

Analisis Genetik Beberapa Komponen Hasil Cabai (*Capsicum annuum* L.) Menggunakan Persilangan Dialel Penuh

M. Syukur, S. Sujiprihati, R. Yuniarti Undang
Departemen Agronomi dan Hortikultura Alumni S1 Departemen Agronomi dan
FAkultas Pertanian, Institut Pertanian Hortikultura, Faperta IPB
Bogor Jl. Meranti
Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
Telp/Fax (0251) 8629353

Keywords: pepper, additive effects, dominant effect, yield component, full diallel

Abstract

The objective of this study is to estimate genetics parameter of six pepper (*Capsicum annuum* L.) inbred lines by full diallel crosses. The experiment was conducted from October 2005 to March 2006 at IPB Experiment Field, Cikabayan, Darmaga. Randomized Complete Block Design was used with three replications. Data from F1 generation and parents were analyzed using the Hayman Method. Results indicated that neither epistasis effects was significant for all the traits assessed. Additive genetic effects were larger than dominant effects for yield per plant, fruit length, and fruit diameter traits. Dominant genetic effects were larger than additive effects for fruit weight traits. Narrow-sense and broad-sense heritabilities were high for all the traits assessed. Employing pedigree breeding should be successful in developing high productivity lines in this population.

PENDAHULUAN

Cabai merupakan salah satu komoditas sayuran penting dan bernilai ekonomi tinggi di Indonesia. Tanaman ini dikembangkan baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Menurut Badan Pusat Statistik (2009), produktivitas cabai nasional Indonesia tahun 2008 adalah 6.44 ton per hektar. Walaupun demikian, angka tersebut masih sangat rendah jika dibandingkan dengan potensi produksinya. Menurut Purwati, Jaya dan Duriat (2000) potensi cabai nasional dapat mencapai 12 ton per hektar.

Untuk memenuhi permintaan yang semakin meningkat, berbagai usaha dalam meningkatkan produktivitas cabai sangat perlu dilakukan. Benih bermutu dari varietas unggul merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan produksi di bidang pertanian, tidak terkecuali cabai. Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi dan kualitas hasil cabai adalah melalui program pemuliaan tanaman. Program pemuliaan cabai diarahkan untuk mendapatkan varietas unggul berdaya hasil tinggi yang dapat diterima oleh petani serta mempunyai kualitas baik (Permadi dan Kusandriani, 2006).

Sebelum menetapkan metode pemuliaan dan seleksi yang akan digunakan serta kapan seleksi akan dimulai, perlu diketahui informasi genetik karakter yang ingin diperbaiki. Salah satu rancangan persilangan untuk mendapatkan informasi genetik adalah rancangan persilangan dialel. Menurut Johnson (1963), metode ini secara eksperimental merupakan pendekatan yang sistematis, dan secara analitis

merupakan pendekatan evaluasi genetik menyeluruh yang berguna dalam mengidentifikasi persilangan bagi potensi seleksi yang terbaik pada awal generasi.

Analisis persilangan dialel bermanfaat dalam menduga daya gabung umum (DGU) dan daya gabung khusus (DGK). Analisis ini juga bermanfaat untuk menduga efek aditif dan dominan dari suatu populasi yang selanjutnya dapat digunakan untuk menduga ragam genetik dan heritabilitas (Baihaki, 2000). Analisis daya gabung dapat dilakukan menggunakan cara Griffing (Griffing, 1956), sedangkan untuk mempelajari aksi gen, komponen genetik dan heritabilitas menggunakan cara Hayman (Hayman, 1954). Analisis data Griffing dan Hayman, sering digunakan secara bersama – sama untuk saling melengkapi interpretasi data. Penggunaan analisis ini (salah satu atau keduanya) telah dilakukan untuk berbagai tanaman diantaranya adalah pada cabai (Sousa and Maluf, 2003; Geleta *et al.*, 2006; Syukur, 2007), gandum (Singh *et al.*, 2003), barley (Kakani *et al.*, 2007), kacang tanah (Novita *et al.*, 2007), pepaya (Hapsah *et al.*, 2007), dan kapri (Kalia and Sood, 2009). Pada tulisan sebelumnya telah disampaikan tentang analisis daya gabung dan heterosis beberapa komponen hasil cabai (Sujiprihati *et al.*, 2007). Tulisan ini menganalisis aksi gen, komponen genetik dan heritabilitas beberapa komponen hasil cabai menggunakan analisis dialel Metode Hayman.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang parameter genetik beberapa komponen hasil menggunakan analisis persilangan dialel penuh.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan mulai bulan Oktober 2005 sampai bulan Maret 2006 di Kebun Percobaan IPB Cikabayan. Lokasi penelitian mempunyai ketinggian ± 230 m dpl. Bahan tanaman yang digunakan adalah 36 genotipe cabai yang terdiri atas 6 galur murni (IPB C1, IPB C2, IPB C3, IPB C7, IPB C8 dan IPB C9), dan 30 hibrida hasil persilangan dialel penuh (*full diallel cross*) antar 6 galur murni.

