

**Daya Gabung dan Heterosis Ketahanan
Pepaya (*Carica papaya* L) terhadap Penyakit Antraknosa^{*})**

Combining Ability and Heterosis of Resistance to Anthracnose Disease of Papaya

Siti Hafshah^{1*}, Sarsidi Sastrosumarjo², Sriani Sujiprihati², Sobir², Sri Hendrastuti Hidayat³

Diterima 8 Mei 2007/Disetujui 30 Agustus 2007

ABSTRACT

*This study was conducted to determine the relative importance of general (GCA) and specific (SCA) combining ability and heterosis effects on resistance to *C. gloeosporioides* in selected papaya genotypes. A half diallel mating scheme of five genotypes of papaya were evaluated in the field. The combining ability analysis revealed that both the additive and nonadditive gene effects were present. Crosses between the resistance and susceptible genotypes showed intermediate disease reaction to papaya anthracnose disease (PAD) suggesting a polygenic system of resistance to the disease. Highly resistance heterosis of 51.51% at Tajur and 48.71% at Gunung Geulis were expressed in crosses between IPB5 x PB000174.*

Key words: Papaya, anthracnose, GCA, SCA, heterosis

PENDAHULUAN

Pepaya (*C. papaya*, L) merupakan salah satu tanaman buah yang sangat penting dalam pemenuhan kalsium dan sumber vitamin A dan C (Nakasone dan Paull 1998). Manfaat pepaya yang lain adalah sebagai bahan baku industri makanan, obat, kosmetika dan pestisida (Villegas 1992).

Produktivitas pepaya di Indonesia pada tahun 2004 dapat mencapai 732.61 t/ha tetapi turun menjadi 646.65 t/ha pada tahun 2005 (FAO, 2005). Salah satu penyebab penurunan produksi tersebut adalah adanya gangguan hama dan penyakit. Penyakit antraknosa pada buah pepaya merupakan penyakit utama pasca panen yang dapat menurunkan kualitas buah dan dapat menurunkan hasil panen. Penyakit antraknosa dapat menurunkan produksi pepaya sekitar 40% di Kabupaten Malang (Mahfud 1985).

Patogen penyebab penyakit antraknosa pada buah pepaya di Indonesia adalah cendawan *C. gloeosporioides* (Penz) Sacc atau pada stadium sempurna dikenal dengan nama *Glomerella cingulata* (Sulusi *et al.*, 1991). Selanjutnya Kader (2000) juga menyatakan bahwa antraknosa yang disebabkan oleh *C. gloeosporioides* merupakan penyebab utama kehilangan hasil pasca panen pada buah pepaya di California.

Salah satu karakter dari idiotipe pepaya yang diinginkan dari program pemuliaan adalah kulit buah halus tanpa cacat, baik itu karena gangguan fisiologis maupun serangan patogen pada buah.

Teknik pengendalian antraknosa yang paling efisien, aman dan murah adalah menanam varietas yang tahan. Hal yang penting diketahui dalam pembentukan varietas tahan antraknosa melalui program persilangan adalah kemampuan tetua menghasilkan turunan yang unggul dengan suatu uji keturunan, seperti persilangan *diallel*. Persilangan *diallel* adalah persilangan yang dilakukan di antara semua pasangan tetua sehingga diketahui potensi daya gabung, baik daya gabung umum (DGU) maupun daya gabung khusus (DGK) serta dapat diduga besarnya ragam genetik dari suatu karakter

Menurut Darlina *et al.* (1992) daya gabung sangat diperlukan untuk mengidentifikasi kombinasi tetua yang akan menghasilkan keturunan yang berpotensi hasil tinggi dan tahan terhadap penyakit. Hasil penelitian Sulisty (2006) menunjukkan bahwa pepaya IPB 10 merupakan tetua dengan DGU yang baik untuk karakter-karakter generatif. Daya gabung juga telah banyak digunakan untuk seleksi ketahanan terhadap penyakit. Owolade *et al.* (2006) menggunakan nilai daya gabung umum dan daya gabung khusus dalam menyeleksi tanaman singkong yang tahan terhadap penyakit antraknosa yang disebabkan oleh *C. gloeosporioides* f.sp *manihotis*.

