

Uji Daya Gabung pada Persilangan beberapa Genotipe Pepaya (*Carica papaya* L.)

Ni Luh Putu Indriyani¹, Sri Kuntjiyati H.², dan Soebijanto³

¹ Balai Penelitian Tanaman Buah, Jl. Raya Solok-Aripan Km.8 P.O. Box 5 Solok 27301

² Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Jl C.Simanjutak Yogyakarta

³ Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Jl. Raya Ragunan 19 Jakarta, 12520

Penelitian bertujuan untuk mengetahui daya gabung pada persilangan beberapa genotipe pepaya dan mempelajari aksi gen yang menentukan komponen hasil, daya hasil, dan kualitas buah dari genotipe-genotipe yang diuji. Lima genotipe pepaya disilangkan berdasarkan rancangan Dialel Metode 4 menurut Griffing. Penelitian dilakukan di kebun petani di desa Banjarsari (± 2 m dpl), Probolinggo, Jawa Timur, mulai bulan Oktober 2000 sampai September 2001 dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan tiga ulangan. Perlakuan terdiri dari sepuluh hasil persilangan. Analisis ragam untuk daya gabung umum berbeda nyata pada seluruh sifat, sedangkan daya gabung khusus hanya berbeda nyata pada panjang buah, panjang tangkai buah, tebal daging buah, jumlah biji, dan berat buah. Genotipe 99-015 merupakan tetua penggabung yang baik untuk hasil dan kualitas, sedangkan genotipe 99-020 merupakan tetua yang baik untuk hasil. Kombinasi persilangan yang terbaik tidak diperoleh dalam penelitian ini. Aksi gen aditif terjadi pada panjang buah, diameter buah, jumlah buah, berat buah, dan hasil dengan tingkat dominansi tidak lengkap. Aksi gen dominan terjadi pada panjang tangkai buah, tebal daging buah, dan padatan terlarut total dengan tingkat dominansi lebih, sedangkan jumlah biji tidak terjadi dominansi. Hasil penelitian bermanfaat bagi pemulia yang akan menggunakan genotipe-genotipe yang diuji ini sebagai bahan rakitan varietas unggul pepaya.

Kata kunci : *Carica papaya*; Daya gabung; Persilangan; Genotipe

ABSTRACT . Indriyani, NLP., S. Kuntjiyati H., and Soebijanto. 2002. Combining ability of some papaya genotypes. The research assesses the combining ability of the crossing of five papaya genotypes, and the gene action that determines the component of yield, and fruit quality of the genotypes observed. Five genotypes were crossed using Dialel Method 4 of Griffing. The experiment was conducted at farmer's fields, Banjarsari, Probolinggo, from October 2000 to September 2001. A Randomized Complete Block Design was used in this experiment with three replications. The treatments consisted of ten crossings. The results showed that general combining ability effects were significant for all characters observed. Specific combining ability effects were significant for fruit length, length of fruit stalk, flesh thickness, seed number, and fruit weight. The genotype 99-015 was a good combining parent for yield and quality, while the genotype of 99-020 was a good combining parent for yield. This research indicated no any best combining cross. The additive gene action occurred on fruit length, fruit diameter, fruit number, fruit weight, and yield with incomplete dominance level. Dominant gene action was observed on the length of fruit stalk, flesh thickness, total soluble solid with over dominance level. There was no dominance on seed number. The results suggest that breeders can use these genotypes to construct material of superior variety.

Keywords : *Carica papaya*; Combining ability; Crossing; Genotype

Konsumsi buah pepaya oleh penduduk Indonesia pada tahun 1999 sebesar 3,12 kg/kapita menempati posisi kedua setelah pisang (8,27 kg/kapita) dengan produktivitas nasional pada tahun 1999 sebesar 45,25 t/ha (Statistik Pertanian, 2001). Sementara itu konsumsi buah pepaya oleh penduduk Malaysia pada tahun 1988 sudah mencapai 3,8 kg/kapita dan terus meningkat sejalan dengan diperolehnya varietas unggul baru Eksotika (Subang 6 x Sunrise Solo x Sunrise Solo) pada tahun 1991 dengan produktivitas 46,8 t/ha (Chan *et al.*, 1998).

Usaha peningkatan kuantitas dan kualitas pepaya dapat dilakukan dengan perbaikan lingkungan dan tanaman. Perbaikan tanaman dapat dilakukan melalui pemuliaan, yang dapat

menghasilkan varietas baru dengan sifat yang lebih baik daripada varietas yang sudah ada.