Percobaan menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) faktor tunggal dengan tiga ulangan, genotipe yang diuji 36, sehingga terdapat 108 satuan percobaan. Satu satuan percobaan terdiri atas 18 tanaman yang ditanam pada bedengan berukuran 1 m x 4 m yang ditutup mulsa plastik hitam perak, jarak tanam 50 cm x 50 cm. Bibit dipindah ke lapang setelah berdaun 4-5 helai (berumur ± 4 minggu). Pemupukan dilakukan setiap seminggu sekali, dalam bentuk larutan 10 g NPK Mutiara dan 2 ml Multitonik per liter air, dengan dosis 250 ml/tanaman. Pupuk Gandasil D dan B (2 g/l) diberikan bersamaan dengan penyemprotan insektisida dan fungisida, masing-masing diberikan pada fase vegetatif dan generatif.

Pengamatan dilakukan pada 6 tanaman contoh dari setiap satuan percobaan. Peubah yang diamati adalah produksi per tanaman (g), bobot buah (g), panjang buah (cm), dan diameter buah (mm). Pengamatan bobot, panjang dan diameter buah dilakukan pada buah yang sama dari buah cabai yang dipetik pada panen kedua.

Data dianalisis menggunakan pendekatan Hayman sebagai berikut (Singh dan Chaudhary, 1979): analisis ragam, pendugaan ragam dan peragam, uji hipotesis, pembentukan grafik W_r-V_r , pendugaan komponen ragam, pendugaan parameter lain, dan pendugaan tetua paling dominan dan paling resesif. Hasil analisis data tersebut dapat diperoleh: 1) keragaman karena pengaruh aditif (D), 2) nilai tengah F_r genotipe (rata-rata F_r untuk semua *array*) (F); peragam pengaruh

aditif dan non aditif pada *array* ke-r, 3) keragaman karena pengaruh dominansi (H_1), 4) perhitungan untuk menduga proporsi gen negatif dan positif pada tetua (H_2), 5) pengaruh dominansi (sebagai jumlah aljabar dari semua persilangan saat heterozigous) (h^2), 6) keragaman karena pengaruh lingkungan (E), 7) rata-rata tingkat dominansi ($(H_1/D)^{1/2}$), 8) proporsi gen-gen dengan pengaruh positif dan negatif di dalam tetua ($H_2/4H_1$), 9) proporsi gen-gen dominan dan resesif di dalam tetua (Kd/Kr), 10) jumlah kelompok gen yang mengendalikan sifat dan menimbulkan dominansi (h^2/H_2), 11) heritabilitas arti luas (h^2_{bs}), 12) heritabilitas arti sempit (h^2_{ns}).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendugaan parameter genetik menggunakan analisis silang dialel dapat dilakukan jika terdapat perbedaan yang nyata antar genotipe berdasarkan uji F terhadap peubah yang diamati (Singh and Chaudhary, 1979). Terdapat perbedaan yang sangat nyata antar genotipe terhadap hasil per tanaman, panjang buah, bobot per buah dan diameter buah cabai (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa pendugaan parameter genetik dapat dilakukan pada semua karakter yang diamati.