* Makalah merupakan sebagian dari disertasi penulis pertama, Program Studi Agronomi SPS IPB

¹ Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala-Darussalam Banda Aceh. Telp (0251) 421011
E-mail: cvti_lbs@yahoo.com (*Penulis untuk korespondensi)

² Staf Pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

³ Staf Pengajar Departemen Proteksi Tanaman IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Perbaikan karakter, terutama ketahanan terhadap hama dan penyakit, dapat dilakukan dengan memanfaatkan adanya efek heterosis dari persilangan pada tanaman pepaya. Hasil penelitian Chan (1992; 1995) menunjukkan bahwa gejala heterosis ditemukan pada empat peubah vegetatif tanaman pepaya yang diamati yaitu diameter batang, tinggi tanaman, panjang petiole dan lebar lamina.

Penelitian bertujuan untuk mengembangkan konsep pemuliaan pepaya dalam upaya mendapatkan genotipe tahan terhadap penyakit antraknosa yang berdaya hasil tinggi. Dalam penelitian ini ditempuh langkah-langkah sebagai berikut;

1. Mendeteksi adanya tanaman yang tahan dan rentan pada genotipe pepaya baik tetua maupun hasil persilangan berdasarkan persentase keparahan penyakit.
2. Menduga besarnya daya gabung (umum dan khusus) dari tetua-tetuananya untuk karakter-karakter ketahanan yang diamati, sehingga diharapkan diperoleh keterangan tentang potensi hibridanya.
3. Mendeteksi kemungkinan terdapatnya efek heterosis pada persilangan tanaman pepaya tahan terhadap penyakit antraknosa.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Pusat Kajian Buah Tropik (PKBT) di Tajur (250 m di atas permukaan laut/dpl), dan PT. Agrokekatama Gunung Geulis Gadog (550 m dpl), Laboratorium Cendawan Departemen Proteksi Tanaman IPB Bogor. Kegiatan penelitian berlangsung dari bulan April 2004 sampai Agustus 2006.

Materi genetik yang digunakan adalah lima genotipe pepaya sebagai tetua yaitu IPB1, IPB 10, PB000174, Str 6-4 dan IPB 5 yang disilang secara acak dengan metode *half diallel* sehingga diperoleh materi genetik yang terdiri atas lima genotipe tetua dan 10 genotipe hasil persilangan *diallel*. Isolat cendawan *C. gloeosporioides* yang digunakan adalah biakan murni TJR 1. Isolat TJR1 merupakan hasil isolasi dari buah pepaya yang bergejala dari Tajur dan telah diuji patogenisitasnya. Kultur cendawan dibiakkan pada media agar. Konidia dipanen dari kultur cendawan yang berumur dua minggu digunakan sebagai sumber inokulum dengan konsentrasi 10^6 konidia/ml.

Benih pepaya hasil persilangan *half diallel* ditanam dalam polybag yang berdiameter 12.5 cm dengan media pupuk kandang, sekam dan tanah top soil dengan perbandingan 1: 1:1. Setelah bibit berumur dua bulan, dipindahkan ke lapangan dan ditanam dengan jarak tanam 2 x 2.5 meter, dengan ukuran lubang tanam 0.5 x 0.5 x 0.5 meter. Pemberian pupuk kandang 20 kg/lubang dilakukan dua minggu sebelum tanam. Pemupukan anorganik dilakukan empat bulan sekali

dalam setahun, per lubang tanam/tahun: Urea 40g, SP-36 325 g dan KCl 40 g. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penyiangan gulma dan pemberian pupuk.

Percobaan di lapangan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal dengan 15 genotipe pepaya sebagai perlakuan dan tiga kelompok sebagai ulangan.

Pengambilan sampel buah dilakukan pada saat buah sudah matang semburat atau $\frac{1}{4}$ bagian buah berwarna kuning. Setiap ulangan terdiri dari 15 buah pepaya, sehingga setiap perlakuan (genotipe) ada 45 buah pepaya.

