

HETEROSIS DAN DAYA GABUNG PADA PERSILANGAN *HALF DIALLEL* CABAI BESAR DAN CABAI KERITING (*Capsicum annuum* L.)

Heterosis and Combining Ability of Hybridization between Big and Curly Pepper (Capsicum annuum L.) in Half Diallel Crosses

Yesy Mardianawati dan Muhamad Syukur

Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti Kampus IPB Daramaga Bogor 16680, Indonesia

*Penulis untuk korespondensi: muhsyukur@ipb.ac.id

ABSTRACT

The aim of this research was to study estimation the heterosis and heterobeltiosis of fifteen hybrids, the general combining ability (GCA), and the specific combining ability (SCA) of six chili inbred lines of hybridization between big and curly pepper (*Capsicum annuum* L.). This research was conducted at Genetic and Plant Breeding Laboratory and IPB Experimental Field, Leuwikopo, Dramaga, Bogor, from September 2012 to March 2013. The experimental design used was randomized complete block design (RCBD) single factor with three replication. Plant materials were six chili inbred lines, fifteen hybrids from hybridization half diallel crosses, and two commercial hybrid. Genotype IPB C5 showed the highest GCA for harvesting time, fruit weight, and yield. Genotype IPB C120 showed the highest GCA for plant height and fruit length. Genotype IPB C159 x IPB C111, IPB C159 x IPB C2, IPB C120 x IPB C5, IPB C111 x IPB C2, and IPB C19 x IPB C5 had positive heterosis, heterobeltiosis, and SCA values for some variables observed. All these genotypes had advantages that were not significantly different from the comparison of varieties TM 999 and Princess on all characters observed.

Keyword: combining ability, heterobeltiosis, heterosis, hybrid

PENDAHULUAN

Cabai adalah salah satu komoditas sayuran penting dan bernilai ekonomi tinggi di Indonesia. Tanaman cabai dapat dikembangkan baik di dataran rendah maupun dataran tinggi (Syukur *et al.*, 2011). Menurut Greenleaf (1986), cabai memiliki peranan penting dalam makanan seperti penambah selera, warna makanan, vitamin C, dan kepedasan. Cabai keriting merupakan salah satu jenis cabai yang memiliki daya simpan lebih lama dan harga jual lebih tinggi dibandingkan dengan cabai besar. Cabai keriting lebih banyak disukai oleh masyarakat di daerah Sumatera karena ciri fisik cabai keriting lebih kering, tidak langu, dan tidak manis dibandingkan dengan cabai besar dan cabai rawit. Cabai keriting memiliki ukuran buah yang lebih kecil

dibandingkan cabai besar, disamping itu umur panen cabai keriting lebih lama dibandingkan, sehingga proses panen cabai keriting menjadi lebih sulit.

Produktivitas cabai di Indonesia sebesar 6.19 ton ha⁻¹ pada tahun 2011 (BPS 2013). Hal ini masih lebih rendah dari potensi produktivitas cabai nasional yang dapat mencapai 22 ton ha⁻¹ (Syukur *et al.* 2010a). Faktor penyebab rendahnya produktivitas cabai di Indonesia termasuk pada cabai keriting diantaranya belum banyak menggunakan varietas berdaya hasil tinggi (hibrida) dengan kualitas benih bermutu, kurangnya penerapan teknologi budidaya yang sesuai, penanganan pasca panen yang belum optimal, dan adanya serangan hama penyakit. Salah satu kegiatan dalam rangka meningkatkan produktivitas adalah perakitan varietas hibrida (Daryanto

et al., 2010; Syukur *et al.*, 2010c; Arif *et al.*, 2012). Menurut Syukur *et al.* (2010a), perakitan varietas diharapkan dapat menghasilkan varietas unggul yang dapat ditanam di berbagai daerah di Indonesia. Menurut Daryanto *et al.* (2010), dalam perakitan varietas hibrida terdapat tahap pembentukan galur murni dan persilangan antara galur murni. Persilangan antara galur yang melibatkan sejumlah tetua untuk dievaluasi dan seleksi terhadap kombinasi-kombinasi persilangannya adalah persilangan dialel.

Salah satu tahapan yang dapat dilakukan untuk evaluasi dan seleksi pada persilangan dialel adalah mengevaluasi daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK) dalam menilai hasil persilangan antara galur. Informasi tersebut digunakan untuk mendapatkan keturunan yang berpotensi hasil tinggi dari hasil kombinasi tetua. Daya hasil yang tinggi dapat dicapai jika keturunan dari kombinasi persilangan memiliki heterosis dan heterobeltiosis yang tinggi (Sujiprihati *et al.*, 2007). Heterosis dan heterobeltiosis yang tinggi dapat diperoleh jika terjadi akumulasi gen dominan, adanya interaksi antara gen dalam satu lokus yang mengakibatkan heterozigositas dalam arti overdominan, dan interaksi antara alel berbeda lokus (Syukur *et al.*, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk menduga nilai heterosis dan heterobeltiosis 15 hibrida, daya gabung umum, dan daya gabung khusus enam galur murni cabai besar dan cabai keriting (*Capsicum annum* L.), serta mengetahui daya hasil 15 hibrida cabai (*Capsicum annum* L.) dibandingkan dengan dua varietas komersial.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman IPB Dramaga dan Kebun Percobaan IPB Leuwikopo, Dramaga, Bogor. Percobaan dilakukan pada bulan September 2012 sampai Maret 2013. Bahan tanam yang digunakan adalah 6 galur murni (tetua) yaitu

IPB C2 (cabai semi keriting), IPB C5 (cabai besar), IPB C19 (cabai besar), IPB C111 (cabai keriting), IPB C120 (cabai keriting), dan IPB C159 (cabai keriting), 15 hibrida hasil persilangan setengah dialel serta 2 varietas hibrida komersial (cabai keriting TM 999 dan Princess).