Perbaikan sifat-sifat yang mempunyai nilai ekonomi tinggi sering dihadapkan kepada masalah dalam memilih tetua-tetua yang mempunyai daya gabung tinggi. Penilaian suatu genotipe yang akan digunakan sebagai tetua dalam program pemuliaan, didasarkan atas penampilan keturunan yang dihasilkan dari persilangan tertentu. Uji keturunan tersebut dikaitkan dengan daya gabung yaitu kemampuan suatu tetua dalam melakukan persilangan dengan tetua lain. Menurut Darlina *et al.* (1992), daya gabung sangat diperlukan untuk mengidentifikasi kombinasi tetua yang akan menghasilkan keturunan yang berpotensi hasil tinggi.

Pengetahuan tentang aksi gen dalam pemuliaan tanaman merupakan kunci untuk memilih prosedur-prosedur yang akan memberikan kemajuan seleksi yang maksimal. Apabila aksi gen aditif lebih penting, pemulia dapat menyeleksi secara efektif galur-galur pada berbagai tingkat *inbreeding*, sebab pengaruh aditif selalu diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Sebaliknya apabila aksi gen nonaditif lebih penting, maka dimungkinkan untuk memproduksi varietas hibrida (Dudley & Mool, 1969; Gravois & McNew, 1993).

Jain (1982) membagi aksi gen menjadi dua yaitu aksi gen aditif dan nonaditif (aksi gen dominan dan epistasi). Berdasarkan interaksi antaralel, Welsh (1981) membagi aksi gen menjadi dua macam yaitu interaksi antaralel pada lokus yang sama (tipe aksi gen aditif dan dominan) dan interaksi alel pada lokus yang berbeda (tipe aksi gen epistasi). Penampilan gen aditif menggambarkan hubungan gen-gen yang mempengaruhi sifat kuantitatif, yaitu tiap-tiap alel memberikan kontribusi khusus kepada sifat ini. Penampilan gen dominan menggambarkan hubungan alel pada sesama lokus yang berintegrasi satu dengan yang lain. Aksi gen dominan terdiri dari dominan tidak lengkap, dominan lengkap, dan dominan lebih. Istilah gen epistasi aslinya dipakai pada pewarisan kualitatif yaitu gen pada satu lokus menutupi pengaruh gen pada lokus lain. Pengertian ini pada pewarisan kuantitatif diperluas terhadap gen-gen pada dua lokus atau lebih yang berinteraksi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui daya gabung pada persilangan beberapa genotipe pepaya dan mempelajari aksi gen yang menentukan komponen hasil, daya hasil, dan kualitas buah dari beberapa genotipe yang diuji.

BAHAN DAN METODE

Genotipe yang digunakan sebagai tetua adalah 99-015, 99-014, 99-020, 99-010, dan 99-017 (Lampiran 1). Biji hibrida F_1 diperoleh dengan persilangan yang menggunakan Rancangan Dialel metode 4 menurut Griffing (1956) dalam Singh & Chaudhary (1979). Persilangan dilakukan pada bunga sempurna yang telah dikastrasi terlebih dahulu dan selanjutnya diserbuki dengan bunga jantan yang

diinginkan. Persilangan dilakukan di Sub Balai Teknologi Pertanian, Malang, mulai bulan April-Juni 2000.

Biji hibrida F_1 yang digunakan adalah 2/3 bagian dari ujung buah. Biji dibersihkan dari lendir, dicuci, dan dikeringanginkan selama 3-5 hari, selanjutnya disemaikan di kantong plastik dengan media tanah:pupuk kandang:pasir (1:1:1). Setiap kantong plastik ditanami tiga biji pepaya. Semai pepaya ditanam ke lapang setelah berumur 48 hari, dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan tiga ulangan. Perlakuan terdiri dari sepuluh persilangan. Penjarangan dilakukan setelah muncul bunga, disisakan satu tanaman dengan bunga sempurna pada setiap lubang tanam. Semai ditanam pada bedengan dengan tinggi 20 cm, lebar 1,5 m untuk satu baris tanaman, dan lebar parit 60 cm. Jarak tanam dalam baris adalah 2 m. Setiap perlakuan persilangan ditanam sepuluh tanaman. Penanaman dilakukan di desa Banjarsari, Probolinggo, Jawa Timur mulai bulan Oktober 2000 - September 2001.

Pemeliharaan tanaman meliputi pengairan, penjarangan, pemupukan, serta pengendalian hama dan penyakit. Pengamatan pada setiap ulangan dilakukan pada empat tanaman, setiap tanaman diamati empat buah pepaya dan rata-ratanya digunakan sebagai rata-rata plot dalam analisis data untuk daya gabung dan aksi gen. Parameter yang diamati adalah :

1. Komponen hasil meliputi: panjang buah (cm), diameter buah (cm), panjang tangkai buah (cm), tebal daging buah (cm), jumlah biji, jumlah buah, dan berat buah (kg). Panjang buah dihitung dari pangkal sampai ujung buah. Diameter buah diukur pada pertengahan panjang buah. Tebal daging buah dihitung dengan merata-ratakan bagian buah tertebal dan tertipis setelah buah dipotong melintang. Jumlah buah dihitung selama satu masa pemuahan. Pembahasan mengenai ukuran buah diarahkan pada buah yang berukuran besar.
2. Daya hasil (kg) dihitung selama satu masa pemuahan.
3. Kualitas buah meliputi: kadar air buah (%), kadar vitamin A (ppm), dan padatan terlarut total ($^{\circ}$ Brix).

