

ANALISIS DIALEL KARAKTER UKURAN BUAH PEPAYA MENGUNAKAN METODE I DAN II GRIFFING

Analysis Diallel for Fruit Size Characters in Papaya Using Method I And II Griffing

Tri Budiyantri, Dewi Fatria, Noffindawati

Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jl. Raya Solok Arian KM 8 Solok, Sumatera Barat - Indonesia
Telp. (0755) 20137 Fax. (0755) 20592
E-mail: tri_budiyantri@yahoo.com

(Makalah diterima, 02 Mei 2017 – Disetujui, 06 Desember 2017)

ABSTRAK

Permasalahan perakitan hibrida pepaya antara lain terbatasnya informasi tetua yang tepat, kombinasi hibrida yang baik, dan terbatasnya informasi genetik. Penelitian ini bertujuan menganalisis daya gabung umum (DGU), daya gabung khusus (DGK), dan analisis karakter genetik lainnya yang berhubungan dengan ukuran buah lima tetua pepaya menggunakan pendekatan metode I dan II griffing. Penelitian dilaksanakan pada Januari 2010 sampai Desember 2013. Bahan genetik terdiri atas populasi diallel penuh dan setengah diallel dari lima tetua pepaya. Tetua pepaya yang digunakan adalah varietas Merah Delima (BT-1), BT-2, Carmina, Carmida (BT-4) dan Dampit. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh resiprokal yang nyata pada metode I griffing, sehingga menyebabkan perbedaan nilai DGK kombinasi persilangan yang sama pada metode II griffing. Tidak terdapat perbedaan nilai duga DGU menggunakan metode I dan II griffing. Tetua Dampit mempunyai nilai duga DGU positif terbesar sedangkan tetua BT-2 dan BT-3 mempunyai nilai duga DGU negatif pada semua karakter ukuran buah. Berdasarkan analisis nilai duga DGK menggunakan metode I griffing, pasangan persilangan yang mempunyai nilai terbesar yaitu BT-4 x D dan BT-1 x D. Apabila menggunakan metode II griffing, pasangan persilangan BT-3 x BT-4 dan D x BT-4 mempunyai nilai duga DGK terbesar untuk ukuran buah. Berdasarkan metode I dan II griffing diketahui karakter ukuran buah lebih dikendalikan oleh gen aditif, sehingga perbaikan karakter buah dapat melalui seleksi.

Kata kunci: pepaya, diallel, daya gabung

ABSTRACT

Problems in the assembly of hybrid papaya for improving fruit size is limited information of proper parents, a good hybrid combination and limited other genetic information. The aim of the research is to analyse general combining ability (GCA), specific combining ability (SCA) and the analysis of genetic characteristics related to the character of the size of the fruit on the five parents papaya using Griffing methods I and II approach. The study was conducted from January 2010 to December 2013. The full diallel population and half diallel population genetic material using five parent of papaya. Papaya parents used were Merah Delima (BT-1), BT-2, Carmina, Carmida (BT-4) and Dampit. Research was arranged in a randomized block design with three replications. The results showed that there was a significant reciprocal effect on Griffing model method 1 causing different values of SCA in the same combination of crosses. There were no differences in GCA estimation values using Griffing Methods I and II. Parent Dampit has the highest positive GCA predictive value, while the BT-2 and BT-3 have negative GCA estimation values for all fruit size characters. Based on the SCA estimation using Griffing Method I, the crossed pair has the highest SCA guess value of BT-4xD and BT-1X D. When using the griffing method II, the crossed pairs of BT-3 x BT-4 and D x BT-4 have the largest SCA estimated value for fruit size. Based on the griffing method I and II, it is known that more fruit size characters are controlled by the additive gene, so improving the fruit character can be through the selection.

Key words: papaya, combining ability, diallel

PENDAHULUAN

Usaha tani pepaya berperan cukup penting meningkatkan pendapatan petani. Produksi pepaya Indonesia menduduki peringkat ketiga dunia. Komoditas ini mempunyai nilai ekonomi cukup tinggi dengan kandungan nutrisi lengkap, sehingga sangat baik untuk kesehatan (Budiyanti dan Noflindawati 2015; Hardisson *et al.* 2001; dan Isabelle *et al.* 2010).

Perbaikan kualitas buah pepaya yang sesuai dengan preferensi konsumen akan meningkatkan konsumsi. Ukuran buah merupakan karakter penting dalam penentuan kualitas buah pepaya. Indonesia mempunyai pepaya dengan keragaman ukuran buah yang tinggi, berkisar antara 0,5-10 kg (Fatria *et al.*, 2014). Kekayaan sumber daya genetik pepaya menjadi modal penting dalam perakitan varietas dengan ukuran buah yang sesuai preferensi konsumen. Ukuran buah pepaya yang dikehendaki konsumen saat ini berkisar antara 400-700 g sampai 800-1.500 g.

Pepaya merupakan tanaman menyerbuk silang dan memiliki bunga jantan, bunga betina, dan bunga sempurna (Pastor *et al.*, 1990). Perakitan varietas untuk memperbaiki ukuran buah dapat dilakukan melalui pemuliaan konvensional. Pemanfaatan fenomena heterosis dan hibrid vigor dalam perakitan varietas pepaya merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan hasil dengan kualitas buah yang tinggi. Metode perakitan varietas pepaya dengan cara konvensional ini telah dilakukan di beberapa negara, antara lain Thailand, India, Malaysia, Indonesia, dan Brazil (Mansha *et al.*, 1999; Pereira, 2009).

