

Uji Stabilitas Lima Genotip Pepaya di Tiga Lokasi (Stability Test of Five Papaya Genotypes on Three Locations)

Sunyoto, Budiyantri, T, Noflindawati, dan Fatria, D

Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jl. Raya Solok-Aripan Km 8, Solok 27301

E-mail: tri.budiyantri@yahoo.co.id

Naskah diterima tanggal 9 Juli 2012 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 19 Juni 2013

ABSTRAK. Pengujian interaksi antara genotip dengan lingkungan (GxE) serta analisis stabilitas hasil suatu genotip merupakan tahap penting dalam program pemuliaan tanaman untuk mendapatkan calon varietas unggul baru. Penelitian bertujuan menguji stabilitas dan adaptasi empat genotip pepaya dan satu pembanding. Penelitian dilakukan di tiga lokasi yaitu, KP. Sumani, Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Lubuk Alung, Sumatera Barat, dan KP. Subang, Jawa Barat, mulai Bulan Maret sampai Desember 2010 menggunakan rancangan acak kelompok. Perlakuan terdiri atas lima genotip pepaya, yaitu Merah Delima, BT-2, Carmina, Carmida, dan California dengan enam ulangan. Peubah yang diamati ialah persentase tanaman sempurna dan betina, tinggi bunga pertama, ruas letak bunga pertama, tinggi buah pertama, bobot buah, jumlah buah/pohon, produksi buah/pohon, dan padatan terlarut total (PTT) ($^{\circ}$ Brix). Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase tanaman sempurna dan betina pada genotip Merah Delima, BT-2, Carmina, dan Carmida mempunyai nilai koefisien regresi (β_i) < 1, berarti tahan terhadap perubahan lingkungan. Pengujian terhadap tinggi bunga pertama dan ruas letak bunga pertama memperlihatkan bahwa BT-2 dan California mempunyai koefisien regresi (β_i) < 1 (tidak responsif terhadap perubahan lingkungan). Interaksi varietas (genotip) dengan lokasi (lingkungan) terjadi pada karakter persentase tanaman sempurna, persentase tanaman sempurna betina, ruas letak bunga pertama, tinggi bunga pertama, bobot buah, produksi/pohon, dan PTT. Produksi buah/pohon Merah Delima dan Carmida mempunyai nilai koefisien regresi (β_i) = 1 dan genotip memiliki rerata hasil di atas rerata umum yang berarti genotip tersebut beradaptasi baik terhadap semua lingkungan. Kedua genotip tersebut sangat potensial untuk dikembangkan di beberapa lingkungan karena beradaptasi baik pada tiga kondisi lingkungan dengan hasil di atas rerata. Oleh karena itu dapat direkomendasikan menjadi VUB yang dapat dikembangkan di lahan petani.

Katakunci: Pepaya; Stabilitas; Adaptabilitas; Pertumbuhan; Hasil

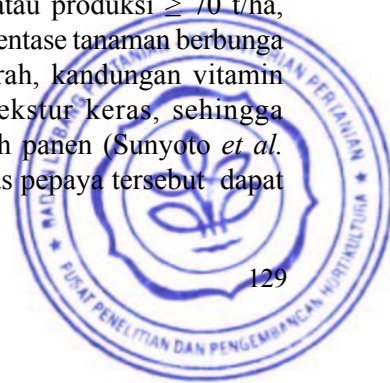
ABSTRACT. Genotype and environment interaction (GxE) and yield stability analysis of the genotypes is important phase in plant breeding program to screen new superior variety of plant. The purpose of the research was to identify the stability and adaptability of four papaya genotypes and one as control at three difference locations (Sumani, Lubuk Alung, and Subang) from March until December 2010 using a completely randomized block design. The treatments consisted of five genotypes of papaya that are Merah Delima, BT-2, Carmina, Carmida, and California with six replications. Variables observed were the percentage of hermaphrodite and female plants, higher interest rates first, the segment where the first flower, first fruit height, fruit weight, fruit number/tree, fruit production/tree, and total soluble solids (TSS) ($^{\circ}$ Brix). The results showed that percentage of hermaphrodite flowers and female flower on genotypes Merah Delima, BT-2, Carmina, and Carmida had regression creft (β_i) < 1. It meant that among them were resistance to enviromental changes. Regression test of the first flower height and internode where the first flower emergence was showed that BT-2 and California had coefficient regression (β_i) < 1. Location (environment) was significantly different in all the characters of the number of fruit/tree, fruit weight, production/tree, and TSS. Fruit production/tree of Merah Delima and Carmida was given regression coefficient value (β_i) = 1 and genotype had an average above its general mean was meantst that genotype was well adapted to all environments. Both of these genotypes were prospective to be developed in three environmental conditions and with high yielding.