Tabel 1. Kuadrat tengah beberapa komponen hasil cabai

Sumber	db	Kuadrat Tengah			
		Hasil per Tanaman	Panjang Buah	Bobot Buah	Diameter Buah
Ulangan	2	10439.73	5.77	15.47	2.17
Genotipe	35	64029.34**	19.52**	20.10**	8.34**
Galat	70	7899.06	1.22	1.65	0.53

Keterangan: ** = berbeda nyata pada taraf 1%

Interaksi Gen

Interaksi gen dapat dilihat dari nilai b (W_r , V_r). Jika nilai b berbeda nyata dengan satu maka ada interaksi antar gen, sebaliknya jika nilai b tidak berbeda nyata dengan satu maka tidak ada interaksi antar gen (Roy, 2000; Sousa dan Maluf, 2003). Hasil uji koefisien regresi b(W_r , V_r) tidak berbeda nyata untuk semua karakter yang diamati (Tabel 2), dengan demikian tidak ada interaksi antar gen dalam mengendalikan hasil per tanaman, panjang buah, bobot buah dan diameter buah pada cabai populasi dialel. Hasil ini menunjukkan bahwa salah satu asumsi analisis silang dialel dapat terpenuhi.

Tabel 2. Pendugaan parameter genetik beberapa komponen hasil cabai menggunakan analisis silang dialel Metode Hayman

Parameter Genetik	Hasil per Tanaman	Panjang Buah	Bobot Buah	Diameter Buah
b(W _r , V _r)	0.970 ^{ns}	0.694 ^{ns}	0.696 ^{ns}	1.158 ^{ns}
D	29807.531 ^{**}	12.808 ^{**}	10.813 ^{**}	7.902 ^{**}
H ₁	25771.346 ^{**}	3.741 ^{**}	11.771 ^{**}	2.693 ^{**}
H ₂	18901.899 ^{**}	2.403 ^{**}	6.412 ^{**}	1.431 ^{ns}
F	5097.550 ^{**}	-0.965 ^{ns}	5.689 ^{**}	3.879 ^{**}
h ²	4328.372 ^{**}	0.232 ^{ns}	-0.352 ^{ns}	0.160 ^{ns}
E	2656.544 ^{**}	0.250 ^{ns}	0.679 ^{ns}	0.193 ^{ns}
(H ₁ /D) ^{1/2}	0.930	0.540	1.043	0.584
H ₂ /4H ₁	0.183	0.161	0.136	0.133
K _d /K _r	1.203	0.870	1.674	2.451
h ² /H ₂	0.229	0.097	-0.055	0.112
r	0.607	0.606	0.914	0.320
h ² _{ns}	0.681	0.899	0.697	0.827
h ² _{bs}	0.885	0.970	0.910	0.939

Keterangan: ** = berbeda nyata pada taraf 1%
ns = tidak berbeda nyata

Pengaruh Aditif (D) dan Dominansi (H₁)

Pengaruh aditif (D) berperan sangat nyata terhadap semua karakter yang diamati. Pengaruh aditif untuk karakter hasil per tanaman, panjang buah, bobot buah dan diameter buah secara berturut-turut adalah 29807.531, 6.501, 10.813 dan 7.902. Pengaruh dominan (H₁) juga sangat nyata terhadap semua karakter yang diamati (Tabel 2). Jika dilihat dari peran dari keduanya maka semua karakter komponen hasil yang diamati pada cabai populasi dialel lebih dipengaruhi oleh aksi gen aditif, kecuali bobot buah. Pada penelitian Sousa dan Maluf (2003) yang menggunakan spesies cabai *C. chinense* Jacq., karakter – karakter tersebut lebih dipengaruhi oleh aksi gen non aditif.