Penelitian ini menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLT) faktor tunggal dengan tiga ulangan yang ditempatkan secara acak sehingga diperoleh 69 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdapat 20 tanaman yang ditanam pada bedengan berukuran 1 m x 5 m dan ditutup mulsa plastik hitam perak dengan jarak tanam 50 cm x 50 cm. Bibit disemai selama \pm 8 minggu sebelum tanam. Pupuk dasar yang digunakan adalah pupuk kandang (20 ton ha⁻¹), urea (400 kg ha⁻¹), SP-36 (300 kg ha⁻¹) dan KCl (300 kg ha⁻¹). Pupuk susulan dilakukan setiap seminggu sekali, berupa larutan NPK Mutiara (10 g l⁻¹) yang dicampur dengan fungisida (2 g l⁻¹) atau bakterisida (2 g l⁻¹) yang aplikasinya dilakukan secara bergantian dua minggu sekali. Pupuk Gandasil D atau B (2 g l⁻¹) dilakukan bersamaan dengan penyemprotan fungisida atau bakterisida. Pemupukan diaplikasikan dengan menyiram larutan pupuk sebanyak 250 ml tanaman⁻¹.

Pengamatan dilakukan pada 10 tanaman contoh dari setiap satuan percobaan. Karakter yang diamati adalah karakter komponen hasil yang meliputi tinggi tanaman (cm), umur panen (hari setelah tanam/HST), panjang buah (cm), bobot per buah (g), dan produktivitas (ton ha⁻¹). Perbedaan antara genotipe hibrida pada setiap karakter diuji menggunakan uji F pada taraf nyata 5%, karakter yang berpengaruh nyata dianalisis lanjut dengan metode uji t-Dunnnett pada taraf 5% untuk membandingkan varietas hibrida (F1) dengan varietas pembanding yang telah komersial dan uji *duncan's multiple range test* (DMRT) untuk mengetahui hibrida (F1) terbaik. Pendugaan nilai heterosis dianalisis berdasarkan rata-rata kedua tetuanya, sedangkan nilai heterobeltiosis dianalisis berdasarkan rata-rata tetua terbaik (Kumar

dan Prakash 2011; Syukur *et al.* 2012), sebagai berikut: Heterosis = $\frac{\mu F1 - \mu MP}{\mu MP} \times 100\%$, dimana: $\mu F1$ = rata-rata F1, μMP = rata-rata kedua tetua, sedangkan Heterobeltiotis = $\frac{\mu F1 - \mu BP}{\mu BP} \times 100\%$, μBP = rata-rata tertua terbaik.

Pendugaan nilai daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK) galur murni dianalisis dengan menggunakan metode II Griffing yaitu berdasarkan *half diallel cross* (enam tetua dan 15 hibrida) dengan asumsi tidak ada efek resiprokal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Heterosis dan Heterobeltiosis

Heterosis dapat digunakan untuk memperoleh informasi terkait peningkatan dan penurunan F1 daripada rata-rata kedua tetua dan tetua terbaik (heterobeltiosis). Heterosis juga digunakan untuk menguraikan DGU dan DGK dalam memperkuat proses

seleksi (Khan dan Ali, 2011). Nilai heterosis dan heterobeltiosis dipengaruhi oleh adanya pengaruh gen non aditif atau efek overdominan yang diwariskan pada sifat-sifat fisik tanaman (Prajapati dan Agalodia, 2011; Batool *et al.*, 2013). Sifat-sifat fisik tanaman yang dapat diwariskan tersebut diantaranya umur panen, tinggi tanaman, panjang buah, bobot per buah, dan produktivitas.

Nilai rata-rata tetua pada karakter umur panen adalah 78.00-100.67 HST, sedangkan nilai rata-rata hibrida F1 adalah 70.33-82.33 HST. Nilai heterosis hibrida berkisar -20.81-2.52% dan nilai heterobeltiosis berkisar -20.07-4.27% pada karakter umur panen (Tabel 1). Nilai heterosis dan heterobeltiosis pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan nilai heterosis dan heterobeltiosis karakter umur panen pada penelitian Sitaresmi *et al.* (2010) yaitu -6.86-17.42% dan -9.44-17.19%.

Tabel 1. Nilai rata-rata umur panen P1, P2, dan F1 serta nilai heterosis dan heterobeltiosis

Genotipe (IPB C-)	Umur panen (HST)			Heterosis (%)	Heterobeltiotis (%)
	P1	P2	F1		
159×120	96.33	100.67	80.67 ^a	-18.10	-16.26
159×111	96.33	96.33	77.00 ^{abc}	-20.07	-20.07
159×19	96.33	78.00	83.00 ^a	-4.78	6.41
159×5	96.33	84.00	78.00 ^{abc}	-13.49	-7.14
159×2	96.33	80.67	82.00 ^a	-7.34	1.65
120×111	100.67	96.33	78.00 ^{abc}	-20.81	-19.03
120×19	100.67	78.00	77.00 ^{abc}	-13.81	-1.28
120×5	100.67	84.00	80.00 ^{ab}	-13.36	-4.76
120×2	100.67	80.67	82.33 ^a	-9.19	2.06
111×19	96.33	78.00	77.00 ^{abc}	-11.66	-1.28
111×5	96.33	84.00	75.00 ^{abc}	-16.82	-10.71
111×2	96.33	80.67	70.33^c	-20.53	-12.81
19×5	78.00	84.00	71.33^c	-11.93	-8.55
19×2	78.00	80.67	81.33 ^a	2.52	4.27
5×2	84.00	80.67	71.67 ^{bc}	-12.96	-11.16

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%

Nilai heterosis yang dicari pada karakter umur panen adalah nilai negatif karena menunjukkan kegenjahan genotipe

tersebut. Beberapa genotipe hibrida yang diamati berumur panen lebih genjah dibandingkan rata-rata kedua tetua dan rata-rata

tetua terbaiknya. Umur panen yang lebih genjah menjadi sasaran pemuliaan cabai karena bermanfaat bagi pemulia dalam seleksi varietas hibrida dengan karakter umur panen genjah dan produksi tinggi (Sitaresmi *et al.*, 2010; Syukur *et al.*, 2010a).