Keywords: Papaya; Stability; Adaptability; Growth; Yield

Produksi pepaya di Indonesia selama satu dekade terakhir mulai tahun 2000–2010 berfluktuasi dengan produksi nasional tertinggi tahun 2004 yaitu 732,611 t. Produktivitas pepaya Indonesia tahun 2010 mencapai 732,60 kw/ha. Menurut data FAO (2010), Indonesia merupakan produsen pepaya terbesar ke empat di dunia setelah India, Brazil, dan Nigeria, namun nilai ekspor dan konsumsi pepaya Indonesia masih sangat rendah dibandingkan negara produsen lainnya. Tingginya produksi pepaya nasional belum diikuti dengan kualitas yang baik, sehingga belum dapat memenuhi persyaratan

dan selera konsumen di dalam dan luar negeri. Perakitan varietas unggul baru pepaya dengan kualitas buah yang baik, sangat diperlukan untuk mendukung komersialisasi pengembangan pepaya.

Tipe ideal varietas pepaya yaitu genjah, produktif (tidak dijumpai *lag phase*) atau produksi ≥ 70 t/ha, rasa manis (PTT > 13 $^{\circ}$ C), persentase tanaman sempurna tinggi, warna merah, kandungan vitamin A dan C tinggi, serta bertekstur keras, sehingga daya simpan ≥ 7 hari setelah panen (Sunyoto *et al.* 2009). Untuk merakit varietas pepaya tersebut dapat



dilakukan dengan metode pemuliaan konvensional, yaitu dengan melakukan eksplorasi, karakterisasi, penggaluran, dan hibridisasi.

Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika mempunyai beberapa koleksi pepaya yang berasal dari beberapa daerah di Indonesia. Dari hasil karakterisasi, seleksi, dan hibridisasi diperoleh beberapa kandidat pepaya yaitu Merah Delima, Carmina, Carmida, dan BT-2. Masing-masing genotip memiliki keunggulan spesifik yaitu antara lain karakter daging buah tebal (> 3 cm), rasa manis (PTT : $14-15^{\circ}$ Brix), warna daging buah merah dan tekstur renyah (Purnomo *et al.* 1998). stabilitas hasil kandidat pepaya tersebut perlu diuji dengan menanam di beberapa musim pada lokasi yang berbeda. Pengujian stabilitas hasil dapat dilakukan dengan cara menanam calon varietas unggul baru pada beberapa musim di lokasi yang sama, tetapi dapat juga dilakukan di berbagai lokasi tanam pada musim yang sama. Pengujian stabilitas sangat penting dilakukan karena beberapa karakter kuantitatif sangat dipengaruhi oleh lingkungan produksi tanaman (Finlay & Wilkinson 1963, Eberhart & Russel 1966, Kusmana 2005).

Stabilitas genetik didefinisikan sebagai kemampuan suatu genotip untuk menghindari perubahan hasil akibat variasi lingkungan tumbuh. Hasil merupakan produk dari beberapa komponen hasil, sehingga pengurangan pada satu komponen dapat digantikan oleh komponen lain (Zen & Bahar 2002, Wasito & Marwoto 2003). Stabilitas dan adaptabilitas mempunyai hubungan yang erat jika pengaruh interaksi genotip dan lingkungan lebih disebabkan oleh peubah lingkungan yang tidak dapat diramalkan, seperti curah hujan, suhu, dan intensitas matahari daripada peubah yang dapat diramalkan seperti jenis tanah (Allard & Bradshaw 1964, Wasito & Marwoto 2003, Karl & Warter 2007). Bagi para pemulia tanaman informasi tentang interaksi antargenotip dengan lingkungan merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan keputusan pelepasan genotip tanaman. Varietas yang tidak beradaptif luas dapat dioptimalkan penggunaannya dengan menanam di lingkungan atau lokasi yang spesifik (Harsanti *et al.* 2003, Baihaki & Wicaksana 2005, Krismawati *et al.* 2008).