Percobaan inokulasi dilakukan di laboratorium. Pemanenan buah dilakukan pada kondisi buah matang 25%. Setelah dipanen, buah dibersihkan dengan air mengalir kemudian direndam dalam larutan sodium hypochlorite 0.5% selama lima menit lalu dikeringkan. Inokulasi dilakukan dengan cara semprot menggunakan alat penyemprot (sprayer) dengan suspensi konidia *C. gloeosporioides* (10^6 konidia/ml) (Dickman *et al.*, 1983). Buah pepaya yang telah diinokulasi kemudian diletakkan dalam bak plastik yang beralaskan kertas basah, selanjutnya ditutup dengan plastik transparan. Gejala diamati setiap hari setelah inokulasi.

Peubah yang diamati adalah :

1. Masa inkubasi (MI), yaitu rata-rata periode hari setelah inokulasi sampai munculnya gejala.
2. Diameter gejala, yaitu diameter gejala dari lesio gejala yang muncul. Pengukuran diameter gejala dilakukan pada hari ke tujuh setelah inokulasi
3. Persentase luas gejala, yaitu luasnya gejala yang muncul pada permukaan buah pepaya. Pengukuran luas gejala dilakukan pada tujuh hari setelah inokulasi.
4. Keparahan penyakit, yaitu proporsi buah yang menunjukkan gejala setelah diinokulasi dengan menggunakan skoring dan kelas ketahanan berdasarkan metode yang digunakan Suryaningsih (1991). Pengukuran keparahan penyakit dilakukan tujuh hari setelah inokulasi.

Analisis data yang dilakukan :

1. Keparahan Penyakit

Penghitungan Keparahan Penyakit, berdasarkan rumus:

$$KP = \frac{\sum_{i=0} (n_i \times v_i)}{N \times Z} \times 100\%$$

- KP : Keparahan Penyakit
ni : jumlah buah tiap kelas luas gejala
Vi : nilai skor tiap kelas luas gejala
N : jumlah buah yang diamati
Z : nilai skor kelas luas gejala tertinggi

Skor persentase luas gejala pada permukaan buah (Suryaningsih 1991) yaitu: 0 = tidak ada gejala; 1 = gejala awal sampai 19%; 2 = 20 – 39% gejala; 3 = 40 – 59% gejala; 4 = 60 – 79% gejala; 5 = 80 – 100% gejala

Evaluasi ketahanan terhadap antraknosa di kelompokkan berdasarkan Suryaningsih (1991) : Tahan (T) = keparahan penyakit > 20 %; Agak tahan (AT) = keparahan penyakit 21 – 40%; Agak rentan (AR) = keparahan penyakit 41-60%; Rentan (R) = keparahan penyakit > 60%.

2. Daya Gabung

Analisis daya gabung dilakukan menggunakan data dari dua lokasi yang dirancang dalam bentuk *half diallel* (tetua dan F1 tanpa resiprokal). Analisis *diallel* pada dua lokasi dilakukan secara terpisah menggunakan metode Griffing' (1956) Metode 2 Model 1 (mengabaikan galur murni). Owolade *et al.* (2006) menggunakan metode Griffing untuk menghitung daya gabung pada tanaman singkong yang bukan galur murni untuk sifat ketahanan terhadap penyakit antraknosa.

Sidik ragam untuk analisis daya gabung Metode 2 disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Sidik ragam daya gabung metode 2

SK	DB	JK	KT	EKT
DGU	p-1	JK _{dgu}	KT _{dgu}	$\sigma_e^2 + \sigma_{dgk}^2 + (p+2) \sigma_{dgu}^2$
DGK	p(p-1)/2	JK _{dgk}	KT _{dgk}	$\sigma_e^2 + \sigma_{dgk}^2$
Galat	(r-1)[(p-1)+p(p-1)/2]	JK _{galat}	KT _{galat}	σ_e^2

Keterangan : p = jumlah tetua, r = ulangan

Berdasarkan tabel sidik ragam untuk analisis daya gabung Metode 2 di atas, maka komponen ragam dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\sigma_e^2 = \frac{KT_{galat}}{p-1} \quad \sigma_{dgk}^2 = \frac{KT_{dgk} - KT_{galat}}{p-1}$$

$$\sigma_{dgu}^2 = \frac{(KT_{dgu} - KT_{dgk})}{p+2}$$

Komponen genetik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Singh dan Chaudhary, 1979):

$$\sigma_{dgu}^2 = \frac{1}{2} \sigma_A^2 \quad \text{dan} \quad \sigma_{dgk}^2 = \sigma_D^2$$