Analisis hasil

Daya gabung dianalisis menggunakan prosedur analisis Dialel Metode 4 Model II yang dikemukakan oleh Griffing (1956) dalam Singh & Chaudhary (1979). Apabila Y_{ij} melambangkan rerata atas b ulangan dari keturunan persilangan antara tetua betina ke- i dan tetua jantan ke- j , maka model matematikanya adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + 1/b \sum \sum e_{ijk}$$

$$i, j = 1, 2, 3, \dots, p$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, b$$

di mana :

p = banyaknya tetua

μ = rata-rata populasi

g_i = efek daya gabung umum dari tetua ke- i

g_j = efek daya gabung umum dari tetua ke- j

s_{ij} = efek daya gabung khusus dari persilangan tetua ke- i dan tetua ke- j

$1/b \sum \sum e_{ijk}$ = efek rata-rata galat dari keturunan persilangan tetua ke- i dan tetua ke- j pada ulangan ke- k

Apabila Y_{ijk} adalah pengamatan terhadap ulangan ke- k dari suatu persilangan antara tetua ke- i dan tetua ke- j , maka e_{ijk} diduga dengan $Y_{ijk} - Y_{ij}$.

MS Error (MSE) diperoleh melalui:

$$MSE = \frac{1}{[\frac{1}{2}p(p-1) - 1]} \left[\sum \sum Y_{ijk}^2 - \frac{\sum \sum Y_{ij}^2}{b} - \frac{\sum \sum Y_{..k}^2}{\frac{1}{2}p(p-1)} - \frac{\sum \sum Y_{...}^2}{\frac{1}{2}bp(p-1)} \right]$$

Keterangan :

$\sum \sum Y_{ijk}^2$ = jumlah dari kuadrat setiap nilai pengamatan

$\sum \sum Y_{ij}^2$ = jumlah dari kuadrat terhadap total untuk setiap persilangan

$\sum \sum Y_{..k}^2$ = jumlah dari kuadrat terhadap total untuk setiap ulangan

$\sum \sum Y_{...}^2$ = kuadrat dari jumlah semua nilai pengamatan

Analisis ragam untuk daya gabung

SK	db	JK	KT	E(KT)	F...
GCA	$n-1$	S_g	M_g	$\sigma^2 + b\sigma_s^2 + b(n-2)\sigma_g^2$	M_g/M_e
SCA	$n(n-3)/2$	S_s	M_s	$\sigma^2 + b\sigma_s^2$	M_s/M_e
Galat	$(r-1)\{[n(n-1)/2]-1\}$	S_e	M_e	σ^2	
Total					

$$M_e = KTG/r$$

Berdasarkan analisis ragam dapat ditentukan komponen ragam sebagai berikut :

$$\sigma^2 = M_e$$

$$\sigma^2_s = M_s - M_e$$

$$\sigma_g^2 = \frac{1}{n-2} (M_g - M_s)$$

di mana σ_s^2 dan σ_g^2 masing-masing adalah penduga ragam daya gabung khusus dan ragam daya gabung umum. Daya gabung ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

1. Daya gabung umum (GCA) tetua ke- i

$$GCA = g_i = \frac{1}{n(n-2)} [nY_{i..} - 2Y_{..}]$$

2. Daya gabung khusus (SCA) hibrida hasil persilangan tetua ke- i dan ke- j :

$$SCA = s_{ij} = Y_{ij} - \frac{1}{n-2} (Y_{i.} + Y_{.j}) + \frac{2}{(n-1)(n-2)} Y_{..}$$

Uji beda antara GCA tetua-tetua dan antara SCA hibrida silang tunggal dilakukan dengan menggunakan uji beda kritis (Critical Difference = CD) dengan rumus :

$$CD = S.E \times t_{0,05} = \sqrt{\text{varian} \times t_{0,05}}$$

Tipe aksi gen diketahui dengan menghitung besar varian aditif dan varian dominan dengan rumus sebagai berikut (Singh & Chaudhary, 1979):

$$\sigma_g^2 = \text{CovHS} = \left[\frac{1+F}{4} \right] \sigma_A^2$$

$$\sigma_s^2 = \text{CovFS} - 2 \text{CovHS}$$

$$= \left[\frac{1+F}{2} \right] s_A^2 + \left[\frac{1+F}{2} \right] s_D^2 - 2 \left[\frac{1+F}{4} \right] s_A^2$$

$$= \left[\frac{1+F}{2} \right]^2 s_D^2$$

Keterangan :