Metode persilangan dialel dapat digunakan untuk mengevaluasi potensi genetik suatu galur pada saat disilangkan dengan galur lainnya. Interpretasi hasil analisis dialel hanya berlaku pada tetua yang digunakan (model I) atau pada populasi asal tetua yang digunakan (model II). Terdapat empat jenis rancangan persilangan dialel yang umum digunakan (Griffing, 1956) yaitu:

1. Metode I: persilangan dialel penuh dengan resiprok dan galur tetuanya (p^2).
2. Metode II: persilangan dialel sebagian dengan galur tetua tanpa resiprok [$\frac{1}{2}p(p+1)$].
3. Metode III: persilangan dialel penuh dengan resiprok tanpa galur tetua [$p(p-1)$].
4. Metode IV: persilangan dialel sebagian tanpa galur tetua dan resiprok [$\frac{1}{2}p(p-1)$].

Beberapa asumsi yang harus terpenuhi dalam menggunakan rancangan persilangan dialel yaitu (i) segregasi diploid pada tetua, (ii) tidak ada perbedaan antara persilangan dengan resiproknya, (iii) tetua yang digunakan homozigot, (iv) dua alel per lokus, (v) tidak ada interaksi antaralel, dan (vi) gen-gen yang terdistribusi pada tetua tidak saling berkorelasi (Nassar, 1964).

Metode persilangan dialel secara luas dapat digunakan untuk menganalisis daya gabung umum (DGU) maupun daya gabung khusus (DGK) keturunan persilangan pada kegiatan pemuliaan tanaman. Tanaman unggul berupa hibrida F1 diperoleh melalui persilangan genotipe terpilih. Heterosis pada hibrida F1 dalam beberapa kasus meningkatkan vigor tanaman dan hasil (Marin *et al.*, 2006, Sukartini dan Budiyanti, 2009).

Permasalahan yang sering muncul dalam perakitan hibrida pepaya yaitu pemilihan induk yang tepat untuk dijadikan tetua persilangan. Galur-galur terseleksi yang telah dibentuk melalui serangkaian kegiatan pemuliaan seringkali tidak selalu menghasilkan kombinasi persilangan yang superior. Analisis daya gabung melalui silang dialel merupakan salah satu metode yang tepat dalam mengevaluasi pengaruh genetik terhadap keragaan suatu karakter dan seringkali digunakan oleh pemulia untuk memilih galur tetua dengan pengaruh DGU yang tinggi dan hibrida dengan pengaruh DGK yang tinggi (Yingzhong, 1999).

Beberapa penelitian menggunakan metode persilangan dialel untuk mempelajari karakter genetik tanaman pepaya sudah dilakukan di beberapa negara (Marin *et al.*, 2006, Cardoso *et al.*, 2015 dan Vivas *et al.*, 2014). Penelitian ini bertujuan menganalisis daya gabung umum (DGU), daya gabung khusus (DGK), dan analisis karakter genetik yang berhubungan dengan ukuran buah pepaya menggunakan pendekatan griffing metode I dan II.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2010 hingga Desember 2013. Bahan tanaman untuk populasi dialel penuh menggunakan 20 hibrid F1 dan lima tetua pepaya yang ditanam di KP Sumani, Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Solok, Sumatera Barat. Bahan tanaman untuk populasi setengah dialel menggunakan lima genotipe tetua dan 10 hibrid F1 yang ditanam di Kebun Petani di Dramaga, Bogor, Jawa Barat. Genotipe pepaya yang digunakan sebagai tetua yaitu Merah Delima (BT-1), BT-2, Carmina, Carmida (BT-4), dan Dampit (Tabel 1). Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan. Setiap perlakuan terdiri atas 10 tanaman. Tanaman yang diamati adalah yang mempunyai tipe bunga hermaphrodit. Peubah yang diamati adalah bobot buah, panjang buah, dan lingkaran buah dengan jumlah sampel 10 buah.

Penelitian diawali dengan penyiapan bibit di pembibitan. Bibit ditanam di lapang setelah berumur 45 hari setelah disemai di polibag. Jarak tanam adalah 2,5 m x 2,5 m. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pemupukan, pengendalian hama penyakit, dan penyiangan. Pupuk NPK 16-16-16 dengan dosis 50-100 g/tanaman diberikan pada

saat tanaman berumur 2 minggu setelah tanam di lapang. Hama dikendalikan apabila serangan sudah melebihi ambang batas kerusakan. Pengendalian dilakukan dengan cara penyemprotan menggunakan pestisida Supracide, akarisida, dan fungisida dengan dosis 2 cc/l air.

Analisis Data

Untuk mengetahui nilai daya gabung umum (DGU), daya gabung khusus (DGK), dan pengaruh resiprokal genotipe dilakukan analisis diallel menggunakan metode I dan II dengan pendekatan model Griffing (1956). Metode I menggunakan kombinasi persilangan lengkap dan termasuk tetua. Metode II hanya menggunakan satu set persilangan dan tetua, tanpa silang balik.