Distribusi Gen di dalam Tetua

Distribusi gen di dalam tetua dapat dilihat dari nilai H₂. Hanya gen-gen yang mengendalikan pewarisan diameter buah yang menyebar merata di dalam tetua, hal ini terlihat dari nilai H₂ yang tidak nyata. Sementara itu, gen-gen yang mengendalikan pewarisan karakter hasil per tanaman, panjang buah, dan bobot buah tidak menyebar merata di dalam tetua, terlihat dari nilai H₂ yang nyata (Tabel 2).

Proporsi gen-gen positif akan terlihat dari besarnya nilai H₁ terhadap H₂. Jika H₁ > H₂ maka gen-gen yang banyak adalah gen-gen positif, sebaliknya jika H₁ < H₂ maka gen-gen negatif lebih banyak daripada gen-gen positif. Gen-gen yang terlibat lebih banyak dalam menentukan karakter hasil per tanaman, panjang buah, bobot buah dan diameter buah adalah gen-gen positif, hal ini tercermin dari nilai H₁ > H₂ (Tabel 2).

Tingkat Dominansi

Besarnya pengaruh dominansi terlihat dari nilai (H₁/D)^{1/2}. Nilai (H₁/D)^{1/2} pada hasil per tanaman, panjang buah, dan diameter buah kurang dari satu menunjukkan adanya resesif parsial, sedangkan nilai (H₁/D)^{1/2} pada karakter bobot buah lebih dari satu menunjukkan adanya over dominansi (Tabel 2). Menurut Hayman (1954), nilai (H₁/D)^{1/2} lebih dari satu menunjukkan adanya over dominansi, sedangkan nilai (H₁/D)^{1/2} antara nol dan satu menunjukkan dominansi parsial (dominan parsial atau resesif parsial).

Simpangan Rata-rata F₁ dari Tetua Rata-rata

Simpangan rata-rata F₁ dari rata-rata tetua (h²) nyata untuk semua karakter yang diamati kecuali panjang buah. Nilai rata-rata F₁ dan rata-rata tetua disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata F₁ dan rata-rata tetua karakter komponen hasil cabai

Karakter	Rata – rata	
	F ₁	Tetua
Hasil per Tanaman	14290.820	430.649
Panjang Buah	9.826	10.637
Bobot Buah	7.093	7.188
Diameter Buah	11.209	11.519

Proporsi Gen Dominan terhadap Gen Resesif

Banyaknya gen-gen dominan di dalam tetua tercermin dari nilai Kd/Kr . Apabila $Kd/Kr > 1$ maka gen-gen dominan lebih banyak di dalam tetua. Sebaliknya, apabila $Kd/Kr < 1$ maka gen-gen resesif lebih banyak di dalam tetua (Singh and Chaudhary, 1979; Basuki, 1986). Pada Tabel 2 terlihat bahwa karakter hasil per tanaman, bobot buah dan diameter buah mempunyai nilai $Kd/Kr > 1$ (berturut-turut 1.203, 1.674 dan 2.451), menunjukkan gen-gen dominan lebih banyak di dalam tetua. Sementara itu, pada karakter panjang buah mempunyai nilai $Kd/Kr < 1$ (0.870), menunjukkan gen-gen resesif lebih banyak di dalam tetua.