FS = Full Sib

HS = Half Sib

F = Koefisien inbreeding

Bila tetua bukan *inbred* maka $F = 0$. Setelah itu barulah dihitung tingkat dominansi dengan menggunakan rumus (Petr & Frey, 1966):

$$\text{Tingkat dominansi} = \left[\frac{\sigma_D^2}{\sigma_A^2} \right]^{1/2}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendugaan nilai daya gabung umum dan daya gabung khusus

Analisis ragam daya gabung dilakukan apabila analisis ragamnya berbeda nyata. Analisis ragam untuk daya gabung umum (dgu) berbeda nyata pada seluruh sifat yang diamati, sedangkan analisis daya gabung khusus (dkg) berbeda nyata pada panjang buah, panjang tangkai buah, tebal daging buah, jumlah biji, dan berat buah (Tabel 1). Nilai ragam dgu lebih besar dibandingkan dengan nilai ragam dkg pada semua sifat kecuali pada jumlah biji. Hal ini menunjukkan bahwa ragam aditif lebih penting daripada ragam nonaditif. Jika ragam aditif tinggi, maka nilai persilangan dapat diduga berdasarkan fenotipe induk tanpa perlu menguji keturunan untuk menentukan induk yang diinginkan (Fear *et al.*, 1985; Shaw *et al.*, 1987; Erb, *et al.*, 1994, & De Vos *et al.*, 1982).

Tiap individu tetua memiliki perbedaan kemampuan untuk menggabungkan karakter dengan individu tetua lainnya seperti yang terlihat pada Tabel 2. Secara umum, tinggi rendahnya nilai dgu dapat dipakai untuk menentukan penampilan tetua yang baik atau tidak untuk masing-masing sifat yang diamati. Nilai penduga dgu yang paling tinggi pada panjang buah, diameter buah, dan panjang tangkai buah dimiliki oleh genotipe 99-020 dan berbeda nyata dengan genotipe lainnya. Persilangan dengan genotipe ini akan memperbaiki sifat panjang buah, diameter buah, dan panjang tangkai buah. Genotipe yang memiliki tangkai buah yang panjang akan memberikan ruang yang cukup bagi buah untuk tumbuh dan berkembang.

Nilai dgu yang paling tinggi pada tebal daging buah dimiliki oleh genotipe 99-014 yang tidak berbeda nyata dengan genotipe 99-015 dan 99-017, akan tetapi berbeda nyata dengan genotipe 99-020 dan 99-010. Nilai dgu negatif

pada jumlah biji diperlukan apabila menginginkan buah yang tidak banyak bijinya dan dimiliki oleh genotipe 99-014 yang tidak berbeda nyata dengan 99-020, 99-010, dan 99-017 tetapi berbeda nyata dengan 99-015.

Genotipe 99-020 memberikan penduga dgu yang paling tinggi dan berbeda nyata dengan genotipe lainnya pada berat buah, sedangkan untuk jumlah buah dan hasil dimiliki oleh genotipe 99-020 yang tidak berbeda nyata dengan genotipe 99-015, tetapi berbeda nyata dengan genotipe 99-017, 99-014, dan 99-010.

Genotipe 99-015 mempunyai nilai dgu yang paling baik dan tidak berbeda nyata dengan genotipe 99-010, tetapi berbeda nyata dengan genotipe lainnya untuk padatan terlarut total. Nilai padatan terlarut total dapat dipakai sebagai indikator rasa manis, makin tinggi padatan terlarut total maka rasa buah semakin manis.

Uraian di atas memperlihatkan bahwa genotipe 99-015 merupakan tetua penggabung umum yang baik untuk hasil dan kualitas buah, sedangkan genotipe 99-020 berpotensi sebagai penggabung umum yang baik untuk hasil.

Pendugaan nilai daya gabung khusus (dkg) pada F1 untuk sifat-sifat yang diamati disajikan pada Tabel 3. Pada umumnya persilangan antara genotipe 99-020 x 99-010 memberikan pendugaan nilai dkg yang paling baik untuk panjang buah, panjang tangkai buah, dan berat buah. Nilai pendugaan dkg yang terbaik pada tebal daging buah dimiliki oleh persilangan 99-014 x 99-010 yang tidak berbeda nyata dengan persilangan 99-015 x 99-020, tetapi berbeda nyata dengan persilangan lainnya. Persilangan 99-010 x 99-017 memberikan nilai pendugaan dkg yang paling kecil untuk jumlah biji.

Nilai dkg pada diameter buah, jumlah buah, hasil, dan padatan terlarut total tidak berbeda nyata di antara hasil persilangan, sehingga tidak diperoleh kombinasi persilangan yang terbaik. Berdasarkan uraian nilai dgu dan dkg di atas, maka perbedaan hasil dan padatan terlarut total yang terjadi hanya disebabkan oleh kemampuan daya gabung dari tetua-tetunya dan bukan oleh interaksi antara tetua-tetunya (dkg-nya). Menurut Baker (1978) serta Brandle & Mc Vetty (1989), dalam keadaan demikian maka penampilan keturunannya cukup diramalkan berdasarkan daya gabung umum saja.

