16
9x20	1.51	1.65	1.63 ^{abc}	3.33	-1.05
10x14	0.84	1.57	1.38 ^{cde}	14.36	-12.23
10x15	0.84	1.49	1.21 ^{ef}	3.63	-18.97
10x20	0.84	1.65	1.33 ^{def}	7.10	-19.19
14x15	1.57	1.49	1.59 ^{abcd}	4.16	1.51
14x20	1.57	1.65	1.74^a	8.36	5.73
15x20	1.49	1.65	1.55 ^{abcd}	-1.55	-6.32

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%.

Produksi total per tanaman

Produksi total per tanaman merupakan faktor terpenting pada produksi hasil tanaman cabai dalam memperoleh genotipe persilangan dengan potensi produksi hasil tinggi. Secara umum terjadi peningkatan bobot produksi F1 dibandingkan dengan tetua-tetuanya, ini terlihat dari empat belas F1 memiliki nilai heterosis positif. Delapan hibrida menunjukkan nilai heterosis dan heterobeltiosis bernilai positif yaitu, hibrida 2x14, 2x15, 9x14, 9x15, 9x20, 10x20, dan 14x15.

Tabel 8. Produksi total per tanaman (g) P1, P2, dan F1 serta Nilai Heterosis dan Heterobeltiosisnya.

G	P1 (g)	P2 (g)	F1 (g)	Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
2x9	428.68	395.05	500.74 ^{bcdde}	21.58	16.81
2x10	428.68	107.79	327.76 ^{def}	22.19	-23.54
2x14	428.68	511.84	611.45 ^{abc}	30.02	19.46
2x15	428.68	581.13	603.99 ^{abc}	19.62	3.93
2x20	428.68	263.67	397.78 ^{cdef}	14.91	-7.21
9x10	395.05	107.79	211.72^f	-15.79	-46.41
9x14	395.05	511.84	744.04^a	64.09	45.37
9x15	395.05	581.13	743.65 ^a	52.36	27.97
9x20	395.05	263.67	409.99 ^{cdef}	24.48	3.78
10x14	107.79	511.84	422.85 ^{cdef}	36.48	-17.39
10x15	107.79	581.13	539.83 ^{abcd}	56.72	-7.11
10x20	107.79	263.67	320.62 ^{ef}	72.63	21.60
14x15	511.84	581.13	687.97 ^{ab}	25.89	18.38
14x20	511.84	263.67	470.63 ^{cde}	21.37	-8.05
15x20	581.13	263.67	557.87 ^{abc}	32.07	-4.00

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%.

Munculnya efek heterosis ini disebabkan adanya akumulasi gen dominan, sedangkan heterobeltiosis tidak lepas dari adanya efek dominan lebih (*over-dominan*) pada karakter tersebut (Nasir, 1999). Nilai heterosis terbaik dimiliki oleh hibrida 10x20 (72.63%) dengan rata-rata F1-nya hanya sebesar 320.62 g/tanaman, sedangkan heterobeltiosis terbaik terjadi pada hibrida 9x14 (45.37%) dengan rata-rata hasil 744.04 g. Hibrida 9x14 secara nyata memiliki rata-rata bobot buah total per tanaman lebih tinggi dibandingkan hibrida 10x20, 2x9, 2x10, 2x20, 9x10, 9x20, 10x14, dan 14x20, tetapi tidak berbeda secara nyata besar produksinya dengan hibrida 2x14, 2x15, 9x15, 10x15, dan 15x20.

Dari pengujian di atas dapat dilihat bahwa nilai heterosis yang tinggi tidak selalu menjamin rataan hasil yang tinggi pada hibridanya. Hal yang sama juga dinyatakan Hadiatmi *et al.* (2001) bahwa nilai heterosis yang tinggi tidak selalu menunjukkan daya hasil hibrida yang tinggi, tetapi masih dipengaruhi oleh faktor lain, yaitu oleh kemampuan daya gabung dari tetuanya.