Pendekatan Griffing Metode I

Pada pendekatan griffing metode I (*full diallel*), kombinasi persilangan adalah F1 dan resiproknya serta selfing dengan analisis $[n(n-1)/2]$. Data diolah menggunakan program excel seperti pada pendekatan griffing. Urutan pengerjaan metode I griffing menurut Singh dan Chaudary (1979) adalah sebagai berikut:

1. Pengujian signifikansi perbedaan genotipe.
2. Analisis daya gabung.
3. Estimasi komponen varians dan interpretasi genetik.
4. Pengaruh daya gabung umum (*general combining ability - GCA*).
5. Pengaruh daya gabung khusus (*specific combining ability - SCA*).
6. Pengaruh resiprokal.
7. Varians, standar error.

Tabel 1. Kombinasi persilangan dengan metode I (*full diallel*) griffing (F₁, resiprok, dan selfing). KP Sumani, Solok, Sumatera Barat, Januari 2010- Desember 2013

Jantan \ Betina	BT-2	BT-3	DAMPIT (D)	BT-4	BT-1
BT-2	X	X	X	X	X
BT-3	X	X	X	X	X
DAMPIT	X	X	X	X	X
BT-4	X	X	X	X	X
BT-1	X	X	X	X	X

Keterangan X : ada kombinasi persilangan betina dan jantan

Tabel 2. Komponen analisis ragam silang diallel metode I griffing

Sumber keragaman	Derajat bebas	Kuadrat Tengah	KT harapan
Ul/Blok	b-1	KTb	$\sigma_e^2 + n\sigma_b^2$
Genotipe	n-1	KTg	$\sigma_e^2 + b\sigma_g^2$
Galat	(n-1)(b-1)	KTg	σ_e^2
Total	bn-1		

1. Analisis ragam

Populasi diallel penuh dengan rancangan acak kelompok tiga ulangan menggunakan model statistik:

$$Y_{ij}(t) = \mu + K_j + P(t) + \epsilon_i(t)$$

$i = 1, 2, \dots, n$; dan $t = 1, 2, \dots, n$

$Y_i(t)$ = nilai pengamatan pada baris ke-i, kolom ke-j yang mendapat perlakuan ke-t

μ = nilai rata-rata umum

K_i = pengaruh kelompok ke-i

$P(t)$ = pengaruh perlakuan ke-t

$\epsilon_i(t)$ = pengaruh galat pada kelompok ke-i, yang memperoleh perlakuan ke-t

Komponen analisis ragam silang diallel dapat dilihat pada Tabel 2.

2. Analisis daya gabung

Model statistika yang digunakan adalah:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + r_{ij} + 1/bc \sum \sum \epsilon_{ijkl}$$

Keterangan:

Y_{ijkl} = nilai tengah genotipe i x j

m = nilai tengah umum

g_i = daya gabung umum (DGU) tetua ke-i

g_j = daya gabung umum (DGU) tetua ke-j

s_{ij} = pengaruh daya gabung khusus (DGK)

r_{ij} = pengaruh resiprokal

$1/bc \sum \sum \epsilon_{ijkl}$ = nilai tengah pengaruh galat

Komponen ragam untuk daya gabung disajikan pada Tabel 3.

Pengaruh daya gabung umum (gi)

$$\frac{1}{2}n(Y_i + Y_j)^2 - 2/n^2 Y_{..}$$

Keterangan:

- g_i : nilai daya gabung umum
- Y_i : jumlah nilai tengah persilangan genotipe ke-i
- Y_j : jumlah nilai tengah *selfing* genotipe ke-j
- $Y_{..}$: total nilai tengah genotipe

Pengaruh daya gabung khusus (sij)

$$\frac{1}{2} \sum Y_{ij}(Y_i + Y_j) - \frac{1}{2}n(Y_i + Y_j + Y_j + Y_i) + 1/n^2 Y_{..}$$

Keterangan:

- s_{ij} : nilai daya gabung khusus
- Y_{ij} : nilai tengah genotipe $i \times j$
- Y_{ji} : nilai tengah genotipe $j \times i$
- Y_i : jumlah nilai tengah persilangan genotipe ke-i
- Y_j : jumlah nilai tengah *selfing* genotipe ke-j
- Y_j : jumlah nilai tengah persilangan genotipe ke-j
- Y : total nilai tengah genotipe

Pengaruh resiprokal (r_{ij})

$$\frac{1}{2} \sum \sum (Y_{ij} - Y_{ji})^2$$

Keterangan:

- r_{ij} : pengaruh resiprokal
 - Y_{ij} : nilai tengah genotipe $i \times j$
 - Y_{ji} : nilai tengah genotipe $j \times i$
- Ada tidaknya pengaruh resiprokal diindikasikan oleh nilai $Y_{ij} = Y_{ji}$.