Efek DGU tetua ke-i dihitung menggunakan rumus berikut:

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

Efek DGK masing-masing hasil persilangan tetua ke-i dan ke-j dihitung menggunakan rumus berikut:

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

3. Heterosis

Heterosis atau superioritas dari hibrida F1 dihitung berdasarkan formula yang digunakan oleh Sinha dan Khanna (1975), yaitu berdasarkan rata-rata kedua tetuanya ("midparent = MP) dan nilai salah satu

tetuanya yang terbaik ("best parent = BP") sebagai berikut:

1. Heterosis (H1) = (F1 – MP) / MP x 100%
2. Heterobeltiosis (H2) = (F1 – BP) / BP x 100%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keparahan Penyakit

Pengujian tingkat ketahanan pepaya pada dua lokasi (Tabel 2) menunjukkan tingkat ketahanan yang berbeda pada genotipe yang sama. Hasil percobaan di Tajur menunjukkan adanya beberapa genotipe pepaya yang tahan terhadap antraknosa, yaitu PB000174, IPB1 dan beberapa hasil persilangannya. Di lain pihak di Gunung Geulis tidak diperoleh genotipe yang tahan terhadap antraknosa. Genotipe IPB1 dan PB000174 menunjukkan respon moderat terhadap antraknosa, demikian juga dengan hasil persilangannya. Hal ini mungkin disebabkan perbedaan ketinggian, suhu dan kelembaban yang mempengaruhi tingkat ketahanan pepaya. Perubahan tingkat ketahanan suatu genotipe pada lingkungan yang berbeda dapat mengindikasikan bahwa karakter ketahanan tersebut dikendalikan secara kuantitatif (poligenik).

Tabel 2. Rata-rata keparahan penyakit dan kelas ketahanan genotipe pepaya terhadap penyakit antraknosa pada dua lokasi pengamatan

Genotipe	Tajur		Gunung Geulis	
	KP (%)	Kelas ketahanan	KP (%)	Kelas ketahanan
IPB1	19.33	Tahan	48.33	Agak rentan
IPB10	60.00	Rentan	96.67	Rentan
STR64	51.11	Agak rentan	82.67	Rentan
IPB5	66.67	Rentan	87.78	Rentan
PB000174	6.67	Tahan	42.22	Agak rentan
IPB1xIPB10	21.11	Agak tahan	56.66	Agak rentan
IPB1xSTR-64	28.20	Agak tahan	69.09	Rentan
IPB1xIPB5	23.17	Agak tahan	49.41	Agak rentan
IPB1xPB174	13.33	Tahan	34.17	Agak tahan
IPB10xSTR64	46.67	Agak rentan	69.17	Rentan
IPB10xIPB5	53.33	Agak rentan	68.33	Rentan
IPB10xPB174	20.00	Tahan	74.67	Rentan
STR64xIPB5	42.22	Agak rentan	73.33	Rentan
STR64xPB174	20.00	Tahan	37.14	Agak tahan
IPB5xPB174	17.78	Tahan	33.37	Agak tahan

Keterangan: KP = keparahan penyakit

Daya Gabung Umum (DGU) dan Daya Gabung Khusus (DGK)

Berdasarkan nilai kuadrat tengah hasil percobaan di Tajur dan Gunung Geulis, diperoleh perbedaan yang

nyata antar genotipe untuk beberapa karakter ketahanan, yaitu persentase luas gejala, keparahan penyakit, diameter gejala dan kematangan buah saat gejala muncul (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai kuadrat tengah dari anova diallel karakter ketahanan pepaya terhadap penyakit antraknosa di Tajur dan Gunung Geulis