Tabel 1. Analisis ragam daya gabung pada panjang buah, diameter buah, panjang tangkai buah, tebal daging buah, jumlah biji, jumlah buah, berat buah, hasil, dan padatan terlarut total (*Analysis of variance of combining ability for fruit length, fruit diameter, length of fruit stalk, flesh thickness, seed number, fruit weight, fruit number, yield, and total soluble solid*)

Sumber keragaman (SV)	Derajat bebas (df)	Kuadrat tengah (Mean square)								
		Panjang buah (Fruit length)	Diameter buah (Fruit diameter)	Panjang tangkai buah (Length of fruit stalk)	Tebal daging buah (Flesh thickness)	Jumlah biji (Seed number)	Jumlah buah (Fruit number)	Berat buah (Fruit weight)	Hasil (Yield)	Padatan terlarut total (Total soluble solid)
dgu (gca)	4	21,574**	5,097**	1,800**	0,018**	3.317,357**	18,303**	0,128**	76,377**	0,235*
dgk (sca)	5	2,349*	0,894	0,844**	0,013*	4.999,410**	5,791	0,22*	17,077	0,164
galat (error)	18	0,688	0,395	0,100	0,004	1.705,733	2,244	0,005	6,366	0,075
\bar{X}		28,300	10,433	6,050	2,377	567,623	9,742	1,487	15,110	10,212
SD		3,243	1,898	1,146	0,141	85,978	3,887	0,275	7,336	0,611
CV (%)		5,077	3,318	9,034	4,393	12,603	26,634	8,311	28,922	4,648

* Nyata pada taraf 5% (Significant at 5% level); ** Nyata pada taraf 1% (Significant at 1% level)

dgu (gca) = daya gabung umum (general combining ability)

dgk (sca) = daya gabung khusus (specific combining ability)

Tabel 2. Pendugaan daya gabung umum untuk panjang buah, diameter buah, panjang tangkai buah, tebal daging buah, jumlah biji, jumlah buah, berat buah, hasil, dan padatan terlarut total (*Estimation of general combining ability for fruit length, fruit diameter, length of fruit stalk, flesh thickness, seed number, fruit weight, fruit number, yield, and total soluble solid*)

Tetua (Parental)	Panjang buah (Fruit length)	Diameter buah (Fruit diameter)	Panjang tangkai buah (Length of fruit stalk)	Tebal daging buah (Flesh thickness)	Jumlah biji (Seed number)	Jumlah buah (Fruit number)	Berat buah (Fruit weight)	Hasil (Yield)	Padatan terlarut total (Total soluble solid)
99-015	-1,633 a	-0,173 b	-0,200 ab	-0,004 bc	42,507 b	2,209 cd	-0,049 c	2,259 cd	0,347 c
99-014	-1,949 a	-0,566 b	-0,430 ab	0,093 c	-35,929 a	-0,787 b	-0,099 bc	-2,377 b	-0,159 ab
99-020	4,421 c	1,814 c	1,303 c	-0,031 ab	23,657 ab	2,433 d	0,291 e	6,126 d	-0,249 a
99-010	-1,516 a	-1,673 a	0,017 b	-0,107 a	-2,696 ab	-3,594 a	-0,249 a	-7,217 a	0,247 bc
99-017	0,677 b	0,597 b	-0,690 a	0,049	-27,539 ab	-0,261 bc	0,017 d	1,209 bc	-0,196 ab
CD	0,677	0,513	0,258	0,049	33,722	1,223	0,058	2,060	0,224
CD	1,423	1,078	0,541	0,103	70,849	2,570	0,123	4,328	0,470

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% (Number followed by the same letter in the same column respectively are not significant at 5%); SE (CD) = Standar error (Critical different) x $t_{label}(5\%, 18)$

Hasil persilangan antara tetua-tetua yang memiliki nilai dgu negatif dapat menghasilkan keturunan dengan nilai dgk positif seperti pada persilangan 99-014 x 99-010 pada berat buah. Ini menunjukkan bahwa ada kerjasama yang baik antara gen-gen pada kedua tetua tersebut sehingga interaksinya dapat menghasilkan penampilan yang positif. Persilangan tetua dgu negatif dengan positif seperti pada 99-015 x 99-017 (Tabel 2), pada berat buah dapat menghasilkan keturunan dengan dgk positif. Ini berarti bahwa ada interaksi yang baik antara alel resesif pada tetua yang dgu-nya negatif dengan alel dominan pada tetua yang dgu-nya positif. Sprague & Tatum (1942) dalam Kronstad &

Foot (1964) menyatakan bahwa daya gabung umum terutama sebagai ukuran gen aditif dan daya gabung khusus sebagai pendugaan gen non aditif. Selanjutnya Sprague & Tatum (1942) dalam Kambal & Webster (1965) menambahkan bahwa secara genetik dgk merupakan penyimpangan efek aditif yang disebabkan oleh dominansi dan epistasi.