3. Ragam dan galat baku

Dilakukan penghitungan ragam DGU, ragam DGK, ragam resiprokal, dan nilai galat baku ragam-ragam tersebut. Ragam DGU dihitung dengan rumus berikut:

$$\sigma_{DGU}^2 = \frac{1}{2n} \left[KT_u - \frac{KTe + n(n-1)KT_k}{(n^2 - n + 1)} \right]$$

Ragam DGK dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_{DGK}^2 = -\frac{n^2}{2(n^2 - n + 1)} [KT_k - KTe]$$

Ragam resiprokal dihitung dengan rumus berikut:

$$\sigma_r^2 = -1/2 [KTr - KTe]$$

Komponen genetik dihitung dengan persamaan Singh dan Chaudhary (1979) sebagai berikut:

$$\sigma_{dgu}^2 = \frac{1}{2} s^2 A$$

$$\sigma_{dgc}^2 = s^2 D$$

Keterangan : $s^2 A$ = ragam aditif, dan $s^2 D$ = ragam dominan

Nilai duga heritabilitas arti sempit dihitung dengan persamaan Roy (2000) sebagai berikut:

$$H_{Ns}^2 = \frac{2\sigma^2 dgu}{2\sigma^2 dgu + \sigma^2 dgc + \sigma^2 e}$$

Pendekatan Griffing Metode II

Kombinasi persilangan dengan pendekatan garfing metode II disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Komponen analisis ragam daya gabung menggunakan metode I griffing

Sumber keragaman	Derajat bebas	Kuadrat Tengah	KT harapan
Daya gabung umum	p-1	KT_u	$\sigma_e^2 + (2(n-1)^2/n) \sigma_{dgc}^2 + 2n\sigma_{dgu}^2$
Daya gabung khusus	$\frac{1}{2} p(p-1)$	KT_k	$\sigma_e^2 + (2(n^2-n+1)^2/n^2)\sigma_{dgc}^2$
Resiprokal	$\frac{1}{2} p(p-1)$	KT_r	$\sigma_e^2 + 2\sigma_r^2$
Galat	$(p^2-1)(n-1)$	KT_e	σ_e^2

Tabel 4. Kombinasi persilangan dengan metode II griffing (F_1 dan *selfing*)

Jantan betina	BT-2	BT-3	DAMPIT	BT-4	BT-1
BT-2	X	x	x	X	x
BT-3		x	x	X	x
DAMPIT			x	X	x
BT-4				X	x
BT-1					x

1. Analisis ragam

Populasi setengah dialel dengan rancangan acak kelompok tiga ulangan menggunakan model statistik:

$$Y_{ij}(t) = \mu + K_j + P(t) + \epsilon_i(t)$$

dimana:

- i = 1, 2, ..., n; dan t = 1, 2, ..., n
- Y_i(t) = nilai pengamatan pada baris ke-i, kolom ke-j yang mendapat perlakuan ke-t
- μ = nilai rata-rata umum
- K_i = pengaruh kelompok ke-i
- P(t) = pengaruh perlakuan ke-t
- ε_i(t) = pengaruh galat pada kelompok ke-i, yang memperoleh perlakuan ke-t

Komponen analisis ragam yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5. Analisis dilanjutkan bila nilai kuadrat tengah genotipe berbeda nyata.

2. Analisis daya gabung

Model statistika yang digunakan adalah:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + 1/bc \sum_{ijkl}$$

Keterangan:

- Y_{ijkl} = nilai tengah genotipe i x j
- m = nilai tengah umum
- g_i = daya gabung umum (DGU) tetua ke-i
- g_j = daya gabung umum (DGU) tetua ke-j
- s_{ij} = pengaruh daya gabung khusus (DGK)
- 1/bc ∑_{ijkl} = nilai tengah pengaruh galat

Komponen ragam untuk analisis daya gabung disajikan pada Tabel 6.

Pengaruh daya gabung umum (g_i)

$$\frac{1}{2}(n+2)(\sum(Y_i + Y_j)^2 - 4/n Y^2)$$

Keterangan:

- g_i : nilai daya gabung umum
- Y_i : jumlah nilai tengah persilangan genotipe ke-i
- Y_j : jumlah nilai tengah selfing genotipe ke-j
- Y.. : total nilai tengah genotipe

$$JK_{dggk} = \sum \sum Y_{ij}^2 - \frac{1}{n+2} \sum [(Y_i + Y_j)^2 + \frac{2}{(n+1)(n+2)}] Y^2$$

Pengaruh daya gabung khusus

$$\sum \sum Y_{ij}^2 (Y_i + Y_j) - \frac{1}{2} n (Y_i + Y_j + Y_j + Y_i) + 1/n^2 Y$$

Keterangan:

- s_{ij} : nilai daya gabung khusus
- Y_{ij} : nilai tengah genotipe i x j
- Y_{ji} : nilai tengah genotipe j x i
- Y_i : jumlah nilai tengah persilangan genotipe ke-i
- Y_j : jumlah nilai tengah selfing genotipe ke-j
- Y_j : jumlah nilai tengah persilangan genotipe ke-j
- Y.. : total nilai tengah genotipe

Pengaruh resiprokal (r_{ij})

$$\frac{1}{2} \sum \sum (Y_{ij} - Y_{ji})^2$$

Keterangan:

- r_{ij} : pengaruh resiprokal
 - Y_{ij} : nilai tengah genotipe i x j
 - Y_{ji} : nilai tengah genotipe j x i
- Ada tidaknya pengaruh resiprokal diindikasikan oleh nilai Y_{ij} = Y_{ji}.