Sumber keragaman	Derajat bebas	Luas gejala (%)	Keparahan penyakit (%)	Diameter gejala (cm)	Kematangan buah saat gejala muncul (%)
Tajur					
Ulangan	2	23.93	16.05	0.17	66.52
Genotipe	14	687.91**	1065.39**	0.81*	1142.34**
Tetua (T)	4	1395.36**	2077.49**	1.40**	2662.37**
Silangan (S)	9	395.22**	569.26**	0.63 ^{tn}	479.60**
T x S	1	492.34*	1482.14**	0.006 ^{tn}	1026.84**
DGU	4	692.60**	1040.28**	0.79**	1084.09**
DGK	10	43.98 ^{tn}	81.07*	0.06 ^{tn}	99.46**
Error	28	69.69	86.19	0.29	21.17
Koefisien keragaman (%)		37.46	28.44	52.09	5.39
Gunung Geulis					
Ulangan	2	47.34	37.24	0.03	144.10
Genotipe	14	1371.35**	1221.40**	0.46 ^{tn}	1078.33**
Tetua (T)	4	2224.81**	1812.68**	0.81*	2391.76**
Silangan (S)	9	804.07**	844.22**	0.34 ^{tn}	394.79**
T x S	1	3062.97**	2250.90**	0.10 ^{tn}	1976.55**
DGU	4	1044.26**	954.09**	0.37**	865.74**
DGK	10	222.26**	188.35**	0.88 ^{tn}	156.93**
Error	28	154.42	152.72	0.23	69.41
Koefisien Keragaman (%)		24.09	20.08	33.48	11.05

Keterangan: tn = tidak nyata, * = nyata (P< 0,05), ** = sangat nyata (P<0.01)

Daya gabung umum (DGU) menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada semua karakter ketahanan baik pengujian di Tajur maupun di Gunung Geulis. Hal ini berarti terdapat satu atau lebih genotipe pepaya penggabung yang baik berdasarkan keempat karakter ketahanan terhadap penyakit antraknosa.

Pengujian daya gabung khusus (DGK) di Tajur menunjukkan bahwa keparahan penyakit dan kematangan buah saat gejala muncul berbeda nyata sedangkan persentase luas gejala dan diameter gejala tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Untuk pengujian di Gunung Geulis, hanya diameter gejala yang tidak nyata, sedangkan persentase luas gejala, keparahan penyakit, dan kematangan buah saat gejala muncul menunjukkan perbedaan yang sangat nyata.

Nilai kuadrat tengah DGU dan DGK yang nyata mengindikasikan bahwa karakter ketahanan dikendalikan oleh gen aditif dan dominan. Tingginya nilai DGU dibandingkan DGK menunjukkan peran gen aditif lebih besar dibandingkan non aditif. Hasil penelitian Miller and Timothy (1984) menunjukkan nilai DGU yang lebih

tinggi dibanding nilai DGK untuk ketahanan antraknosa pada buah tomat.

Genotipe yang tahan ditunjukkan oleh nilai DGU dan DGK yang negatif pada persentase luas gejala, keparahan penyakit dan diameter gejala, dan nilai positif pada kematangan buah saat gejala muncul. IPB1 dan PB000174 merupakan genotipe yang tahan terhadap penyakit antraknosa berdasarkan beberapa karakter ketahanan yang dipelajari (Tabel 4). Kedua genotipe tersebut menunjukkan nilai DGU negatif pada karakter persentase luas gejala, keparahan penyakit dan diameter gejala, serta memiliki nilai DGU positif pada karakter kematangan buah pada saat gejala muncul di kedua lokasi. Sebaliknya IPB10, STR-64 dan IPB5 menunjukkan sifat kerentanan dengan nilai DGU positif. Owolade *et al.* (2006) menyatakan bahwa hanya DGU dari keparahan penyakit yang bernilai negatif yang memberi kontribusi ketahanan, sedangkan yang bernilai positif secara nyata memberi kontribusi kerentanan.

Tabel 4. Nilai daya gabung umum lima genotipe pepaya untuk karakter ketahanan terhadap penyakit antraknosa

Genotipe	Tajur				Gunung Geulis			
	LG (%)	KP (%)	DG (cm)	MB (%)	LG (%)	KP (%)	DM (cm)	MB (%)
IPB1	-6.75	-10.19	-0.31	8.07	-10.00	-9.03	-0.23	8.58
IPB10	3.23	9.32	0.13	2.45	15.07	13.28	0.14	-3.18
STR64	5.30	6.21	0.22	-1.93	5.69	6.41	0.33	-3.35
IPB5	11.56	10.57	0.36	-20.23	4.09	4.40	-0.08	-15.13
PB174	-13.34	-15.91	-0.40	11.64	-14.85	-15.06	-0.16	13.08

Keterangan: LG = luas gejala, KP = keparahan penyakit, DM = diameter gejala, MB = matang buah saat gejala muncul

Nilai DGK pada dua lokasi pengamatan menunjukkan adanya perbedaan pada semua genotipe hasil persilangan (Tabel 5). DGK yang bernilai negatif memberikan kontribusi karakter ketahanan dan sebaliknya yang bernilai positif memberi kontribusi sifat

kerentanan. Persilangan dengan nilai DGK negatif yang tinggi berpeluang menimbulkan efek heterosis yang tinggi pula dan berpeluang untuk pembentukan varietas hibrida.