Tabel 1 menunjukkan bahwa genotipe IPB C111 x IPB C2 dan IPB C19 x IPB C5 memiliki umur panen paling genjah dari semua hibrida yang diuji yaitu sebesar 70.33 HST dan 71.33 HST, sedangkan genotipe IPB C159 x IPB C120, IPB C159 x IPB C19, IPB C159 x IPB C2, IPB C120 x IPB C2, dan IPB C19 x IPB C2 memiliki umur panen paling lama. Genotipe IPB C120 x IPB C111 memiliki nilai heterosis yang paling kecil yaitu sebesar -20.81% dan IPB C159 x IPB C111 memiliki nilai heterobeltiosis paling kecil dibandingkan genotipe yang lain yaitu sebesar -20.07%.

Nilai rata-rata tetua untuk karakter tinggi tanaman antara 47.64-64.19 cm. Nilai rata-rata hibridanya antara 47.59-65.26 cm. Genotipe IPB C159 x IPB C120, IPB C159 x IPB C111, IPB C159 x IPB C2, IPB 120 x IPB C19, dan IPB C120 x IPB C2 memiliki

nilai rata-rata tinggi tanaman terbaik dari semua genotipe yang diuji. Genotipe IPB C159 x IPB C2 merupakan genotipe yang memiliki tinggi tanaman terbaik (65.24 cm) dan nilai heterosis serta heterobeltiosis tertinggi yaitu 24.36% dan 13.90% (Tabel 2). Nilai heterosis dan heterobeltiosis tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Payakhapaab *et al.*(2012) nilai tertinggi heterosis dan heterobeltiosis karakter tinggi tanaman sebesar 20.27% dan 8.74%. Nilai heterosis positif pada karakter tinggi tanaman menunjukkan bahwa tinggi tanaman hibrida lebih tinggi dibandingkan rata-rata tinggi tanaman kedua tetuanya, sedangkan nilai heterobeltiosis positif menunjukkan bahwa tinggi tanaman hibrida lebih tinggi dibandingkan tinggi tanaman tetua tertinggi. Sebaliknya, menurut Beche *et al.* (2013), nilai heterosis dan heterobeltiosis negatif diinginkan untuk menurunkan tinggi tanaman. Oleh sebab itu, nilai heterosis negatif atau positif dapat bermanfaat untuk pemuliaan tanaman sesuai dengan tujuan pemulia.

Tabel 2 Nilai rata-rata tinggi tanaman P1, P2, dan F1 serta nilai heterosis dan heterobeltiosis

Genotipe (IPB C-)	Tinggi tanaman (cm)			Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
	P1	P2	F1		
159x120	57.28	64.19	64.69^a	6.52	0.78
159x111	57.28	55.01	61.55^a	9.62	7.45
159x19	57.28	55.56	57.81 ^{abcd}	2.47	0.93
159x5	57.28	58.92	59.44 ^{ab}	2.31	0.88
159x2	57.28	47.64	65.24^a	24.36	13.90
120x111	64.19	55.01	58.92 ^{abc}	-1.14	-8.22
120x19	64.19	55.56	64.43^a	7.60	0.37
120x5	64.19	58.92	56.74 ^{abcd}	-7.82	-11.61
120x2	64.19	47.64	65.26^a	16.70	1.66
111x19	55.01	55.56	47.59 ^d	-13.91	-14.33
111x5	55.01	58.92	49.52 ^{bcd}	-13.06	-15.95
111x2	55.01	47.64	57.55 ^{abcd}	12.13	4.63
19x5	55.56	58.92	48.70 ^{cd}	-14.91	-17.34
19x2	55.56	47.64	51.06 ^{bcd}	-1.05	-8.09
5x2	58.92	47.64	47.73 ^d	-10.42	-18.99

Keterangan: angka yang dikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%

Karakter tinggi tanaman pada tanaman cabai penting untuk diperhatikan karena terkait dengan kondisi lingkungan yaitu tingkat ketahanan tanaman terhadap penyakit pada buah. Tanaman yang memiliki tinggi tanaman yang cukup tinggi yaitu buah cabai tidak menyentuh tanah dan terhindar dari percikan air dari tanah ke buah dapat menghindarkan buah dari infeksi (Janulia, 2010), sehingga karakter tinggi tanaman dapat dijadikan salah satu karakter yang menentukan tingkat ketahanan tanaman terhadap penyakit yang perlu diperhatikan oleh pemuliaan tanaman dalam merakit varietas baru.

Nilai rata-rata tetua pada karakter panjang buah adalah 8.85-22.20 cm, sedangkan nilai rata-rata hibrida F1 adalah 12.15-18.64 cm. Pendugaan nilai heterosis dan heterobeltiosis pada karakter panjang buah antara -9.01-44.02% dan -36.37-32.27% (Tabel 3). Kisaran nilai heterosis dan heterobeltiosis tersebut lebih besar dibandingkan hasil penelitian Sujiprihati *et al.* (2007), nilai heterosis dan heterobeltiosis

karakter panjang buah antara -40.20-21.68% dan -53.83-12.53%.