Tabel 5. Komponen analisis ragam

Sumber keragaman	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	KT harapan
Ul/Blok	b-1	KTb	σ _e ² + nσ _b ²
Genotipe	n-1	KTg	σ _e ² + bσ _g ²
Galat	(n-1)(b-1)	KTc	σ _e ²

Tabel 6. Komponen analisis ragam untuk daya gabung menggunakan metode II griffing

Sumber keragaman	Derajat bebas	Kuadrat Tengah	KT Harapan
Daya gabung umum	p-1	KT _u	σ _e ² + (n+2) σ _{dgu} ² + σ _{dgk} ²
Daya gabung khusus	½ p(p-1)	KT _k	σ _e ² + σ _{dgk} ²
Galat		KT _e	σ _e ²

3. Ragam dan galat baku

Dilakukan penghitungan ragam DGU, ragam DGK, ragam resiprokal, dan nilai galat baku ragam-ragam tersebut. Ragam DGU dihitung dengan rumus berikut:

$$\sigma_{dgu}^2 = \frac{1}{2n} \left[KTu - \frac{KTe + n(n-1)Ktk}{(n^2 - n + 1)} \right]$$

Ragam DGKdihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_{dgu}^2 = -\frac{n^2}{2(n^2 - n + 1)} [Ktk - KTe]$$

Ragam resiprokal dihitung dengan rumus berikut:

$$\sigma_r^2 = -1/2 [KTr - KTe]$$

Komponen genetik dihitung dengan persamaan Singh dan Chaudhary (1979) sebagai berikut:

$$\sigma_{dgu}^2 = \frac{1}{2} s^2 A$$

$$\sigma_{dgu}^2 = s^2 D$$

Keterangan: $s^2 A$ = ragam aditif, $s^2 D$ = ragam dominan
 Nilai duga heritabilitas arti sempit dihitung dengan persamaan Roy (2000) sebagai berikut:

$$H_{Ns}^2 = \frac{2\sigma^2 dgu}{2\sigma^2 dgu + \sigma^2 dgk + \sigma^2 e}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis daya gabung umum dan daya gabung khusus menunjukkan perbedaan pada karakter bobot buah, lingkar buah, dan panjang buah genotipe pepaya yang diuji (Tabel 7). Berdasarkan hasil analisis daya gabung menggunakan metode I diketahui pengaruh resiprok pada karakter bobot buah, panjang buah, dan lingkar buah. Hal ini mengindikasikan adanya gen-gen di luar inti

yang berpengaruh pada karakter sehingga keragaan suatu persilangan tidak akan sama dengan persilangan resiprok (Yustiana, 2013). Hal ini menyebabkan karakter ukuran buah pepaya dari populasi kombinasi persilangan antara lima tetua yang berada di bawah garis diagonal berbeda dengan di atas garis diagonal. Apabila ada efek resiprokal maka analisis daya gabung menggunakan metode I atau III griffing (Sujiprihati *e al.* 2007).

Nilai duga daya gabung yang negatif menunjukkan bahwa galur-galur maupun kombinasi persilangan yang diuji berkontribusi terhadap penurunan keragaan karakter dan sebaliknya. Nilai duga negatif (-) pada analisis daya gabung ukuran buah menunjukkan kontribusi tetuaterhadap memperkecil ukuran buah dan nilai positif (+) menunjukkan kontribusi tetua memperbesar ukuran buah pepaya. Berdasarkan hasil analisa daya gabung lima tetua pepaya yang diuji menggunakan Metode Griffing I dan II,menunjukkan efek daya gabung umum yang sama untuk karakter lingkar buah (Tabel 8).Tetua Dampit mempunyai efek daya gabung umum positif terbesar dibanding tetua lainnya.Tetua BT-2 dan BT-3 mempunyai efek daya gabung umum negatif.Hal ini menunjukkan bahwa tetua Dampit merupakan tetua yang akan menghasilkan hibrida dengan lingkar buah yang besar apabila disilangkan dengan sejumlah genotipe lain. Tetua BT-2 dan tetua BT-3 akan menghasilkan keturunan dengan lingkar buah kecil jika disilangkan dengan tetua lainnya.

Berdasarkan perhitungan nilai duga DGK menggunakan metode 1, dapat diketahui bahwa pasangan persilangan yang memiliki nilai duga DGK yang paling baik untuk karakter lingkar buah besar adalah BT-1xD dan BT-4xD (Tabel 8). Hal ini berbeda dengan perhitungan nilai duga DGK menggunakan metode II, dimana pasangan persilangan yang menunjukkan nilai duga DGK positif terbesar yaitu BT-3xBT-4 dan DxBT-1. Berdasarkan metode I dapat diketahui nilai duga DGK negatif dapat dilihat pada pasangan persilangan DxBT-2, DxBT-3, BT-4xBT-3, sedangkan berdasarkan metode II terdapat pada

Tabel 7. Nilai kuadrat tengah analisis daya gabung karakter ukuran buah pepaya berdasarkan metode I dan II griffing. KP Sumani, Solok, Sumatera Barat, Januari 2010- Desember 2013

Sumber keragaman	Db	Lingkar buah	Panjang buah	Bobot buah
		Metode I griffing		
DGU	4	32,77**	28,53**	419726,84**
DGK	10	7,35**	7,03**	96593,53**
Reciprocals	10	37,15**	24,15**	366372,83**
Galat	48	1,79	1,77	21024,94
Metode II griffing				
DGU	4	41,68**	54,65**	499148,96**
DGK	10	4,12**	4,17**	50619,75**
Galat	28	0,57	0,23	2489,86