Tabel 5. Nilai daya gabung khusus sepuluh genotipe persilangan pepaya untuk karakter ketahanan terhadap penyakit antraknosa

Genotipe	Tajur				Gunung Geulis			
	LG(%)	KP(%)	DG(cm)	MB(%)	LG(%)	KP(%)	DM(cm)	MB(%)
IPB1xIPB10	-5.38	-10.66	-0.24	-2.43	-8.42	-9.12	-0.02	4.86
IPB1xSTR-64	-3.35	-0.45	-0.28	4.05	8.70	10.18	-0.10	-1.82
IPB1xIPB5	-3.13	-9.85	-0.30	8.11	-6.16	-7.49	0.08	1.56
IPB1xPB174	4.34	6.80	0.33	-5.52	-2.79	-3.28	-0.18	-2.04
IPB10xSTR-64	4.10	-1.51	0.14	3.52	-14.88	-12.06	-0.16	13.09
IPB10xIPB5	1.79	0.80	0.12	-0.51	-14.66	-10.88	0.03	13.35
IPB10xPB174	0.32	-6.05	0.14	-0.21	14.73	14.91	0.48	-13.27
STR64xIPB5	-8.18	-7.20	0.26	3.89	-0.90	0.99	0.32	4.43
STR-64xPB174	-3.58	-2.94	0.06	1.52	-16.31	-15.74	-0.28	9.68
IPB5xPB174	-10.33	-9.52	-0.15	21.35	-17.64	-17.53	0.18	17.03

Keterangan: LG= luas gejala, KP=keparahan penyakit, DM= diameter gejala, MB=matang buah saat gejala muncul; 1=IPB1, 10=IPB10, 64=STR64, 5=IPB5, 174=PB000174

Dalam pembentukan varietas hibrida, genotipe PB000174 dan IPB1 berpotensi sebagai tetua yang dapat menyumbangkan sifat ketahanan. Berdasarkan nilai DGK yang secara konsisten menunjukkan nilai negatif pada karakter ketahanan yaitu persilangan IPB1xIPB10 dan IPB5 x PB000174. Kedua persilangan tersebut memiliki potensi dalam pembentukan varietas hibrida yang tahan terhadap penyakit antraknosa.

Heterosis

Nilai heterosis untuk karakter luas gejala, keparahan penyakit dan diameter gejala yang

memberikan kontribusi ketahanan adalah yang bernilai negatif dan untuk karakter kematangan buah adalah yang bernilai positif. Pada Tabel 6 terlihat bahwa rata-rata luas gejala, keparahan penyakit bernilai negatif sedangkan kematangan buah bernilai positif, sehingga ketiga karakter ini menunjukkan adanya heterosis sifat ketahanan, akan tetapi untuk rata-rata diameter buah tidak menunjukkan adanya heterosis ketahanan. Di lain pihak tidak ada satupun dari karakter ketahanan yang dipelajari yang memiliki rata-rata nilai heterobeltiosis yang menunjukkan ketahanan terhadap penyakit antraknosa.

Tabel 6. Rataan nilai pendugaan heterosis dan heterobeltiosis beberapa karakter ketahanan terhadap antraknosa pada pepaya

Karakter	Heterosis		Heterobeltiosis	
	Rataan	Kisaran	Rataan	Kisaran
(%).....			
Luas gejala (%)	-27.90	-58.71 _ 5.42	5.06*	-29.49 _ 102.28
	-24.96	-63.38 _ 4.68	1790.15	-19.35 _ 5581.82
Keparahan penyakit (%)	-21.30	-48.71 _ 7.52	2.71	-21.00 _ 76.86
	-31.29	-51.51 _ 2.54	53.90	-17.33 _ 199.89
Diameter gejala (cm)	9.31	-18.01 _ 47.13	39.13	-14.71 _ 106.19
	9.61	-36.33 _ 88.41	1063.96	-9.09 _ 2933.33
Kematangan buah (%)	25.66	-7.59 _ 61.99	-1.19	-24.87 _ 36.57
	15.38	-1.35 _ 52.62	-7.18	-25.56 _ -0.52