Genotipe IPB C159 x IPB C120, IPB C120 x IPB C111, IPB C120 x IPB C19, dan IPB C120 x IPB C2 memiliki panjang buah yang paling besar dibandingkan dengan seluruh genotipe hibrida yang diamati. Genotipe IPB C159 x IPB C19, IPB C159 x IPB C5, IPB C159 x IPB C2, IPB C111 x IPB C2, dan IPB C19 x IPB C5 memiliki nilai heterosis dan heterobeltiosis positif untuk karakter panjang buah. Genotipe IPB C19 x IPB C5 merupakan genotipe yang memiliki nilai heterosis paling tinggi yaitu sebesar 44.02%. IPB C159 x IPB C19 merupakan genotipe yang memiliki nilai heterobeltiosis paling tinggi yaitu 33.91%, namun rata-rata panjang buah genotipe IPB C19 x IPB C5 dan IPB C159 x IPB C19 nyata lebih kecil dibandingkan lima genotipe hibrida yang memiliki panjang buah paling besar (Tabel 3). Menurut Daryanto *et al.* (2010), hal ini menunjukkan bahwa heterosis dan heterobeltiosis yang tinggi tidak selalu disertai dengan nilai tengah yang tinggi dalam persilangan dialel.

Tabel 3 Nilai rata-rata panjang buah P1, P2, dan F1 serta nilai heterosis dan heterobeltiosis

Genotipe (IPB C-)	Panjang buah (cm)			Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
	P1	P2	F1		
159x120	10,15	22,20	17,53^a	8,38	-21,04
159x111	10,15	13,21	12,15 ^{bc}	4,07	-7,98
159x19	10,15	10,58	14,16 ^{bc}	36,65	33,91
159x5	10,15	8,85	13,33 ^{bc}	40,35	31,36
159x2	10,15	13,26	13,98 ^{bc}	19,47	5,47
120x111	22,20	13,21	18,13^a	2,41	-18,33
120x19	22,20	10,58	17,87^a	9,01	-19,53
120x5	22,20	8,85	14,13 ^{bc}	-9,01	-36,37
120x2	22,20	13,26	18,64^a	5,13	-16,04
111x19	13,21	10,58	12,67 ^{bc}	6,57	-4,06
111x5	13,21	8,85	11,83 ^c	7,29	-10,41
111x2	13,21	13,26	14,25 ^b	7,71	7,51
19x5	10,58	8,85	13,99 ^{bc}	44,02	32,27
19x2	10,58	13,26	13,24 ^{bc}	11,14	-0,11
5x2	8,85	13,26	14,09 ^{bc}	27,44	6,25

Keterangan: angka yang dikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%

Nilai rata-rata karakter bobot per buah tetua berkisar 1.85-8.25 g, sedangkan nilai rata-rata hibridanya berkisar 3.15-12.59 g. Pendugaan nilai heterosis dan heterobeltiosis bobot per buah berkisar -12.29-53.10% dan -32.47-43.50%. Genotipe IPB C19 x IPB C5 (12.59 g) dan IPB C5 x IPB C2 (12.48 g) merupakan genotipe hibrida yang memiliki bobot per buah terbesar dibandingkan semua genotipe hibrida yang diamati. Sebagian

besar genotipe hibrida memiliki nilai heterosis positif pada karakter bobot per buah. Genotipe IPB C159 x IPB C111, IPB C120 x IPB C5, IPB C19 x IPB C5, dan IPB C5 x IPB C2 merupakan genotipe hibrida yang memiliki nilai heterobeltiosis positif. Nilai heterosis paling tinggi dimiliki oleh genotipe IPB C120 x IPB C5, sedangkan nilai heterobeltiosis paling tinggi dimiliki oleh genotipe IPB C19 x IPB C5 (Tabel 4).

Tabel 4 Nilai rata-rata bobot per buah P1, P2, dan F1 serta nilai heterosis dan heterobeltiosis

Genotipe (IPB C-)	Bobot per buah (g)			Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
	P1	P2	F1		
159x120	1.85	4.59	4.40 ^{fg}	36.46	-4.21
159x111	1.85	2.57	3.15 ^g	42.55	22.68
159x19	1.85	8.73	5.71 ^{def}	7.94	-34.56
159x5	1.85	8.77	6.54 ^{cde}	23.14	-25.41
159x2	1.85	8.25	5.57 ^{ef}	10.27	-32.47
120x111	4.59	2.57	4.07 ^{gf}	13.74	-11.28
120x19	4.59	8.73	7.79 ^c	17.02	-10.70
120x5	4.59	8.77	10.23 ^b	53.10	16.62
120x2	4.59	8.25	7.00 ^{cde}	9.03	-15.15
111x19	2.57	8.73	6.77 ^{cde}	19.81	-22.44
111x5	2.57	8.77	6.57 ^{cde}	15.83	-25.11
111x2	2.57	8.25	6.41 ^{cde}	18.43	-22.33
19x5	8.73	8.77	12.59^a	43.90	43.50
19x2	8.73	8.25	7.45 ^{cd}	-12.29	-14.67
5x2	8.77	8.25	12.48^a	46.66	42.30

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%

Genotipe IPB C120 x IPB C5 merupakan genotipe hasil persilangan antara cabai keriting dan cabai besar yang memiliki nilai heterosis paling tinggi dibandingkan semua genotipe yang diamati pada karakter bobot per buah. Bobot per buah IPB C120 x IPB C5 pada penelitian ini sebesar 10.23 g lebih besar dibandingkan bobot per buah ketika penelitian Marliyanti *et al.*(2013) yaitu sebesar 9.98 g. Menurut Marliyanti *et al.* (2013), bobot per buah IPB C120 x IPB C5 lebih besar dibandingkan Lembang I, namun tidak berbeda dengan Gelora dan Tit Super.