Persen Bobot Buah Layak Pasar per Tanaman

Ciri produksi yang baik salah satunya ditentukan oleh persen bobot buah layak pasar yang tinggi. Peubah ini diperoleh dari membandingkan bobot buah layak pasar terhadap produksi total per tanaman pada masing-masing kombinasi persilangan. Terdapat tujuh kombinasi persilangan dengan nilai heterosis dan heterobeltiosis positif yaitu, hibrida 2x14, 2x15, 2x20, 9x15, 10x15, 14x15, dan 15x20.

Tabel 9. Persen Bobot Layak Pasar P1, P2, dan F1 serta Nilai Heterosis dan Heterobeltiosis.

G	P1 (%)	P2 (%)	F1 (%)	Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
2x9	66.24	82.08	66.40^b	-10.46	-19.10
2x10	66.24	83.47	80.64 ^{ba}	7.73	-3.39
2x14	66.24	67.67	78.19 ^{ba}	16.78	15.55
2x15	66.24	71.46	82.11 ^{ba}	19.27	14.91
2x20	66.24	59.86	79.12 ^{ba}	25.49	19.45
9x10	82.08	83.47	80.93 ^{ba}	-2.23	-3.04
9x14	82.08	67.67	74.92 ^{ba}	0.06	-8.72
9x15	82.08	71.46	84.72^a	10.36	3.22
9x20	82.08	59.86	72.16 ^{ba}	1.67	-12.09
10x14	83.47	67.67	74.89 ^{ba}	-0.90	-10.28
10x15	83.47	71.46	84.31 ^a	8.84	1.01
10x20	83.47	59.86	79.55 ^{ba}	11.01	-4.69
14x15	67.67	71.46	84.25 ^a	21.11	17.89
14x20	67.67	59.86	67.42 ^{ba}	5.74	-0.37
15x20	71.46	59.86	83.31 ^{ba}	26.88	16.58

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%.

Jumlah Buah

Tabel 10. Jumlah Buah P1, P2, dan F1 serta Nilai Heterosis dan Heterobeltiosisnya.

G	P1	P2	F1	Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
2x9	82	135	126 ^{ef}	16.26	-6.30
2x10	82	152	204 ^{abc}	74.50	34.60
2x14	82	133	102^f	-5.13	-23.31
2x15	82	137	121 ^{ef}	10.77	-11.26
2x20	82	151	105^f	-9.90	-30.35
9x10	135	152	154 ^{cdef}	7.84	1.73
9x14	135	133	156 ^{cdef}	16.61	16.14
9x15	135	137	191 ^{abcd}	40.67	39.53
9x20	135	151	149 ^{cdef}	4.49	-1.13
10x14	152	133	210 ^{ab}	47.30	38.44
10x15	152	137	241^a	66.96	58.73
10x20	152	151	212 ^{ab}	40.48	40.04
14x15	133	137	136 ^{def}	0.84	-0.37
14x20	133	151	144 ^{def}	1.44	-4.38
15x20	137	151	175 ^{bcd}	21.76	16.09

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 10, hampir seluruh F1 memiliki jumlah buah yang lebih banyak dibandingkan para tetuanya. Hal ini dapat terlihat dari tiga belas kombinasi persilangan memiliki nilai heterosis positif dan tujuh diantaranya bernilai heterobeltiosis positif. Hibrida 10x15 memiliki nilai heterosis

dan heterobeltiosis paling besar yaitu, 66.96% dan 58.73%. Menurut Ahmed *et al.* (1997) dalam Kirana dan Sofiari (2007) jumlah buah per tanaman merupakan komponen hasil yang berkorelasi positif dan berpengaruh secara langsung terhadap hasil cabai, namun dalam penelitian ini jumlah buah belum berkorelasi secara nyata (0.068^{tn}) terhadap hasil cabai. Hal ini diduga karena tetua-tetua yang digunakan memiliki jarak genetik yang jauh (cabai tipe besar dengan tipe cabai rawit).