Untuk mengetahui stabilitas genotip baru pepaya, maka dilakukan pengujian stabilitas dan adaptasi di beberapa lokasi tanam yang berbeda. Pengujian ini membutuhkan biaya tinggi dan waktu yang relatif panjang. Oleh karena itu perlu dilakukan pendekatan pemuliaan yang melibatkan *stakeholder* atau disebut penelitian partisipatif. *Stakeholder* memberi kontribusi tenaga, biaya, dan bahan yang diperlukan untuk mendukung pelaksanaan penelitian partisipatif,

sehingga dapat mempercepat penyelesaian pelaksanaan kegiatan. Selain itu *stakeholder* akan mengetahui sendiri keunggulan varietas yang akan dikembangkan, sehingga ketika varietas tersebut dilepas, maka para pengguna dapat mengadopsinya.

Tujuan penelitian ialah menguji stabilitas dan adaptasi empat genotip pepaya dan satu pembanding pada tiga lokasi yang berbeda. Dari penelitian ini diharapkan minimal didapatkan satu genotip pepaya yang mempunyai daya hasil tinggi dan stabil pada tiga lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di tiga lokasi, yaitu di Kebun Percobaan Subang-Jawa Barat dengan ketinggian tempat 84 m dpl., Kebun Percobaan Sumani, Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika dengan ketinggian tempat 360 m dpl., dan di daerah sentral produksi pepaya di Lubuk Alung, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat dengan ketinggian tempat 25 m dpl.. Penelitian dilaksanakan pada Bulan Maret 2009 sampai dengan Desember 2010.

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan lima perlakuan dan enam ulangan. Perlakuan terdiri atas lima genotip pepaya yaitu BT-01 (Merah Delima), BT-02, BT-03 (Carmina), BT-04 (Carmida), dan varietas Clf (California). Setiap unit perlakuan terdiri atas 10 tanaman. Bahan tanaman yang digunakan ialah empat calon varietas unggul pepaya yang berasal dari generasi S_4 dan satu varietas California.

Penanaman di lapangan menggunakan sistem bedengan yang berukuran lebar 2,5 m dan tinggi 30 cm. Antarbedengan dipisahkan oleh parit dengan lebar 50 cm dan kedalaman 30 cm. Jarak tanam yang digunakan 2,5 x 2,5 m. Ukuran lubang tanam 50 x 50 x 50 cm. Pemeliharaan meliputi penyiangan, penyiraman, pemupukan, penjarangan tanaman, dan pengendalian hama penyakit. Penjarangan dilakukan setelah muncul bunga, disisakan satu tanaman yang mempunyai bunga sempurna pada setiap lubang tanam.

Karakter yang diamati yaitu persentase tanaman sempurna, jantan, dan betina diamati pada umur 6 bulan, tinggi bunga pertama, ruas letak bunga pertama, tinggi buah pertama, bobot buah, jumlah buah/pohon, produksi, dan PTT ($^{\circ}$ Brix). Pengamatan bunga tanaman dilakukan pada saat semua tanaman sudah berbunga. Tinggi bunga dan buah pertama diukur dari permukaan tanah sampai letak bunga/buah pertama muncul, sedangkan letak bunga/buah diamati dengan cara menghitung jumlah ruas batang pertama sampai



ruas batang letak buah pertama. Jumlah buah dan produksi tanaman dilakukan pada saat tanaman mulai berproduksi selama 4–6 bulan setelah panen pertama. Pengamatan karakter buah dilakukan pada kondisi masak optimum (5–7 hari setelah panen) dengan jumlah sampel lima buah/pohon.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan metode analisis ragam gabungan. Bila interaksi antara genotip x lingkungan nyata, kemudian dilakukan analisis stabilitas dan adaptabilitas calon varietas yang diuji. Stabilitas dan adaptasi suatu genotip dinilai berdasarkan metode Finlay & Wilkinson (1963).