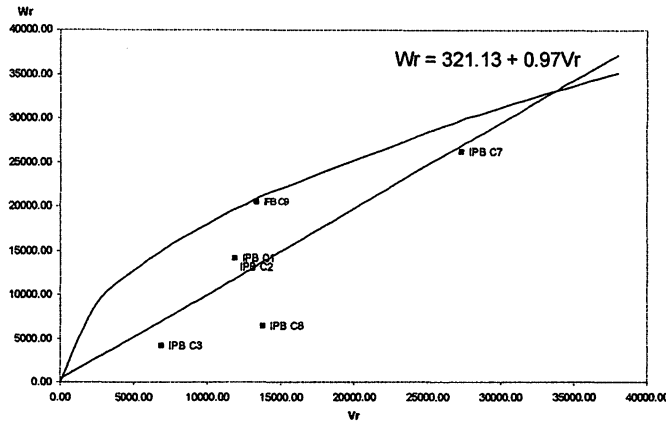
Arah dan Urutan Dominansi

Urutan dominansi tetua (berdasarkan $wr + vr$) mencerminkan kandungan gen – gen dominan dalam tetua. Makin kecil nilai $wr + vr$ maka makin banyak mengandung gen – gen dominan yang mengendalikan suatu karakter. Urutan dominansi juga tercermin dari gambar hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr). Makin dekat letak titik pada titik nol maka tetua tersebut paling banyak mengandung gen dominan, sebaliknya makin jauh titik dari titik nol maka tetua tersebut paling banyak mengandung gen resesif (Singh and Chaudhary, 1979; Sudjindro *et al.*, 1991; Sousa dan Maluf, 2003; Novita *et al.*, 2007).

Urutan dominansi tetua untuk hasil per tanaman adalah IPB C3, IPB C8, IPB C2, IPB C1, IPB C9 dan IPB C7 (Tabel 4). Tetua IPB C7 merupakan tetua yang paling banyak mengandung gen resesif dalam mengendalikan karakter hasil per tanaman, karena paling jauh dari titik nol. Sementara itu, IPB C3 paling banyak mengandung gen dominan, karena paling dekat dengan titik nol. Garis regresi pada grafik $Wr - Vr$ mempunyai nilai intersep $a = 321.13$, sehingga memotong sumbu Wr di atas titik asal (0). Titik potong pada posisi tersebut menunjukkan adanya aksi gen dominan sebagian (Gambar 1).

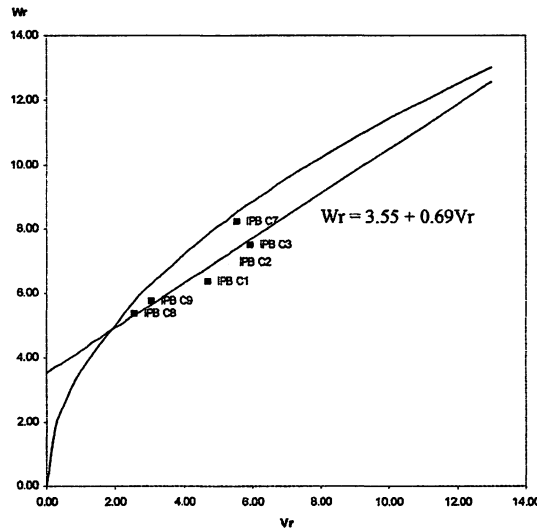
Tabel 4. Sebaran $Vr + Wr$

Genotipe	Hasil per Tanaman	Panjang Buah	Bobot Buah	Diameter Buah
IPB C1	26015.925	11.056	7.555	3.439
IPB C2	24791.195	12.283	10.417	5.157
IPB C3	11028.152	13.436	9.071	2.368
IPB C7	53484.966	13.774	6.469	7.139
IPB C8	20264.215	7.944	5.225	5.023
IPB C9	33868.256	8.779	13.569	5.708



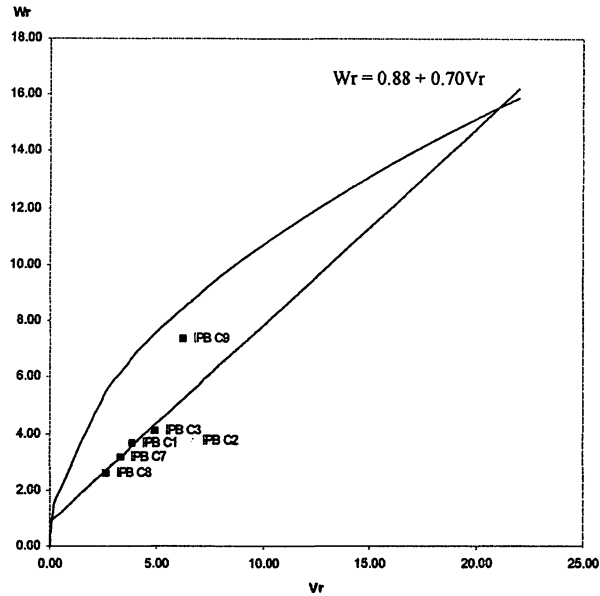
Gambar 1. Hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr) karakter hasil per tanaman cabai