Daya Gabung Umum dan Khusus

Terdapat perbedaan yang nyata berdasarkan analisis ragam untuk daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK) pada semua karakter kuantitatif yang diamati, kecuali untuk nilai DGK peubah tebal kulit buah dan persen bobot layak pasar (Tabel 11).

Tabel 11. Rekapitulasi Sidik Ragam Nilai DGU dan DGK

No	Peubah	F Hitung		KK (%)
		DGU	DGK	
1	Panjang buah (cm)	428.87 **	11.3 **	6.28
2	Tebal kulit buah (mm)	28.99 **	1.59 ^{tn}	9.00
3	Bobot per buah (g)	154.60 **	8.26**	10.98
4	Diameter pangkal buah (mm)	185.70 **	7.50**	5.31
5	Produksi total per tanaman (g)	26.18**	2.84**	21.08
6	Persen Bobot layak pasar	3.31 *	1.58 ^{tn}	19.83
7	Jumlah buah	10.17**	2.99**	20.94

Keterangan: ** berbeda sangat nyata taraf 1% * berbeda nyata taraf 5%
^{tn} tidak berbeda nyata taraf 5%

Nilai DGU dan DGK pada karakter ukuran buah memiliki variasi yang tinggi. Genotipe tetua 2 memiliki DGU tertinggi untuk karakter panjang buah dan bobot per buah. DGU diameter buah tertinggi dimiliki oleh tetua 15. Tetua dengan nilai DGU positif untuk semua peubah ukuran buah hanya terdapat pada tetua 9, akan tetapi tetua ini tidak pernah mendapatkan nilai tertinggi untuk tiap-tiap peubah tersebut. Genotipe F1 dengan nilai DGK positif pada seluruh peubah ukuran buah dimiliki oleh genotipe 2x14, 9x14, dan 10x20 (Tabel 12).

Hibrida 2x14 mendapatkan nilai tertinggi pada DGK peubah bobot per buah, sejalan dengan nilai heterosis, heterobeltiosis, serta nilai rataannya yang mendapatkan nilai tertinggi secara nyata diantara hibrida lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai heterosis yang tinggi akan berpengaruh terhadap nilai DGK yang tinggi pula. Hal ini dipertegas oleh Darlina *et al.* (1992) yang menyatakan bahwa penampilan heterosis yang baik pada setiap kombinasi persilangan selalu ditandai dengan tingginya efek DGK dari hibrida tersebut.

Pada dua peubah hasil yaitu, persen bobot buah layak pasar dan produksi total per tanaman, tetua 15 dan 9 memiliki nilai DGU positif. Tetua 15 menempati urutan tertinggi pada peubah produksi total per tanaman, sedangkan kombinasi persilangan yang memiliki nilai DGK tinggi pada peubah produksi total per tanaman ialah hibrida 2x14, 9x14, 9x15, 10x15, dan 10x20. Bila dibandingkan dengan penelitian Sujiprihati *et al.* (2007) dengan genotipe yang berbeda, khususnya pada peubah produksi total per tanaman, dilaporkan nilai DGU dan DGK tertinggi yang diperoleh masing-masing ialah 35.21 dan 97.93. Pada penelitian ini diperoleh nilai DGU tertinggi adalah 126.99 dan DGK 175.33. Hal ini menunjukkan bahwa genotipe tetua dalam penelitian ini memiliki kemampuan bergabung membentuk hibrida berdaya hasil lebih baik.