Finlay & Wilkinson (1963) memberikan panduan penilaian adaptabilitas suatu genotip yang didasarkan atas nilai koefisien regresi (β_i) dan rerata hasilnya. Tingkat adaptasi suatu genotip didasarkan pada nilai koefisien regresi (β_i) dari setiap genotip, di mana:

1. Koefisien regresi (β_i) < 1 berarti genotip memiliki stabilitas di atas rerata, genotip beradaptasi khusus di lingkungan yang produktivitasnya rendah dan kurang peka terhadap perubahan lingkungan, artinya perubahan lingkungan hanya memberikan sedikit perubahan terhadap hasil pada genotip yang diuji,
2. Nilai $\beta_i > 1$ artinya genotip memiliki stabilitas di bawah rerata dan beradaptasi khusus di lingkungan yang produktivitasnya tinggi,
3. Koefisien regresi mendekati atau sama dengan satu (nilai $\beta_i = 1$), maka stabilitasnya ialah rerata. Jika stabilitasnya rerata dan genotip memiliki rerata hasil di atas rerata umum berarti genotip tersebut beradaptasi baik pada semua lingkungan. Sebaliknya jika genotip memiliki rerata hasil di bawah rerata umum berarti genotip tersebut beradaptasi jelek pada semua lingkungan dan peka terhadap perubahan lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam gabungan menunjukkan bahwa terdapat interaksi nyata antara genotip x lingkungan terhadap karakter pembungaan yaitu persentase tanaman berbunga sempurna, persentase tanaman berbunga betina, ruas letak bunga pertama, dan tinggi bunga pertama, sedangkan letak dan tinggi buah pertama tidak menunjukkan interaksi. Parameter yang diamati tersebut dapat dijadikan pedoman dalam menentukan stabilitas pembungaan lima genotip pepaya di tiga lokasi.

Pengujian stabilitas dan adaptabilitas terhadap karakter persentase tanaman berbunga sempurna

memperlihatkan bahwa pada genotip Merah Delima dan BT-02, mempunyai (β_i)<1, sedangkan Carmina dan Carmida mempunyai (β_i)=1. Berdasarkan kriteria Finlay & Wilkinson (1963), maka genotip Merah Delima dan BT-2 tersebut mempunyai stabilitas di atas rerata, atau beradaptasi baik di lingkungan yang tidak subur. Genotip beradaptasi khusus di lingkungan yang marginal dan kurang peka terhadap perubahan lingkungan, artinya dengan adanya perubahan lingkungan, hanya memberikan sedikit perubahan pada pembungaan tanaman, sedangkan Carmina dan Carmida dapat beradaptasi baik pada semua lingkungan dengan persentase tanaman sempurna lebih dari 66%. Genotip California mempunyai (β_i)>1 artinya genotip memiliki stabilitas di bawah rerata dan beradaptasi khusus di lingkungan subur. Suatu genotip dengan (β_i) > 1 memiliki adaptabilitas spesifik pada kondisi lingkungan optimum. Genotip tersebut peka terhadap perubahan lingkungan. Musim dan lingkungan berpengaruh terhadap viabilitas, bentuk bunga, sterilitas, dan bentuk buah pada tanaman berbunga sempurna (Pornomo *et al.* 1998, Khan *et al.* 2002). Namun sejauh ini informasi tentang perubahan tipe pembungaan tanaman pepaya akibat pengaruh lingkungan belum diketahui.

Tinggi bunga pertama dan ruas letak bunga pertama merupakan indikasi tanaman memasuki fase generatif. Makin sedikit jumlah ruas letak bunga pertama, makin cepat tanaman tersebut berbunga. Pertambahan ruas pada tanaman pepaya kurang lebih satu ruas/3–4 hari. Pengujian terhadap tinggi bunga

Tabel 1. Koefisien regresi persentase tanaman berbunga sempurna pada lima genotip pepaya di tiga lokasi (*Regression coefficient and deviation of regression, percentage hermaphrodite flowering plant in five genotypes of papaya at three locations*)

Genotip (<i>Genotypes</i>)	Persentase tanaman berbunga sempurna (<i>Percentage of hermaphrodite flowering plant</i>)	
	Rerata (<i>Mean</i>) %	Koefisien regresi (<i>Coefficient of regression</i>) (β_i)
Merah Delima	66,10	0,54
BT-02	65,48	-0,08
Carmina	67,33	0,98
Carmida	69,30	0,86
California	56,14	2,70
Rerata (<i>Average</i>)	66,10	-



Tabel 2. Koefisien regresi tinggi bunga pertama dan ruas letak bunga pertama pada lima genotip pepaya di tiga lokasi (Regression coefficient and deviation of regression height of the first flower and the location of the part of the first flower in five genotypes of papaya at three locations)