Uraian di atas memperlihatkan bahwa persilangan antara tetua yang memiliki dgu tinggi tidak selalu menghasilkan keturunan yang baik karena gen-gen yang terdapat didalamnya belum tentu bekerja secara komplementer, sebaliknya persilangan antara tetua yang

Tabel 3. Pendugaan daya gabung umum untuk panjang buah, diameter buah, panjang tangkai buah, tebal daging buah, jumlah biji, jumlah buah, berat buah, hasil, dan padatan terlarut total pada generasi F1 (Estimation of general combining ability for fruit length, fruit diameter, length of fruit stalk, flesh thickness, seed number, fruit weight, fruit number, yield, and total soluble solid on F1 generation)

Tetua (Parental)	Panjang buah (Fruit length)	Diameter buah (Fruit diameter)	Panjang tangkai buah (Length of fruit stalk)	Tebal daging buah (Flesh thickness)	Jumlah biji (Seed number)	Jumlah buah (Fruit number)	Berat buah (Fruit weight)	Hasil (Yield)	Padatan terlarut total (Total soluble solid)
99-015 x 99-014	0,330 cd	-0,028 ^{tn(ns)}	0,110 bc	-0,087 a	12,845 bcd	-0,510 ^{tn(ns)}	-0,018 bcd	-1,100 ^{tn(ns)}	0,460 ^{tn(ns)}
99-015 x 99-020	-0,990 abc	-0,278	0,267 c	0,097 bc	-39,722 abc	-2,570	-0,058 bc	-3,653	-0,140
99-015 x 99-010	0,097 bcd	-0,162	-0,717 a	-0,067 a	37,502 cd	0,957	-0,002 cde	0,950	-0,277
99-015 x 99-017	0,563 cd	0,468	0,340 cd	0,057 ab	-10,625 abcd	2,123	0,075 cde	3,803	-0,043
99-014 x 99-020	-1,103 ab	-0,925	-0,793 a	-0,070 a	-65,215 ab	0,347	-0,128 ab	-0,617	0,147
99-014 x 99-010	-0,427 abcd	0,282	-0,177 abc	0,167 c	-5,372 abcd	-0,877	0,042 cde	-0,273	-0,380
99-014 x 99-017	1,200 de	5,672	0,860 de	-0,010 a	57,742 d	1,040	0,105 de	1,990	-0,227
99-020 x 99-010	2,093 e	1,112	1,310 e	-0,040 a	59,962 d	2,653	0,162 e	4,069	0,190
99-020 x 99-017	0,000 bcd	-9,908	-0,783 a	0,013 ab	44,975 cd	-0,430	0,025 cde	-0,423	-0,197
99-010 x 99-017	-1,763 a	-1,232	-0,417 ab	-0,060 a	-92,092 a	-2,733	-0,205 a	-5,370	0,467
CD (S _{ij} -S _{ik}) _{5%}	1,032	1,524	0,766	0,146	100,196	3,634	0,173	6,121	0,665
CD (S _{ij} -S _{ki}) _{5%}	0,730	1,078	0,541	0,103	709,849	2,570	0,122	2,120	0,470

tn (ns) = tidak nyata (not significant)

memiliki dgu rendah dapat menghasilkan keturunan dengan dgk baik.

Pendugaan ragam aditif (s²A), ragam dominan (s²D), dan tingkat dominansi

Pemilihan tetua untuk persilangan dalam program pemuliaan dipengaruhi oleh varian aditif dan varian nonaditif. Jika nilai varian genetik aditif dan heritabilitas tinggi maka tetua dapat dipilih berdasarkan pada fenotipenya, sebaliknya jika varian genetik nonaditif tinggi maka tetua-tetuanya sama sekali tidak dapat dipilih berdasarkan fenotipenya karena penampilan keturunannya tidak dapat diduga (Lavi et al., 1993).

Pendugaan ragam aditif, ragam dominan, dan tingkat dominansi pada berbagai sifat yang diamati disajikan pada Tabel 4. Tingkat dominansi untuk panjang buah, lingkaran buah, jumlah buah, berat buah, dan hasil berada pada kisaran 0-1 sehingga termasuk ke dalam dominansi tidak lengkap. Ini berarti bahwa kontribusi satu alel aktif yang mengatur sifat-sifat di atas lebih besar daripada kontribusi dua alel aktif, sehingga pengaruh dua alel aktif heterozigot tidak sama dengan dua kali pengaruh alel aktif. Peran alel aktif pada dominansi akan berupa perkalian atau geometrik sehingga pada keturunan F₂ diperoleh kurva yang tidak simetris

atau condong dengan frekuensi fenotipe pada suatu ujung lebih besar (Falconer, 1981). Ini berarti pula pengendalian sifat-sifat ini dipengaruhi oleh aksi gen aditif dan dominan tidak lengkap; aksi gen aditif lebih besar pengaruhnya daripada dominan tidak lengkap.