Nilai DGU paling besar pada peubah jumlah buah ditunjukkan oleh tetua 10, sedangkan tetua 2 memiliki nilai DGU paling rendah. Untuk hibrida yang memiliki nilai DGK tinggi adalah 2x10, 9x15, 10x14, dan 10x15. Hibrida 2x10 merupakan hibrida dengan nilai DGK tertinggi. Berdasarkan hasil ini terlihat bahwa DGK yang tinggi tidak hanya berasal dari dua tetua dengan nilai DGU yang tinggi saja, akan tetapi bila salah satu tetua telah memiliki nilai DGU yang tinggi maka dapat menghasilkan hibrida dengan nilai DGK yang tinggi pula. Menurut Virmani (1994) dalam Hairmansis *et al.* (2005) hibrida yang menunjukkan DGK tinggi biasanya dihasilkan dari persilangan dimana paling sedikit satu tetuanya memiliki DGU tinggi.

Tetua-tetua dengan nilai DGU yang nyata bila digunakan sebagai tetua persilangan akan menghasilkan hibrida-hibrida yang memiliki vigor baik pada karakter yang bersangkutan. Genotipe yang memiliki nilai DGU nyata dapat digunakan sebagai tetua penyusun varietas sintetik (*synthetic variety*) atau sebagai tetua pembuatan populasi dasar melalui metode seleksi berulang (*recurrent selection*). Kombinasi persilangan yang nilai DGK-nya nyata dapat dipertimbangkan sebagai tetua pembentuk varietas hibrida (Suhendi *et al.*, 2004).

Hibrida yang baik umumnya diperoleh dari hasil persilangan tetua-tetua yang memiliki DGU, DGK, serta nilai heterosis dan atau heterobeltiosis yang tinggi. Di dalam penelitian ini kombinasi persilangan yang dapat memenuhi kriteria-kriteria tersebut untuk karakter produksi total per tanaman dan ukuran buah adalah kombinasi persilangan 2x14 dan 9x14.

Tabel 12. Nilai Daya Gabung Umum dan Khusus

G	Panjang Buah	Tebal Kulit Buah	Diameter Buah	Bobot per Buah	Produksi total per tanaman	Persen Bobot Buah Layak Pasar	Jumlah buah
DGU							
2	2.44	0.02	0.21	1.44	2.42	-1.95	-32.16
9	0.18	0.03	0.02	0.50	15.07	1.09	-3.16
10	-2.42	-0.28	-3.72	-2.38	-155.17	4.09	31.79
14	0.86	0.12	0.02	0.73	85.12	-2.44	-6.87
15	1.76	-0.01	2.55	0.95	126.99	3.38	8.35
20	-2.83	0.12	0.92	-1.24	-74.43	-4.16	2.04
DGK							
2x9	-0.65	0.08	0.78	-0.66	14.72	-9.10	8.40
2x10	0.17	0.17	-1.14	0.96	11.98	2.14	51.57
2x14	1.30	0.03	0.46	1.44	55.38	6.22	-11.61
2x15	-0.29	-0.02	2.64	0.27	6.06	4.32	-7.84
2x20	-1.67	0.06	0.45	-0.23	1.26	8.87	-17.87
9x10	-1.36	-0.14	-1.03	-1.65	-116.71	-0.61	-27.28
9x14	0.46	0.12	0.82	1.26	175.33	-0.09	13.30
9x15	0.08	-0.03	0.22	-0.50	133.07	3.88	32.63
9x20	-0.15	0.02	0.12	-0.31	0.83	-1.14	-2.80
10x14	-0.74	0.07	0.40	-0.91	24.37	-3.12	32.12
10x15	0.23	0.02	-0.83	-0.13	99.49	0.48	47.68
10x20	1.34	0.02	1.37	0.98	81.69	3.26	25.64
14x15	1.54	0.01	-0.85	0.73	7.34	6.94	-18.23
14x20	-0.23	0.04	0.80	0.04	-8.58	-2.34	-4.00
15x20	-0.18	-0.04	-0.53	-0.02	36.79	7.72	11.66