Keterangan: * untuk tiap peubah, baris atas adalah nilai di Gunung Geulis, baris bawah adalah nilai di Tajur

Hasil pendugaan nilai heterobeltiosis dan heterosis (Tabel 7) menunjukkan bahwa ada beberapa genotipe hasil persilangan yang menunjukkan tingkat ketahanan yang lebih tinggi dari rata-rata kedua tetuanya, bahkan

dari tetua terbaik. Genotipe- genotipe tersebut adalah genotipe hasil persilangan, yang salah satu atau kedua tetuanya tahan dan memiliki nilai heterosis atau heterobeltiosis negatif.

Tabel 7. Pendugaan nilai heterosis (MP) dan heterobeltiosis (BP) untuk karakter ketahanan penyakit antraknosa pada pepaya

T1 (B) x T2 (J)	F1 (%)	Tetua (%)		Heterosis	
		T1	T2	BP	MP
IPB1 x IPB10	56.66 ¹⁾	48.33	96.67	17.24	-21.85
	21.11 ²⁾	19.33	60.00	9.21	-46.79
IPB1 x STR-64	69.09	48.33	82.67	42.95	5.48
	28.20	19.33	51.11	45.89	-19.93
IPB1 x IPB5	49.41	48.33	87.78	-8.11	-27.40
	23.17	19.33	66.67	19.87	-14.12
IPB1 x PB174	34.17	48.33	42.22	-19.07	-24.54
	13.33	19.33	6.67	99.85	2.54
IPB10 x STR-64	69.17	96.67	82.67	-16.33	-22.86
	46.67	60.00	51.11	-8.69	-16.00
IPB10 x IPB5	68.33	96.67	87.78	-22.16	-25.91
	53.33	60.00	66.67	-11.12	-36.01
IPB10 x PB174	74.67	96.67	42.22	76.86	7.52
	20.00	60.00	6.67	199.85	-40.01
STR64 x IPB5	73.33	82.67	87.78	-11.30	-13.96
	42.22	51.11	66.67	-17.39	-28.31
STR-64 x PB174	37.14	82.67	42.22	-12.03	-40.53
	20.00	51.11	6.67	199.85	-30.77
IPB5 x PB174	33.34	87.78	42.22	-21.03	-48.71
	17.78	66.67	6.67	1.67	-51.51

Keterangan: untuk tiap peubah, baris atas adalah nilai di Gunung Geulis, baris bawah adalah nilai di Tajur. T1 (B) = tetua betina, T2 (J) = tetua jantan

Genotipe IPB5 x PB000174 memiliki nilai heterosis tertinggi untuk karakter keparahan penyakit di dua lokasi yaitu -48.71 di Gunung Geulis dan -51.51 di Tajur, yang berarti keparahan penyakit menurun atau berkurang sebanyak 48.71% di Gunung Geulis dan 51.51% di Tajur sehingga ketahanannya meningkat. Hampir seluruh genotipe persilangan memiliki nilai heterosis negatif, hanya dua genotipe yang bernilai positif pada pengujian di Gunung Geulis yaitu IPB1 x STR-64 (5.48) dan IPB 10 x PB000174 (7.52) dan satu genotipe yang memiliki nilai heterosis positif pada pengujian di Tajur yaitu IPB1 x PB000174 (2.54).

Genotipe yang memiliki nilai ketahanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tetua terbaik pada pengujian di Gunung Geulis adalah IPB1 x IPB5 (-8.11), IPB1 x PB000174 (-19.07), STR64 x PB000174 (-12.03) dan IPB5 x PB000174 (-21.03). Di lain pihak untuk pengujian di Tajur, tidak ada satu genotipe persilangan yang menunjukkan heterobeltiosis untuk karakter ketahanan antraknosa.