Tabel 8. Nilai duga DGU dan DGK karakter lingkar buah pepaya berdasarkan metode I dan II griffing. KP Sumani, Solok, Sumatera Barat, Januari 2010- Desember 2013

	BT-2	BT-3	D	BT-4	BT-1
Metode I griffing					
Tetua					
BT-2	-1,21	0,04	0,94	0,15	1,60
BT-3	2,74	-2,61	-0,56	0,53	-2,25
D	-7,10	-5,96	2,88	0,61	-3,06
BT-4	-0,56	-4,09	5,61	-0,54	-0,53
BT-1	3,43	2,09	4,96	1,76	-0,80
Metode II griffing					
BT-2	-1,56	0,75	0,54	-0,69	1,97
BT-3		-1,01	-0,68	3,63	-0,55
D			4,33	1,27	2,53
BT-4				-0,66	-2,17
BT-1					-1,10

Keterangan: angka ditulis miring adalah nilai DGU galur pada kolom atau baris yang sama

Tabel 9. Nilai duga DGU dan DGK karakter panjang buah pepaya berdasarkan metode I dan II griffing. KP Sumani, Solok, Sumatera Barat, Januari 2010 - Desember 2013

Tetua	BT-2	BT-3	D	BT-4	BT-1
Metode I griffing					
BT-2	-1,28	-0,76	0,17	1,93	2,35
BT-3	2,27	-2,03	0,61	0,31	-0,43
D	-6,22	-5,95	2,52	1,52	-2,92
BT-4	-1,55	-3,28	4,38	-0,36	-0,98
BT-1	0,24	0,06	2,89	0,91	0,58
Metode II griffing					
BT-2	-2,48	-0,37	1,21	-1,14	1,13
BT-3		-1,64	-0,43	4,59	0,11
D			4,68	1,40	0,97
BT-4				-0,70	-0,05
BT-1					0,14

Keterangan : angka ditulis miring adalah nilai DGU galur pada kolom atau baris yang sama

pasangan persilangan BT-2xBT-4, BT-3xD, BT-3xBT-1 dan BT-4xBT-1.

Pada Table 9 dapat dilihat hasil analisis daya gabung lima tetua pepaya menggunakan metode griffing I dan II untuk karakter panjang buah. Tetua Dampit mempunyai efek daya gabung umum positif terbesar untuk karakter panjang buah, dibanding tetua lainnya. Tetua BT-2, BT-3, dan BT-4 mempunyai efek daya gabung umum negatif. Hal ini menunjukkan Dampit merupakan tetua yang akan menghasilkan hibrida dengan buah yang panjang apabila disilangkan dengan tetua lain. Tetua BT-2, BT-3, dan BT-4 akan menghasilkan keturunan dengan buah yang pendek jika disilangkan dengan tetua lainnya.

Pasangan persilangan yang memiliki nilai duga DGK yang paling baik untuk karakter buah panjang adalah

BT-4 x D, BT-3 x BT-2, BT-2 x BT-1, dan BT-1 x D. Hal ini berbeda dengan perhitungan nilai duga DGK menggunakan metode II, dimana pasangan persilangan yang menunjukkan nilai duga DGK positif yaitu BT-3 x BT-4, BT-2 x BT-1, dan D x BT-4. Nilai duga DGK negatif menggunakan metode I untuk karakter panjang buah dapat dilihat pada pasangan persilangan D x BT-2, D x BT-3, dan BT-4 x BT-3, sedangkan berdasarkan metode II terdapat pada pasangan persilangan BT-2 x BT-3 dan BT-2 x BT-4. Perbedaan daya gabung khusus pada metode I dan II untuk persilangan yang sama kemungkinan disebabkan oleh pengaruh resiprokal yang nyata.

Berdasarkan daya gabung umum (DGU) lima tetua pepaya menggunakan metode griffing I dan II untuk karakter bobot buah menunjukkan tetua Dampit

mempunyai nilai duga positif terbesar untuk karakter bobot buah. Tetua BT2 dan BT3 mempunyai nilai duga DGU negatif yang sangat kecil (Tabel 10). Hal ini menunjukkan Dampit merupakan tetua yang akan menghasilkan hibrida dengan bobot buah yang tinggi, sedangkan tetua BT-2 dan tetua BT-3 akan menghasilkan keturunan dengan buah yang ringan jika disilangkan dengan tetua lainnya. Nilai daya gabung umum pada jagung dan buncis menunjukkan tidak terdapat perbedaan jika dianalisis menggunakan beberapa metode lain (Singh dan Paroda, 1984; Zhang *et al.*, 2013).

Berdasarkan daya gabung khusus untuk karakter bobot buah menggunakan metode I diketahui pasangan persilangan D x BT-2, D x BT-3, BT-4 x BT-2, BT-4 x BT-3, D x BT-1, dan BT-4 x BT-1 memiliki nilai duga negatif (Tabel 10). Hal ini berbeda dengan perhitungan nilai duga DGK menggunakan metode II, dimana pasangan persilangan yang menunjukkan nilai duga negatif adalah BT-3 x BT-4, BT2 x BT-4, dan BT-4 x BT-1. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode I, pasangan persilangan yang mempunyai nilai duga DGK positif tertinggi untuk karakter bobot buah adalah BT-4 x D dan BT-1 x D. Menurut metode II, pasangan persilangan yang

mempunyai nilai duga DGK positif terbesar yaitu BT-3 x BT-4, D x BT-4, dan D x BT-1 (Tabel 10).