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kombinasi persilangan 2x14 dan 9x14 adalah hibrida dengan nilai heterosis dan atau heterobeltiosis serta DGK yang tinggi pada peubah ukuran buah (bobot per buah, panjang buah, tebal kulit buah, dan diameter buah), dan produksi total per tanaman. Produksi total per tanaman untuk genotipe 9x14 sebesar 744.04 g/tanaman dan 611.45 g/tanaman untuk genotipe 2x14. Selain itu, hibrida 2x14 masuk ke dalam kelas mutu I SNI cabai merah segar untuk karakter panjang buah, yaitu 12.81 cm.
2. Tetua 2 adalah penggabung yang baik untuk peubah bobot per buah dan panjang buah, sedangkan tetua 15 merupakan penggabung yang baik untuk produksi total per tanaman.
3. Tetua yang memiliki daya gabung yang baik pada semua peubah ukuran buah dan produksi total per tanaman adalah tetua 14.

Saran

1. Kombinasi persilangan 2x14 dan 9x14 berpotensi baik untuk menjadi varietas hibrida.
2. Sebaiknya digunakan tipe tetua cabai (*C. annuum*) yang sama (tipe cabai besar atau rawit), agar nilai heterosis dan heterobeltiosis yang tinggi dapat disertai dengan nilai tengah yang tinggi pula.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahar, Y.H dan W. Nugraheni. 2008. Hasil Survei Produktivitas Hortikultura. <http://www.hortikultura.deptan.go.id>. [7 Januari 2009].
- Badan Standardisasi Nasional. 1998. Cabai Merah Segar. Standar Nasional Indonesia (SNI). 9 hal.

- Christie, B.R and V.I. Shattuck. 1992. The diallel cross: design, analysis, and use for plant breeder. J. page 9-32. Janick (*Ed*). Plant Breeding Reviews. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Darlina E., A.A. Daradajat, dan T. Herawati. Daya gabung dan heterosis karakter hasil enam genotipe kedelai dalam silang dialil. *Zuriat*. 3(2): 32-38.
- Ditjen Hortikultura. 2008. Luas Panen Tanaman Sayuran Indonesia Periode 2003-2007. <http://www.hortikultura.deptan.go.id>. [16 Desember 2008].
- Hadiatmi, S.G. Budiarti, dan Sutoro. 2001. Evaluasi Heterosis Tanaman Jagung. Seminar hasil dan penelitian rintisan dan bioteknologi tanaman. Bogor. 7 hal.
- Hairmansis, A, H. Aswidinnoor, Trikoesoemaningtyas, dan Suwarno. 2005. Daya Gabung Karakter Pengisian Gabah Varietas Padi yang Membawa Alel Netral Pada Locus S-5. *Zuriat* 16(2): 172-180.
- Hallauer, A.R dan Miranda, J.B. 1995. Quantitative Genetics in Maize Breeding, Second Edition. Iowa State University Press. America. p.463.
- Kirana, R. dan E. Sufiari. 2007. Heterosis dan Heterobeltiosis Pada Persilangan 5 Genotipe Cabai dengan Metode Dialil. *Jurnal Hortikultura*. Vol 17: 111-117.
- Nasir, M. 1999. Efek Heterosis dan Heterobeltiosis Pada Tanaman Lombok (*Capsicum annuum* L.). *Habitat* 10(105): 39-43.
- Singh, R.K dan R.D. Chaundary. 1978. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Publishers. New Delhi. p.301.
- Suhendi, D., A. W. Susilo, dan S. Mawardi. 2004. Analisis Daya Gabung Karakter Pertumbuhan Vegetatif Beberapa Klon Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Zuriat*, Vol. 15(2).
- Sujiprihati, S., R. Yunianti, M. Syukur, dan Undang. 2007. Pendugaan Nilai Heterosis dan Daya Gabung Beberapa Komponen Hasil pada Persilangan Dialel Penuh Enam Genotipe Cabai (*Capsicum annuum* L.). *Bul. Agron*. 35 (1): 28-35.