Tingkat dominansi pada panjang tangkai buah, tebal daging buah, dan padatan terlarut total termasuk ke dalam dominansi lebih (nilai >1). Peristiwa dominansi lebih terjadi karena individu heterozigot memberi kontribusi pada fenotipe lebih besar daripada homozigot. Ini berarti bahwa tipe aksi gen yang mempengaruhi sifat-sifat ini adalah aksi gen aditif dan dominan lebih. Aksi gen dominan lebih pengaruhnya lebih besar daripada aksi gen aditif. Penampilan gen aditif berarti bahwa tiap-tiap alel memberikan kontribusi khusus kepada sifat kuantitatif, sedangkan penampilan gen dominan menggambarkan hubungan alel pada sesama lokus yang berinteraksi satu dengan yang lain (Welsh, 1981).

Ragam aditif (s²A) pada jumlah biji yang bernilai negatif dianggap sama dengan nol, sehingga tidak terjadi dominansi. Ini berarti bahwa jumlah biji hanya dipengaruhi oleh gen aditif. Gen yang tidak menyebabkan dominansi seringkali disebut sebagai gen aditif atau gen yang betindak secara aditif (Falconer, 1981).

Tabel 4. Penduga ragam aditif, ragam dominan, dan tingkat dominasi untuk berbagai sifat yang diamati (Estimation of additive variant, dominance variant, and dominance level for all characters)

Sifat yang diamati (Characteristics observed)	σ^2A	σ^2D	$(\sigma^2D/\sigma^2A)^{1/2}$
1. Panjang buah (Fruit length)	25,632	6,645	0,509
2. Lingkar buah (Fruit gird)	5,603	10,998	0,597
3. Panjang tangkai buah (Length of fruit stalk)	1,275	2,976	1,528
4. Tebal daging buah (Flesh thickness)	0,007	0,036	2,288
5. Jumlah biji (Seed number)	-2.242,737	13.174,706	0,000
6. Berat buah (Fruit weight)	0,142	0,066	0,680
7. Jumlah buah (Fruit number)	16,682	14,189	0,922
8. Hasil (Yield)	79,068	42,844	0,736
9. Padatan terlarut total (Total soluble solid)	0,094	0,355	1,940

KESIMPULAN

Penduga ragam daya gabung umum nyata pada seluruh sifat yang diamati, sedangkan penduga ragam daya gabung khusus hanya nyata pada panjang buah, panjang tangkai buah, tebal daging buah, jumlah biji, dan berat buah.

Genotipe 99-015 merupakan tetua penggabung umum yang baik untuk hasil dan kualitas buah, sedangkan genotipe 99-020 juga berpotensi sebagai penggabung umum yang baik untuk hasil.

Aksi gen aditif terjadi pada panjang buah, lingkar buah, berat buah, jumlah buah, dan hasil dengan tingkat dominansi tidak lengkap. Aksi gen dominan terjadi pada panjang tangkai buah, tebal daging buah, dan padatan terlarut total dengan tingkat dominansi lebih. Dominansi tidak terjadi pada jumlah biji.

PUSTAKA

- Baker, R.J. 1978. Issues in diallel analysis. *Crop Sci* 18(4): 533-536.
- Brandle, J.E. and P.B.E. McVetty. 1989. Heterosis and combining ability in hybrids derived from oil seed rape and inbred lines. *Crop Sci*. 29 : 1191-1195.
- Chan, Y.K., Hassan, M.D. and Abu Bakar, U.K. 1998. Papaya: The industry and varietal improvement in Malaysia. paper presented at the Planning Workshop for Papaya Biotechnology Network of Southeast Asia, Kasetsart University, Bangkok.
- Darlina, E., A. Baihaki, A. Drajat dan T. Herawati. 1992. Daya gabung dan heterosis karakter hasil dan komponen

hasil enam genotipe kedelai dengan silang dialil. *Zuriat* 3(2) : 32-38.