Urutan dominansi tetua untuk panjang buah adalah IPB C8, IPB C9, IPB C1, IPB C2, IPB C3 dan IPB C7 (Tabel 4). Tetua IPB C7 merupakan tetua yang paling banyak mengandung gen resesif, karena paling jauh dari titik nol Sementara itu, IPB C8 paling banyak mengandung gen dominan, karena paling dekat dengan titik nol. Garis regresi pada grafik $Wr - Vr$ mempunyai nilai intersep $a = 3.55$, sehingga memotong sumbu Wr di atas titik asal (0). Titik potong pada posisi tersebut menunjukkan adanya aksi gen dominan sebagian (Gambar 2).



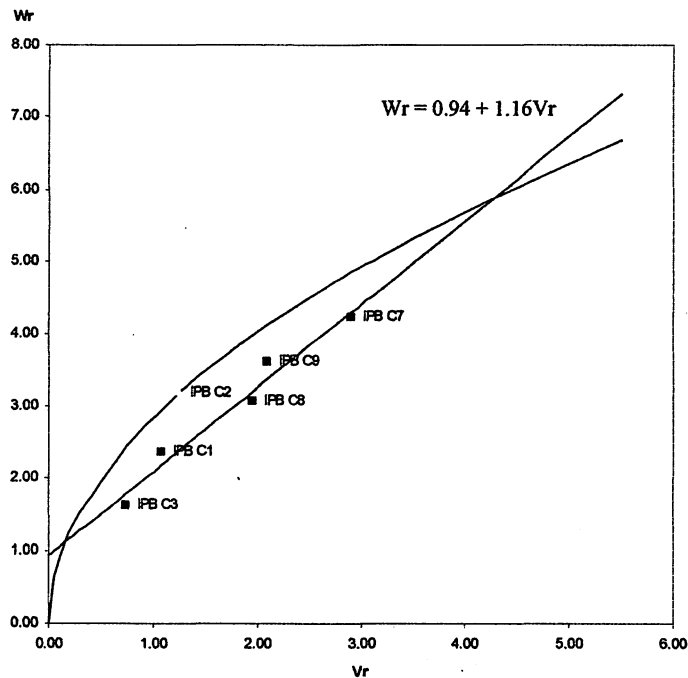
Gambar 2. Hubungan peragam (Wr) dan ragam (Vr) karakter panjang buah cabai

Urutan dominansi tetua untuk bobot buah adalah IPB C8, IPB C7, IPB C1, IPB C3, IPB C2 dan IPB C9 (Tabel 4). Tetua IPB C9 merupakan tetua yang paling banyak mengandung gen resesif, karena paling jauh dari titik nol Sementara itu, IPB C8 paling banyak mengandung gen dominan, karena paling dekat dengan titik nol. Garis regresi pada grafik $Wr - Vr$ mempunyai nilai intersep $a = 0.88$, sehingga memotong sumbu Wr di atas titik asal (0). Titik potong pada posisi tersebut menunjukkan adanya aksi gen dominan sebagian (Gambar 3).



Gambar 3. Hubungan peragam (W_r) dan ragam (V_r) karakter bobot buah cabai

Urutan dominansi tetua untuk diameter buah adalah IPB C3, IPB C1, IPB C8, IPB C2, IPB C9 dan IPB C7 (Tabel 4). Tetua IPB C7 merupakan tetua yang paling banyak mengandung gen resesif, karena paling jauh dari titik nol Sementara itu, IPB C3 paling banyak mengandung gen dominan, karena paling dekat dengan titik nol. Garis regresi pada grafik $W_r - V_r$ mempunyai nilai intersep $a = 0.94$, sehingga memotong sumbu W_r di atas titik asal (0). Titik potong pada posisi tersebut menunjukkan adanya aksi gen dominan sebagian (Gambar 4).