Pendugaan nilai heterosis dan heterobeltiosis produktivitas ditunjukkan pada Tabel 5. Nilai rata-rata produktivitas pada tetua berkisar 1.41-5.60 ton ha⁻¹, sedangkan produktivitas hibridanya berkisar 2.33-6.33 ton ha⁻¹. Berdasarkan nilai heterosis dan heterobeltiosisnya, peningkatan produktivitas pada hibridanya cukup tinggi yaitu antara -16.08-68.04% dan -43.83-29.61%. Nilai heterosis dan heterobeltiosis tertinggi sekitar 68.04% dan 29.61% dimiliki oleh genotipe hibrida IPB C159 x IPB C2. Hasil penelitian Payakhapaab *et al.* (2012) nilai tertinggi heterosis dan heterobeltiosis pada karakter

produktivitas lebih tinggi yaitu 77.94% dan 72.96%.

Tabel 5 Nilai rata-rata produktivitas P1, P2, dan F1 serta nilai heterosis dan heterobeltiosis

Genotipe (IPB C-)	Produktivitas (ton ha ⁻¹)			Heterosis (%)	Heterobeltiosis (%)
	P1	P2	F1		
159×120	1.41	4.95	4.37 ^{abcd}	37.65	-11.64
159×111	1.41	2.20	2.53 ^{cd}	40.13	14.82
159×19	1.41	4.15	2.33 ^d	-16.08	-43.83
159×5	1.41	5.60	5.63 ^{ab}	60.67	0.50
159×2	1.41	2.59	3.36 ^{bcd}	68.04	29.61
120×111	4.95	2.20	3.05 ^{bcd}	-14.54	-38.26
120×19	4.95	4.15	4.20 ^{abcd}	-7.66	-15.08
120×5	4.95	5.60	6.33^a	20.01	12.99
120×2	4.95	2.59	4.13 ^{abcd}	9.69	-16.43
111×19	2.20	4.15	3.48 ^{bcd}	9.76	-16.09
111×5	2.20	5.60	3.57 ^{bcd}	-8.50	-36.31
111×2	2.20	2.59	2.71 ^{cd}	13.17	4.56
19×5	4.15	5.60	5.34 ^{abc}	9.52	-4.68
19×2	4.15	2.59	3.04 ^{bcd}	-9.68	-26.64
5×2	5.60	2.59	4.89 ^{abcd}	19.45	-12.63

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5%

Menurut Shrestha *et al.* (2011), persilangan antara tetua yang memiliki produktivitas rendah dapat menghasilkan heterosis dan heterobeltiosis paling tinggi serta menghasilkan produktivitas yang lebih baik daripada kedua tetuanya. Hal tersebut terjadi pada genotipe IPB C159 x IPB C2 yang memiliki nilai heterosis dan heterobeltiosis paling tinggi serta memiliki produktivitas lebih baik dari kedua tetuanya yang berproduktivitas rendah. Geotipe IPB C159 x IPB C111, IPB C159 x IPB C5, IPB C120 x IPB C5, dan IPB C111 x IPB C2 merupakan genotipe yang memiliki nilai heterosis dan heterobeltiosis positif serta produktivitas lebih baik daripada kedua tetuanya.

Nilai rata-rata produktivitas paling tinggi dimiliki oleh genotipe IPB C120 x IPB C5 sebesar 6.33 ton ha⁻¹. Produktivitas tersebut lebih rendah dibandingkan produktivitas IPB C120 x IPB C5 pada penelitian Marliyanti *et al.* (2013) sebesar 23.75 ton ha⁻¹. Hal ini disebabkan oleh adanya beberapa tanaman contoh yang mati

terserang penyakit layu fusarium dan layu bakteri sehingga produktivitas yang dihasilkan tidak maksimal. Penanganan yang dilakukan untuk mengatasi serangan penyakit tersebut dengan mencabut tanaman yang mati dan membuangnya jauh dari lahan sekitar tanaman cabai. Pencegahan yang dapat dilakukan dengan mengaplikasikan fungisida dan bakterisida setiap minggu sekali.

Daya Gabung

Menurut Syukur (2010b), pengujian daya gabung dan pendugaan nilai heterosis penting dilakukan untuk indentifikasi calon tetua. Daya gabung digunakan untuk menentukan arah varietas yang diinginkan (hibrida atau bersari bebas). Berdasarkan Tabel 6, analisis keragaman hasil persilangan *half Diallel* genotipe cabai menunjukkan bahwa genotipe-genotipe yang diuji berbeda nyata pada semua karakter yang diamati. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat keragaman di antara genotipe-genotipe yang diuji. Hasil analisis menunjukkan bahwa kuadrat tengah

daya gabung umum (DGU) pada semua karakter yang diamati berbeda sangat nyata (berbeda nyata 1%) pada karakter panjang buah, bobot per buah, dan produktivitas, sedangkan daya gabung khusus (DGK) berbeda sangat nyata pada karakter umur panen, panjang buah, dan bobot per buah.

Menurut Hafsah *et al.* (2007), nilai kuadrat tengah DGU dan DGK mengindikasikan bahwa karakter yang diamati dikendalikan oleh gen aditif dan dominan. Tingginya nilai DGU dibandingkan DGK menunjukkan peran gen aditif lebih besar dibandingkan non aditif.

Tabel 6 Analisis keragaman hasil persilangan *half diallel* enam genotipe cabai

Sumber keragaman	Db	Kuadrat tengah				
		Umur panen	Tinggi tanaman	Panjang buah	Bobot per buah	Produktivitas
Ulangan	2	24.06	130.32	1.29	1.66	4.29
Genotipe	20	191.92**	114.71*	29.66**	24.80**	5.22*
Tetua	5	275.07**	88.33tn	69.63**	30.51**	8.29*
Hibrida	14	50.45*	131.95**	15.08**	22.93**	4.30 tn
Persilangan	1	1756.67**	5.23tn	34.02**	22.46**	2.61 tn
DGU	5	76.40tn	82.77*	32.65**	27.67**	5.62**
DGK	15	59.83**	23.39tn	2.30**	1.80**	0.44 tn
Galat	40	6.90	12.51	0.64	0.34	0.80
Ragam aditif		4.14	14.84	7.59	6.47	1.30
Ragam dominan		52.93	10.89	1.66	1.46	-0.36
KK (%)		5.62	10.77	9.75	15.00	40.82