Berdasarkan hasil perhitungan ragam DGU dan DGK menggunakan metode I diketahui ragam DGU lebih kecil daripada ragam DGK pada karakter bobot, panjang dan lingkar buah. Hal ini berbeda dengan analisis ragam menggunakan metode II griffing, dimana ragam DGU lebih besar dibanding ragam DGK untuk semua karakter (Tabel 11).

Perhitungan ragam aditif dan ragam dominan menggunakan metode I dan metode II griffing menunjukkan hasil yang sama, yaitu ragam aditif lebih besar dibanding ragam dominan untuk semua karakter ukuran buah pepaya. Berdasarkan nilai rasio genetik, pengaruh gen aditif lebih penting dalam mengendalikan karakter bobot, panjang dan lingkar buah pepaya (Tabel 11). Hal ini mirip dengan studi Hosary *at al.* (2011) yang membandingkan metode II dan IV memberikan hasil yang mirip pada ragam aditif, nonaditif, dan eror. Karakter-karakter yang lebih dikendalikan oleh gen aditif lebih mudah ditingkatkan keragaannya melalui seleksi. Karakter ukuran buah pepaya pada umumnya dipengaruhi oleh aksi gen aditif (Sukartini dan Budiyanti, 2009;

Tabel 10. Nilai mduga DGU dan DGK karakter bobot buah pepaya berdasarkan model griffing metode I dan II. KP Sumani, Solok, Sumatera Barat, Januari 2010- Desember 2013

Tetua	BT-2	BT-3	D	BT-4	BT-1
Metode I griffing					
BT-2	-154,23	-36,84	11,22	138,96	204,07
BT-3	221,42	-248,98	30,76	19,49	-82,70
D	-684,72	-685,00	302,68	203,17	-415,00
BT-4	-115,84	-417,67	614,69	-80,23	-125,96
BT-1	202,14	181,94	424,44	157,92	-16,31
Metode II griffing					
Tetua	BT-2	BT-3	D	BT-4	BT-1
BT-2	-204,95	17,58	180,61	-112,50	104,21
BT-3		-160,53	-106,01	347,84	60,60
D			459,76	274,16	226,73
BT-4				-75,75	-167,87
BT-1					-18,53

Keterangan: angka diarsir adalah nilai DGU galur pada kolom atau baris yang sama.

Tabel 11. Nilai ragam DGU, ragam DGK, ragam aditif, ragam dominan dan hritabilitas karakter ukuran buah pepaya berdasarkan Model Griffing Metode I dan II

Parameter	Bobot buah		Panjang buah		Lingkar buah	
	I	II	I	II	I	II
Ragam GCA	32.673,18	64.075,60	2,17	7,21	2,57	5,37
Ragam SCA	44.981,30	48.129,90	3,13	3,94	3,31	3,55
Ragam aditif	65.346,36	128.151,20	4,35	14,42	5,14	10,73
Ragam dominan	44.981,30	48.129,90	3,13	3,94	3,31	3,55
Heritabilitas	0,50	0,71	0,47	0,77	0,51	0,72

Marin *et al.*, 2006). Perbaikan karakter dapat dilakukan melalui seleksi genotipe yang keragaannya lebih baik (Yustiana, 2013). Pengaruh gen aditif dapat diestimasi dengan memperhatikan besaran heritabilitas. Heritabilitas merupakan parameter penting dalam program seleksi tanaman (Solieman *et al.*, 2012). Nilai duga heritabilitas arti sempit pada dua populasi diallel untuk karakter bobot buah, panjang buah, dan lingkaran buah berkisar antara sedang sampai tinggi. Nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan karakter tersebut mudah diwariskan dan seleksi dapat dilakukan pada generasi awal. Karakter yang mempunyai heritabilitas dan kemajuan genetik tinggi menunjukkan keterlibatan gen aditif dalam pewarisan sehingga seleksi dapat dilakukan dengan lebih akurat dan cepat (Islam dan Uddin, 2009).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ir.Sunyoto dan seluruh tim peneliti pepaya Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika yang telah membantu dalam penelitian ini.

KESIMPULAN

Tidak terdapat perbedaan nilai duga DGU menggunakan griffing metode I dan II pada karakter lingkaran buah, panjang buah, dan bobot buah.

Tetua Dampit mempunyai nilai duga DGU positif terbesar untuk karakter ukuran buah dibanding empat tetua lainnya. Tetua BT-2, BT-3, BT-4, dan BT-1 mempunyai nilai duga DGU negatif pada semua karakter ukuran buah.

Berdasarkan analisis nilai duga DGK dengan metode I griffing, pasangan persilangan yang mempunyai nilai duga DGK terbesar yaitu BT-4 x D dan BT-1 x D. Apabila menggunakan metode II griffing, pasangan persilangan BT-3 x BT-4 dan D x BT-4 mempunyai nilai duga DGK terbesar untuk ukuran buah. Perbedaan ini disebabkan oleh efek resiprokal yang nyata.