Gambar 4. Hubungan peragam (W_r) dan ragam (V_r) karakter diameter buah cabai

Jumlah Gen Pengendali Karakter

Karakter hasil per tanaman, panjang buah, bobot buah dan diameter buah dikendalikan oleh gen – gen resesif. Jumlah pengendali gen tercermin dari nilai (h^2/H_2). Jumlah gen yang mengendalikan karakter hasil per tanaman, panjang buah, bobot buah dan diameter buah adalah masing – masing satu kelompok gen pengendali (Tabel 2).

Heritabilitas

Nilai duga heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) untuk karakter hasil per tanaman, panjang buah, bobot buah dan diameter buah termasuk dalam kategori tinggi, yaitu berturut-turut adalah 0.885, 0.970, 0.910 dan 0.939. Nilai duga heritabilitas arti sempit (h^2_{ns}) untuk keempat karakter tersebut juga tergolong tinggi, yaitu berturut-turut 0.681, 0.899, 0.697 dan 0.827 (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa proporsi ragam aditif dalam menentukan ketahanan adalah cukup tinggi, sesuai dengan penjelasan sebelumnya bahwa pengaruh aditif berperan sangat nyata. Ini menunjukkan ragam karakter – karakter tersebut dikendalikan oleh faktor genetik (Geleta *et al.* 2006). Beberapa penelitian pada cabai menunjukkan bahwa nilai duga heritabilitas arti luas yang tinggi pada karakter bobot buah, hasil per tanaman (Sreelathakumary and Rajamony, 2004; Lestari *et al.*, 2006; Saleh dan William, 2006; Marame *et al.*, 2008), panjang buah (Manju and Sreelathakumary, 2002; Sreelathakumary and Rajamony, 2004; Marame *et al.*, 2008), dan diameter buah (Manju and Sreelathakumary, 2002; Sreelathakumary and Rajamony, 2004; Saleh dan William, 2006; Lestari *et al.*, 2006). Menurut Fehr (1987), jika nilai duga heritabilitas tinggi maka seleksi dilakukan pada generasi awal karena karakter dari suatu genotipe mudah diwariskan ke keturunannya. Ragam aditif dan heritabilitas arti sempit yang tinggi pada populasi dan karakter yang dikaji membuat program pengembangan populasi ini bisa dilakukan melalui seleksi pedigree.

KESIMPULAN

Tidak ada interaksi antar gen dalam mengendalikan karakter hasil per tanaman, panjang buah, bobot buah dan diameter buah. Pengaruh ragam aditif berperan sangat nyata dan lebih besar daripada pengaruh dominan hasil per tanaman, panjang buah, dan diameter buah, sedangkan untuk karakter bobot buah pengaruh ragam dominan berperan lebih besar daripada pengaruh ragam aditif. Tetua IPB C7 merupakan tetua yang paling banyak mengandung gen – gen untuk karakter yang diinginkan. Nilai heritabilitas arti luas dan heritabilitas arti sempit tergolong tinggi untuk semua karakter yang diamati. Program pengembangan populasi ini untuk karakter yang dikaji bisa dilakukan melalui seleksi pedigree.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada LPPM IPB atas bantuan dana dalam Program Perakitan Varietas Hibrida Cabai melalui Program Riset Unggulan IPB I tahun 2005.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2009. Luas panen, produksi dan produktivitas cabai tahun 2008. <http://www.bps.go.id>. html [11 September 2009].
- Baihaki A. 2000. Teknik rancang dan analisis penelitian pemuliaan [Diktat Kuliah]. Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Bandung. 91 hal.
- Basuki, N. 1986. Pendugaan parameter genetik dan hubungan antara hasil dengan beberapa sifat agronomis serta analisis persilangan dialel pada ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb.) [Disertasi]. Fakultas Pascasarjana IPB, Bogor. 139 hal.