Keterangan: *: Berbeda nyata pada taraf 5%; **: Berbeda nyata pada taraf 1%; tn: Tidak berbeda nyata

Nilai ragam dominan lebih besar dibandingkan nilai ragam aditif pada karakter umur panen (Tabel 6). Hal ini mengindikasikan bahwa peran gen dominan lebih besar daripada peran gen aditif sehingga pembentukan genotipe hibrida lebih efektif dilakukan untuk karakter umur panen. Karakter tinggi tanaman, panjang buah, bobot per buah, dan produktivitas memiliki nilai ragam dominan lebih kecil daripada ragam aditif sehingga peran gen aditif lebih besar daripada peran gen dominan. Menurut Sitaresmi *et al.* (2010), genotipe yang memiliki ragam aditif yang lebih besar daripada ragam dominan dan memiliki nilai DGU yang baik maka dapat dijadikan genotipe bersari bebas yang baik.

Genotipe IPB C120 memiliki nilai daya gabung umum (DGU) terbaik untuk karakter tinggi tanaman dan panjang buah

yaitu sebesar 5.03 dan 3.91. Pada karakter umur panen nilai DGU yang dikehendaki adalah nilai negatif agar memperoleh umur panen yang lebih cepat. IPB C5 memiliki nilai DGU terbaik pada karakter umur panen, bobot per buah, dan produktivitas yaitu sebesar -2.86, 2.35, dan 1.29 (Tabel 7). Nilai DGU menunjukkan nilai aksi gen aditif. Menurut Syukur *et al.* (2010b), efek aditif memiliki peranan penting dalam mengamati semua karakter. Menurut Payakhapaab *et al.* (2012), jika dalam suatu penelitian tidak ditemukan genotipe tetua yang menunjukkan penampilan hasil yang bagus tetapi ada beberapa genotipe tetua yang memiliki DGU yang tinggi dalam beberapa karakter yang diamati maka tetua tersebut berguna untuk program pemuliaan tanaman dalam meningkatkan hasil dan kualitas pada varietas yang telah komersial.

Genotipe IPB C111 x IPB C2 memiliki nilai DGK negatif dan paling kecil yaitu sebesar -8.80 pada karakter umur panen. Nilai DGK negatif menandakan kemampuan kombinasi rendah. Hal tersebut menguntungkan karena genotipe yang memiliki nilai heterosis, heterobeltiosis, dan

DGK yang rendah pada karakter umur panen menjadikan genotipe tersebut memiliki umur panen yang lebih genjah daripada kedua orang tuanya. Menurut Janulia (2010), umur panen yang cepat lebih diharapkan oleh petani dalam sistem produksi tanaman.

Tabel 7. Daya gabung umum dan daya gabung khusus umur panen, tinggi tanaman, diameter batang, bobot per buah, dan produktivitas hibrida cabai hasil persilangan *half diallel*

Genotipe (IPB C-)	Umur panen	Tinggi tanaman	Panjang buah	Bobot per buah	Produktivitas
----- Daya gabung umum (DGU) -----					
159	3.31	3.11	-0.99	-2.26	-0.70
120	4.06	5.03	3.91	-0.56	0.67
111	0.39	-1.63	-0.49	-1.88	-0.86
19	-2.65	-2.21	-0.79	1.32	0.01
5	-2.86	-2.28	-1.79	2.35	1.29
2	-2.24	-2.01	0.16	1.03	-0.41
----- Daya gabung khusus (DGK) -----					
159x120	-7.68	-0.33	0.41	0.48	0.60
159x111	-7.68	3.18	-0.56	0.56	0.28
159x19	1.36	-0.15	1.74	-0.09	-0.78
159x5	-3.43	1.72	1.92	-0.28	1.23
159x2	-0.05	7.25	0.61	0.06	0.67
120x111	-7.43	-1.36	0.51	-0.22	-0.56
120x19	-5.39	4.72	0.54	0.29	-0.28
120x5	-2.18	-2.89	-2.19	1.70	0.56
120x2	-0.47	5.35	0.36	-0.21	0.07
111x19	-1.72	-5.45	-0.24	0.59	0.53
111x5	-3.51	-3.45	-0.08	-0.64	-0.67
111x2	-8.80	4.31	0.38	0.52	0.18
19x5	-4.14	-3.70	2.37	2.18	0.24
19x2	5.24	-1.61	-0.33	-1.65	-0.36
5x2	-4.22	-4.87	1.51	2.37	0.21

Tetua IPB C2 merupakan bukan penggabung umum yang baik untuk karakter tinggi tanaman, namun hibridanya IPB C2 yaitu IPB C159 x IPB C2 memiliki nilai DGK paling tinggi untuk karakter tinggi tanaman. Menurut Iriany *et al.* (2011), persilangan antara galur yang memiliki DGU positif dengan galur yang memiliki DGU negatif umumnya memberikan efek DGK yang tinggi. Hal ini diduga karena gen-gen yang menguntungkan pada suatu galur dapat

menutupi gen-gen yang merugikan pada galur pasangannya dan mampu bergabung dengan baik. Genotipe IPB C19 x IPB C5 memiliki nilai DGK paling tinggi pada karakter panjang buah dan bobot per buah, sedangkan genotipe IPB C159 x IPB C5 memiliki nilai DGK paling tinggi pada karakter produktivitas. Menurut Biabani *et al.* (2012), tetua yang memiliki nilai DGU yang tinggi dapat dijadikan tetua untuk hibrida. Hibrida yang memiliki nilai DGK

tinggi dapat berpotensi untuk dikembangkan menjadi calon varietas hibrida.