Genotipe persilangan yang menunjukkan nilai heterosis ketahanan tertinggi adalah IPB5 x PB000174 di kedua lokasi, bahkan di Gunung geulis persilangan ini menunjukkan ketahanan lebih tinggi dibanding tetua terbaik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji ketahanan terhadap penyakit antraknosa pada pepaya diperoleh dua genotipe yang tahan yaitu IPB1 dan PB000174. Nilai DGU lebih tinggi dibanding nilai DGK pada analisis diallel menunjukkan bahwa peran gen aditif lebih besar dibanding non aditif. Genotipe yang memiliki nilai DGU negatif yang menunjukkan sifat ketahanan terhadap antraknosa adalah IPB 1 dan PB000174, keduanya memiliki potensi sebagai donor gen ketahanan terhadap antraknosa pada pembentukan hibrida.

Genotipe persilangan yang menunjukkan nilai heterosis ketahanan tertinggi adalah IPB5 x PB000174 di kedua lokasi, bahkan di Gunung Geulis persilangan ini menunjukkan ketahanan lebih tinggi dibanding tetua terbaik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih di sampaikan kepada : (1) Pusat Kajian Buah Tropika (PKBT) melalui Tim Program Penelitian Riset Unggulan Strategis Nasional (RUSNAS); (2) Manager PT. Agrokekatama Gunung Geulis Bogor; (3) Kepala Kebun Percobaan PKBT Tajur Bogor dan; (4) Kepala Laboratorium Mikologi Departemen Proteksi Tanaman IPB Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

- Chan, Y.K. 1992. Progress in breeding of F1 papaya hybrids in Malaysia. *Acta Horticulturae* 292 : 41-49.
- Chan, Y.K. 1995. Development of F1 hybrids for papaya (*Carica papaya*) seed production and performance of F1 hybrids. Disertasi, University of Malaya: Malaysia. 208p.
- Darlina E., B. Ahmad, A. Drajat, T. Herawati. 1992. Daya gabung dan heterosis karakter hasil dan komponen hasil enam genotipe kedelai dengan silang diallel. *Zuriat* 3(2): 32-38.
- Dickman, M.B., A.M. Alvarez. 1983. Latent infection of papaya caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. *Plant Disease* 67(7):748-750.
- FAO. 2005. Agricultural Data: FAOstat. Papayas. <http://apps.fao.org/page/collections?Subset=agriculture> (accessed 10/03/2007)
- Griffing, B. 1956. Concept of general and spesific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Austral. J. Biol. Sci.* 9: 463-493.
- Kader, A.A. 2002. Papaya: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. Postharvest Technology Research Information Center Department of Plant Science. University of California.
- Nakasone, H.Y., R.E. Paull. 1998. Tropical Fruit. CAB International, Wallingford.
- Mahfud, M.C. 1985. Penyakit antraknosa pada pepaya. *Hortikultura* 15: 501-503
- Miller, A.N., J.N.G. Timothy. 1984. Comparison of inheritance of resistance to tomato anthracnose caused by two *Colletotrichum* spp. *Plant Disease* 68(10):875-877.
- Owolade, O.F., A.G.O. Dixon, A.Y.A. Adeoti. 2006. Diallel analysis of cassava genotypes to anthracnose disease. *World J. Agric. Sci.* 2(1): 98-104.
- Singh, R.K., B.D. Chaudhary. 1979. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Pub New Delhi. 304p.
- Sinha, S.K., R. Khanna. 1975. Physiological, biochemical, and genetic basis of heterosis. *Advances in Agronomy* 27: 123-173.
- Sulistyo, A. 2006. Evaluasi hasil persilangan, analisis daya gabung serta pendugaan nilai heterosis tujuh

- genotipe pepaya. Makalah Seminar Hasil Penelitian. PPs IPB-Bogor.
- Sulusi, P. Sjaifullah, D. Amiarsi. (1991) Cendawan penyebab kerusakan buah pepaya selama penyimpanan dan pemasaran serta pengendaliannya. Hortikultura 1(3):47-53.
- Suryaningsih, E.W. 1991. Resistance of pepper to anthracnose caused by *Colletotrichum capsici*. ARC Training Paper. 5p.
- Villegas, V.N. 1992. *Carica papaya* L. In: E.W.M. Verheij and R.E. Coronel (Eds). Plant Resources of South-East Asia: Edible Fruits and Nuts No. 2. PROSEA Foundation. Bogor. p. 108-112.