- Fehr, W.R. 1987. Principles of Cultivar Development. Volume I: Theory and Technique. MacMillan Publishing Company. NY.
- Geleta, F. Legesse, Labuschagne, T. Maryke. 2006. Combining ability and heritability for vitamin C and total soluble solids in pepper (*Capsicum annuum* L.). J. Sci. Food Agric 86 (9) : 1317-1320.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust Biol Sci 9 (4) : 463 – 493.
- Hafsah S., S. Sastrosumarjo, S. Sujiprihati, Sobir, S.H. Hidayat. 2007. Daya gabung dan heterosis ketahanan pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap penyakit antraknosa combining ability and heterosis of resistance to anthracnose disease of papaya. Bul. Agron. (35) (3) 197 – 204.
- Hayman, B.I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39: 789 – 809.
- Johnson, L.P.V. 1963. Applications of the diallel cross technique to plant breeding. p 561 – 569. Dalam W.D. Hanson, H.F. Robinson (eds). Statistical Genetics and Plant Breeding. National Acad of Sci – National Res. Council, Washington. DC.
- Kakani, R.K, Y. Sharma, S.N. Sharma. 2007. Combining ability of barley genotypes in diallel crosses. SABRAO J. 39(2) 117-126.
- Kalia, P., M. Sood. 2009. Combining ability in the F₁ and F₂ generations of a diallel cross for horticultural traits and protein content in garden pea (*Pisum sativum* L.). SABRAO J. 41(1) : 53 – 68.
- Lestari, A.D., W. Dewi, W. A. Qosim, M. Rahardja, N. Rostini, dan R. Setiamihardja. 2006. Variabilitas genetik dan heritabilitas karakter komponen hasil dan hasil lima belas genotip cabai merah. Zuriat 17 (1): 94-102.
- Manju, P.R and I. Sreelathakumary. 2002. Genetic variability, heritability and genetic advance in hot chilli (*Capsicum chinense* Jacq.). Journal of Tropical Agriculture 40 : 4-6.
- Maramé F., L. Desalegne, Harjit-Singh, C. Fininsa and R. Sigvald. 2008. Genetic components and heritability of yield and yield related traits in hot pepper. Res. J. Agric. & Biol. Sci. 4(6): 803-809.
- Novita, N, Soemartono, W. Mangoendidjojo3), M. Machmud. 2007. Analisis dialel ketahanan kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) terhadap penyakit layu bakteri *ralstonia solanacearum*. Zuriat 18(1) : 1 – 9.
- Permadi, A.H., Y. Kusandriani. 2006. Pemuliaan tanaman cabai. hal. 22 – 35. Dalam A. Santika (ed.). Agribisnis Cabai. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Purwati, E, B. Jaya, A.S. Duriat. 2000. Penampilan beberapa varietas cabai dan uji resistensi terhadap penyakit virus kerupuk. J. Hort. 10 (2) : 88-94.
- Roy, D. 2000. Plant breeding, analysis and exploitation of variation. New Delhi: Narosa Publishing House. 701 hal.
- Saleh, M. dan E. William. 2006. Evaluasi fenotipik, heritabilitas dan korelasi antara komponen hasil dengan hasil cabai merah di lahan rawa lebak. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi dan Pengembangan Terpadu Lahan Rawa Lebak. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa.
- Singh H., S.N. Sharma, R.S. Sain, D.L. Singhania. 2003. The inheritance of production traits in bread wheat by diallel analysis. SABRAO J. 35(1) 1-9.
- Singh, R. K., R. D. Chaudhary. 1979. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani Publishers. New Delhi. 302p.
- Sousa, J.A de, W.R. Maluf. 2003. Diallel analysis and estimation of genetic parameters of hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). Sci Agric 60 (1) : 105 – 113.

- Sreelathakumary, I., L. Rajamony. 2004. Variability, heritability and genetic advance in chilli (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Tropical Agriculture* 42 (1-2): 35-37.
- Sudjindro, Soemartono, M.D. Wuryono. 1991. Penilaian parameter genetik beberapa kultivar kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) dengan persilangan dialel. *Zuriat* 2 (1) : 48-55.
- Sujiprihati, S., R.Yunianti, M. Syukur, 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. 2007. Analisis genetik dan pewarisan sifat ketahanan cabai (*Capsicum annuum* L.) terhadap antraknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 149 hal.