Tabel 8 menunjukkan bahwa semua genotipe hibrida yang diamati memiliki tinggi tanaman yang tidak berbeda dengan varietas pembanding TM 999 dan Princess. Hal ini menunjukkan genotipe hibrida cabai memiliki keunggulan yang tidak berbeda

dengan varietas yang telah komersial seperti TM 999 dan Princess pada karakter tinggi tanaman. Genotipe IPB C159 x IPB C120, IPB C120 x IPB C111, IPB C120 x IPB C19, dan IPB C120x IPB C2 memiliki panjang buah yang lebih besar dibandingkan TM 999 dan Princess.

Tabel 8. Nilai rata-rata tinggi tanaman, panjang buah, bobot per buah, umur panen, dan produktivitas 15 hibrida dan 2 varietas pembanding cabai

Genotipe (IPB C-)	Tinggi tanaman (cm)	Panjang buah (cm)	Bobot per buah (g)	Umur panen (HST)	Produktivitas (ton ha ⁻¹)
159x120	64.69	17.53 ^{ab}	4.40	80.67	4.37
159x111	61.55	12.15	3.15	77.00	2.53
159x19	57.81	14.16	5.71 ^{ab}	83.00	2.33
159x5	59.44	13.33	6.54 ^{ab}	78.00	5.63
159x2	65.24	13.98	5.57 ^{ab}	82.00	3.36
120x111	58.92	18.13 ^{ab}	4.07	78.00	3.05
120x19	64.43	17.87 ^{ab}	7.79 ^{ab}	77.00	4.20
120x5	56.74	14.13	10.23 ^{ab}	80.00	6.33 ^b
120x2	65.26	18.64 ^{ab}	7.00 ^{ab}	82.33	4.13
111x19	47.59	12.67	6.77 ^{ab}	77.00	3.48
111x5	49.52	11.83	6.57 ^{ab}	75.00 ^b	3.57
111x2	57.55	14.25	6.41 ^{ab}	70.33 ^b	2.71
19x5	48.70	13.99	12.59 ^{ab}	71.33 ^b	5.34
19x2	51.06	13.24	7.45 ^{ab}	81.33	3.04
5x2	47.73	14.09	12.48 ^{ab}	71.67 ^b	4.89
TM 999	59.83	12.74	3.30	75.00	3.38
Princess	57.68	11.65	2.75	86.67	2.73

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf a dan b pada kolom yang sama berturut-turut berbeda nyata dengan TM 999 dan Princess berdasarkan uji Dunnett taraf 5%

Hanya genotipe IPB C159 x IPB C120, IPB C159 x IPB C111, dan IPB C5 x IPB C2 yang memiliki bobot per buah tidak berbeda nyata dengan varietas pembanding TM 999 dan Princess. Genotipe IPB C111 x IPB C5, IPB C111 x IPB C2, IPB C19 x IPB C5, dan IPB C5 x IPB C2 memiliki umur panen yang lebih cepat dibandingkan Princess, namun tidak berbeda nyata dengan TM 999. Hal tersebut menunjukkan bahwa IPB C111 x IPB C5, IPB C111 x IPB C2, IPB C19 x IPB C5, dan IPB C5 x IPB C2 memiliki umur panen lebih genjah dan lebih baik dibandingkan varietas hibrida yang

telah komersial Princess. Umur panen cabai yang genjah dapat menguntungkan pihak petani sehingga menurut Syukur *et al.* (2010a), salah satu sasaran pemuliaan cabai adalah mendapatkan cabai yang berumur genjah.

Produktivitas genotipe IPB C120 x IPB C5 lebih baik daripada produktivitas varietas pembanding Princess yaitu 6.33 ton ha⁻¹, namun produktivitas tersebut lebih rendah daripada produktivitas genotipe IPB C120 x IPB C5 hasil penelitian Marliyanti *et al.* (2013) sebesar 23.75 ton ha⁻¹. Hal tersebut terjadi karena daya hasil cabai

dipengaruhi oleh faktor genetik, lokasi, dan interaksi antara genotipe dan lokasi (Syukur *et al.*, 2011). Perbedaan lokasi, musim, dan tahun penanaman mempengaruhi hasil produktivitas.

KESIMPULAN

Genotipe tetua IPB C5 memiliki daya gabung umum terbaik untuk karakter umur panen, bobot per buah, dan produktivitas. Genotipe IPB C120 memiliki daya gabung umum terbaik untuk karakter tinggi tanaman dan panjang buah serta penggabung yang baik untuk produktivitas. Genotipe IPB C2 merupakan penggabung yang baik untuk karakter umur panen, panjang buah, dan bobot per buah. Genotipe C19 merupakan penggabung yang baik untuk karakter umur panen, bobot per buah, dan produktivitas, sedangkan IPB C159 merupakan penggabung yang baik untuk karakter tinggi tanaman.

Genotipe IPB C159 x IPB C111, IPB C159 x IPB C2, IPB C120 x IPB C5, IPB C111 x IPBC2, dan IPB C19 x IPB C5 merupakan genotipe hibrida yang memiliki nilai daya gabung khusus yang baik pada beberapa karakter yang diamati. Genotipe-genotipe hibrida tersebut paling banyak memiliki nilai heterosis dan heterobeltiosis positif serta memiliki keunggulan yang tidak berbeda nyata dengan varietas komersial yaitu TM 999 dan Princess pada semua karakter yang diamati.