Hasil perhitungan ragam aditif dan ragam dominan menggunakan metode I dan metode II griffing menunjukkan hasil yang sama, yaitu ragam aditif lebih besar dibanding ragam dominan untuk semua karakter ukuran buah. Dengan demikian, karakter lebih mudah ditingkatkan keragaannya melalui seleksi.

DAFTAR PUSTAKA

Budiayanti T. Dan Noflindawati 2015. Pepaya Merah Delima Dalam Meningkatkan Pendapatan dan Kesejahteraan Masyarakat dalam Buku Inovasi Hortikultura Pengungkit Peningkatan Pendapatan Rakyat. Puslitbang Hortikultura. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

- Cardoso, D.L., M. Vivas, A.T.A. Junior, and M. G. Pereira. 2015. Hayman's diallel analysis of traits related to the production and quality of papaya fruit. *Bragantia, Campinas* 74(4) : 394-399.
- Fatria D., Noflindawati, Budiayanti T., Sunyoto dan Makful. 2014. Eksplorasi, karakterisasi dan konservasi pepaya di Kabupaten Tanah Datar dan Pariaman. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan komoditi unggulan pertanian untuk meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang
- Griffing, B. 1956. Concept of General and Specific Combining Ability in Relation to Diallel Crossing Systems. *Australian Journal of Biological Sciences* 9(4): 463 – 493.
- Hardisson A, Rubio C, Baez A, Martin MM, Alvarez R 2001. Mineral composition of the papaya (*Carica papaya* variety Sunrise) from Tenerife Island. *Eur Food Res Technol* 212:175–181
- Hosary, A.A.E., M.El Badawy and A.A.A.E Hosary. 2011. Combining ability in maize under two sowing dates and comparison between methods of genetic analysis. *Egypt. J. Plant Breed* 15(15):213-232.
- Isabelle M, Lee BL, Lim MT, Koh WP, Huang D, Ong CN 2010. Antioxidant activity and profiles of common fruits in Singapore. *Food Chem* 123:77–84
- Islam, M.S and M.S Uddin. 2009. Genetic variation and trait relationship in the exotic and local eggplant germplasm. *Bangladesh J Agril Res.* 34(1): 91-96.
- Mansha, R., P.K. Majumder, B.N.Singh, and S. Ali Akhtar. 1999. Studies on hybrid vigour in papaya (*Carica papaya* L.) varieties. *Indian Journal of Horticulture* (56) : 295-298.
- Marin, S.L.D., M.G. Pereira, A.T.A. Junior., L.A.P. Martelleto and CD. Ide. 2006. Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 63(6) :540-546.
- Nassar, R.F. 1964. Effect of correlated gene distribution due to sampling on the diallel analysis. *Genet.* 52 : 9-20.
- Pastor, R., S. Galan, and M. Herrero. 1990. Evaluation of papaya autogamy. *Fruits* 45(4) : 387-391.
- Pereira, M.G., A.P. Viana and T.N. Santana. 2009. Use of testers for combining ability and selection of papaya hybrids. *J. Crop Breeding and Applied Biotechnology* (9) : 60-66.
- Roy D. 2000. *Plant Breeding : Analysis and Exploitation of Variation*. New Delhi-Chennai-Mumbai-Calcutta : Narosa Publishing House.
- Singh, R.K and B.D Chaudary. 1979. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. India : Kalyani Publisher.
- Singh, O. and R. S. Paroda. 1984. A comparison of different diallel analyses. *Theoretical and Applied Genetics* 67 (6): 541–545.

- Solieman, T.H, El-Gazzar HASR, and MM Doss. 2012. Efficiency of mass selection and selfing with selection breeding methods on improving some important characters of three eggplant cultivars. *American-Eurasian J. Agric and Environ Sci.* 12 (3): 342-351.
- Sujiprihati, S., R. Yuniarti, M. Syukur dan Undang 2007. Pendugaan Nilai Heterosis dan Daya Gabung Beberapa Komponen Hasil pada Persilangan Diallel Penuh Enam Genotipe Cabai (*Capsicum annum L.*). *Bul. Agron.* 35 (1) : 28 – 35.
- Sukartini dan T. Budiayanti. 2009. Uji Daya Gabung dan Tipe Aksi Gen pada Buah Pepaya. *Jurnal Hortikultura* 19 (2) : 131-136.
- Vivas, M., S.F. Silveira., A.P. Viana., A.T. Amaral Jr., D.L. Cardoso and M.G. Pereira. 2014. Efficiency of circulant diallels via mixed models in the selection of papaya genotypes resistant to foliar fungal diseases. *Genetics and Molecular Research* 13(3) : 4797-4804.
- Yustiana. 2013. Analisis Daya Gabung dan Kelompok Heterosis Galur-galur Jagung Tropis Koleksi PT. BISI International, Tbk. Tesis Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Yingzhong, Z. 1999. Combining ability analysis of agronomic characters in sesame. Spain : The Institute of Sustainable Agriculture (IAS).
- Yao, W.H., Zhang Y.D., Kang M.S., Chen H.M., Liu L., Yu L.J., and Fan X.M. 2013. Diallel analysis model : A comparison of certain genetic statistics. *Crop science* (53) : 1481-1490.