- De Vos, N.E., R.R. Hill, Jr., E.J. Pell and R.H. Cole. 1982. Quantitatif inheritance of ozone resistance in potato. *Crop Sci*. 22 : 992-995.
- Dudley, J.W. and R.H. Moll. 1969. Interpretation and use of estimates of heritability and genetics variances in plant breeding. *Crop Sci*. 9: 257-261.
- Erb, W.A., A.D. Draper and H.J. Swartz. 1994. Combining ability for seedling root system size and shoot vigor in interspecific blueberry progenies. *J.Amer.Soc.Hort.Sci*. 119(4) : 793-797.
- Falconer, D.S. 1981. Introduction to quantitative genetics. Longman Group Limited. London and New York. 339p.
- Fear, C.D., F.I. Lauer, J.J. Luby, R.L. Stucker and C.Stushnoff. 1985. Genetic componen of variance for winter injury fall growth cessation, and off season flowering in blueberry progenies. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*. 110(2): 262-266.
- Gravois, K.A. and R.W. Mc New. 1993. Combining ability and heterosis in U.S.southern long-grain rice. *Crop Sci*. 33: 83-86.
- Jain, J. P. 1982. Statistical techniques in quantitative genetics. TATA Mc Graw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi. 328 p.
- Kambal, A.E. and O.J. Webster. 1965. Estimates of general and specific combining ability in grain sorghum, *Sorghum vulgare* Pers. *Crop Sci*. 5 : 521-523.
- Kronstad, W.E and W.H. Foote. 1964. General and Specific Combining Ability Estimates in Winter Wheat (*Triticum aestivum* Vill., Host.). *Crop Sci*. 4 : 616-619.
- Lavi, U., E. Lahav and C. Degani. 1993. Genetic variance components and heritabilities of several avocado traits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*. 118(3): 400-404.
- Petr and Frey. 1966. Genotypic correlations, dominance, and heritability of quantitative characters in Oats. *Crop. Sci*. 6:259-262.

15. Shaw, D.V., R.S. Bringhurst and V.Voth. 1987. Genetic Variation for Quality Traits in an Advanced Cycle Breeding Population of Strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(4) : 699-702.
16. Singh, R.K. and B.D. Chaudhary. 1979. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. Kalyani Publishers. New Delhi. p. 102-143.
17. Statistik Pertanian. 2001. Departemen Pertanian. 241 hal.
18. Welsh, J.R. 1981. *Fundamental of Plant Genetics and Breeding*. John Wiley and Co. New York.

Lampiran 1. Deskripsi singkat genotype pepaya yang dipakai dalam persilangan (*Description of papaya genotypes used for cross pollination*)

	99-015	99-014	99-020	99-010	99-017
Nama lokal/umum (<i>Local/general name</i>)	-/SDG-98 -LHTP5	-/SDG-98:PBT	Bangkok	Pepaya kampung	Pepaya semangko (<i>Semangko papaya</i>)
Nama donor (<i>Donor name</i>)	Koleksi SDG	Koleksi SDG	Yusnawati	Bujang	Ali Umar Dt. Basa
Asal (<i>Original</i>)	Balitbu	Balitbu	Ds. Tebat Monok	Ds. Tibalán	Ds. Sicincin
	Kp. Sumani, Kec. Singkarak, Kab. Solok	Kp. Sumani, Kec. Singkarak, Kab. Solok	Kec. Kepahiang, Kab. Curup	Kec. Batu Tabá, Kab. Tanah Datar	Kec. Sicincin, Kab. Padang Pariaman
Karakter buah (<i>Fruit characters</i>)					
- Panjang buah (<i>Fruit length</i>)	35 cm	21 cm	50 cm	28 cm	35 cm
- Lingkar buah (<i>Fruit gird</i>)	39 cm	36,5 cm	52,5 cm	32,4 cm	39,5 cm
- Berat buah (<i>Fruit weight</i>)	2,3 kg	1,2 kg	5,22 kg	1,2 kg	2,8 kg
- Diameter buah (<i>Fruit diameter</i>)	12,2 cm	10,6 cm	15,7 cm	10,72 cm	12,8 cm
- Tebal daging (<i>Flesh thickness</i>)					
Bagian tebal (<i>Thick part</i>)	2,8 cm	2,95 cm	3,77 cm	2,56 cm	3,18 cm
Bagian tipis (<i>Thin part</i>)	1,8 cm	2,23 cm	2,59 cm	1,77 cm	2,3 cm
- Warna kulit (<i>Skin color</i>)					
Mentah (<i>Unripe</i>)	hijau (<i>green</i>)	hijau (<i>green</i>)	hijau tua (<i>dark green</i>)	hijau (<i>green</i>)	hijau muda (<i>light green</i>)
Masak (<i>Ripe</i>)	kuning tua kehijauan (<i>dark yellow greenish</i>)	kuning tua (<i>dark yellow</i>)	hijau kekuningan (<i>green yellowish</i>)	kuning terang (<i>bright yellow</i>)	kuning kehijauan (<i>yellow greenish</i>)
- Warna daging (<i>Flesh color</i>)	jingga (<i>orange</i>)	jingga	jingga	kuning (<i>yellow</i>)	jingga muda (<i>light orange</i>)
- Kadar gula/padatan terlarut total (TSS) ^a Brix	8,5	10,5	8	12	8