Genotipe IPB C159 x IPB C111 dan IPB C111 x IPB C2 memiliki kemampuan daya gabung khusus yang baik pada semua karakter yang amati. Selain itu, genotipe IPB C159 x IPB C111 memiliki nilai heterobeltiosis paling baik untuk umur panen dan tinggi tanaman terbaik. Genotipe IPB C111 x IPB C2 memiliki nilai DGK dan umur panen terbaik dibandingkan semua genotipe yang diamati serta memiliki umur panen lebih genjah dan bobot per buah lebih besar dibandingkan varietas pembanding Princess. Genotipe IPB C159 x IPB C2 memiliki nilai DGK, heterosis, dan heterobeltiosis serta rataan tinggi tanaman

terbaik pada karakter tinggi tanaman yang diamati. Genotipe IPB C120 x IPB C5 memiliki heterosis bobot per buah terbesar dan rataan bobot per buah lebih baik daripada TM 999 dan Princess. Genotipe IPB C120 x IPB C5 juga memiliki DGK dan rataan produktivitas terbesar dan lebih baik daripada produktivitas varietas pembanding Princess, sedangkan genotipe IPB C19 x IPB C5 memiliki umur panen paling genjah serta bobot per buah paling besar dan lebih baik daripada kedua varietas pembanding.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset dan Teknologi yang telah membiayai penelitian ini melalui hibah Sistem Inovasi Nasional (SINAS) tahun 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, A.B., S. Sujiprihati, dan M. Syukur. 2012. Pendugaan parameter genetik pada beberapa kuantitatif pada persilangan antara cabai besar dengan cabai keriting (*Capsicum annum L.*). J.Agron. Indonesia. 40(2):119-124.
- Batool, A., I.R. Noorka, M. Afzal, and A.H. Syed. 2013. Estimation of heterosis, heterobeltiosis and potence ratio over environment among pre and post green revolution spring wheat in Pakistan. Journal of Basic & Applied Sciences. 9:36-43.
- Beche, E., C.L. da Silva, E.S. Pagliosa, M.A. Capelin, J. Franke, G. Matei, and G. Benin. 2013. Hybrid performance and heterosis in early segregant population of Brazilian spring wheat. AJCS. 7(1):51-57.
- Biabani, A., M.Y. Rafli, G. Saleh, M. Sahbanimofrad, and M.A. Latif. 2012. Combining ability analysis and evaluation of heterosis in *Jatropha urcas L.* F1-hybrids. AJCS. 6(6):1030-1036.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2013. Luas Panen, Produksi dan Produktivitas

- Cabai, 2009-2012 [internet]. [diunduh 15 Mei 2013]. Tersedia pada: <http://www.bps.go.id>.
- Daryanto, A., S. Sujiprihati, dan M. Syukur. 2010. Heterosis dan daya gabung karakter agronomi cabai (*Capsicum annuum* L.) hasil perilangan *half diallel*. J. Agron. Indonesia. 38(2):113-121.
- Greenleaf, W.H. 1986. Breeding Vegetable Crops. Bassett MJ, editor. The Avi Publishing Company Inc. Westport.
- Hafsah, S., S. Sastrosumarjo, S. Sujiprihati, Sobir, dan S.H. Hidayat. 2007. Daya gabung dan heterosis ketahanan pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap penyakit antraknosa. Bul. Agron. 35(3):197-204.
- Iriany, R.N., S. Sujiprihati, M. Syukur, J. Koswara, dan M. Yunus. 2011. Evaluasi daya gabung dan heterosis lima galur jagung manis (*Zea may* var. *saccharata*) hasil persilangan dialel. J. Agron. Indonesia. 39(2):103-111.
- Khan, K., and S. Ali. 2011. Heterosis study of certain important yield contributing parameters in wheat (*Triticum aestivum* L.). Agro Crop Sci. 2(2):23-26.
- Kumar, B.S., and M. Prakash. 2011. Heterosis for biometric and biochemical component in mugbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek.). Karnata J. Agric. Sci. 24(4):523-524.
- Marliyanti, L., M. Syukur, dan Widodo. 2013. Daya hasil 15 galur cabai IPB dan ketahanan terhadap penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum*. Bul. Agrohorti. 1(1):7-13.
- Payakhapaab, S., D. Boonyakiat, and M. Nikornpun. 2012. Evaluatin of heterosis and combining ability of yield component in chillies. Journal of Agricultural Science. 4(11):154-161. doi:10.5539/jas.v4n11p154.
- Prajapati, D.B., and A.V. Agalodia. 2011. Heterosis and inbreeding depression in chili (*Capsicum annuum* L.). Journal of Spices and Aromatic Crops. 20(2):72-76.
- Shrestha, A.L., B.P. Luitel, and W.H. Kang. 2011. Heterosis and heterobelitosis studies in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Hort. Environ. Biotechnol. 52(3):278-283. doi:10.1007/s13580-011-0106-8.
- Sitairesmi, T., S. Sujiprihati, and M. Syukur. 2010. Combining ability of several introduced and local chili pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes and heterosis of the offsprings. J. Agron. Indonesia. 38(3):212-217.
- Sujiprihati, S., R. Yuniанти, 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.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, dan R. Yuniанти. 2012. Teknik Pemuliaan Tanaman. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, R. Yuniанти, dan D.A. Kusumah. 2011. Pendugaan ragam genetik dan heritabilitas karakter komponen hasil beberapa genotipe cabai. J. Agrivigor. 10(2):148-156.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, R. Yuniанти, dan D.A. Kusumah. 2010a. Evaluasi daya hasil cabai hibrida dan daya adaptasinya di empat lokasi dalam dua tahun. J. Agron. Indonesia. 38(1):43-51.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, R. Yuniанти, and Undang. 2010b. Diallel analysis using hayman method to study genetic parameter of yield components in pepper (*Capsicum annuum* L.). HAYATI J. Biosci. 17(4):183-188. Doi:10.4308/hjb.17.4.183.
- Syukur, M., S. Sujiprihati, R. Yuniанти, dan K. Nida. 2010c. Pendugaan komponen ragam, heritabilitas dan korelasi untuk menentukan kriteria seleksi cabai (*Capsicum annuum* L.) populasi F5. J. Hort. Indonesia. 1(3):74-8.