Genotip (Genotypes)	Tinggi bunga pertama (Height of the first flower)		Ruas letak bunga pertama (Location internode of the first flower)	
	Rerata (Mean) cm	Koefisien regresi (Coefficient of regression) (β_i)	Rerata (Mean)	Koefisien regresi (Coefficient of regression) (β_i)
Merah Delima	65,88	1,5	26,02	1,37
BT-02	78,75	0,8	26,21	1,1
Carmina	83,95	1,99	26,39	0,82
Carmida	72,57	0,83	24,43	0,26
California	49,69	-0,13	22,41	1,45
Rerata (Average)	70,168		25,09	1,37

pertama menunjukkan bahwa genotip Merah Delima, dan Carmina mempunyai koefisien regresi (β_i)>1, berarti genotip yang diuji mempunyai stabilitas di bawah rerata, sangat responsif terhadap perubahan lingkungan, sedangkan BT-02, Carmida, dan California mempunyai koefisien regresi (β_i)<1 (tidak responsif terhadap perubahan lingkungan).

Pengujian terhadap ruas letak bunga pertama pada genotip Carmina dan California mempunyai koefisien regresi (β_i)>1, berarti mempunyai stabilitas di bawah rerata, sangat responsif terhadap perubahan lingkungan, sedangkan genotip Merah Delima, BT-02, dan Carmina mempunyai koefisien regresi (β_i)<1 (tidak responsif terhadap perubahan lingkungan).

Hasil analisis ragam gabungan menunjukkan bahwa interaksi antara genotip x lingkungan berpengaruh nyata terhadap karakter bobot buah dan produksi/pohon

(Tabel 3), sedangkan pada karakter jumlah buah dan PTT tidak dipengaruhi interaksi yang nyata. Genotip yang mempunyai potensi hasil tinggi di suatu lokasi belum tentu tetap tinggi hasilnya di lokasi yang lain. Nasrullah (1981), Gray (1982), Lin & Binns (1988), dan Krismawati *et al.* (2008) mengemukakan bahwa interaksi antara genotip x lingkungan menggambarkan penampilan genotip tidak sama pada lingkungan yang berbeda.

Untuk karakter bobot buah, genotip Merah Delima dan BT-02 mempunyai koefisien regresi (β_i) < 1, berarti genotip memiliki stabilitas di atas rerata, genotip beradaptasi khusus di lingkungan yang produktivitasnya rendah dan kurang peka terhadap perubahan lingkungan. Dengan kata lain perubahan lingkungan hanya memberikan sedikit perubahan terhadap hasil pada genotip yang diuji. Bobot buah

Tabel 3. Analisis ragam gabungan karakter bobot buah, jumlah buah, dan produksi per pohon pada lima genotip pepaya di tiga lokasi (Combined analysis of fruit weight characters, total of fruit, and production in five genotypes of papaya at three locations)

Sumber ragam (Source)	Db (Df)	Jumlah buah (Number of fruits)		Bobot buah (Fruit weight)		Produksi/pohon (Production/tree)		PTT (TSS) °Brix	
		KT (MS)	F hit. (Comp.F)	KT (MS)	F hit. (Comp.F)	KT (MS)	F hit. (Comp.F)	KT (MS)	F hit. (Comp.F)
Varitas	4	202,82	3,27	1.263.167,80	74,12*	4191,2	21,93*	1,24	3,01*
Lingkungan	2	10,146,47	163,57*	667.572,33	39,17*	18258,3	95,53*	32,42	78,89*
Ulangan dlm lingkungan	15	166,44	2,68*	13.152,52	0,77	181,9	1,0	0,70	1,71
Varietas x lingkungan	8	127,44	2,05	51.717,02	3,03*	682,7	3,57*	0,68	1,65
Galat	60	62,03		17.042,08		191,1		0,41	

Ket : * : berbeda nyata pada taraf 5 % (significant at 0.05)



Tabel 4. Koefisien regresi, rerata bobot buah dan produksi/pohon pada lima genotip pepaya di tiga lokasi (Regression coefficient, average fruit weight, and production fruits per tree in five genotypes of papaya at three locations)

Genotip (Genotypes)	Bobot buah (Weight of fruits), g		Produksi/pohon (Fruits production per tree), kg	
	Rerata (Mean)	Koefisien regresi (Coefficient of regression) (β_i)	Rerata (Mean)	Koefisien regresi (Coefficient of regression) (β_i)
Merah Delima	1.266	0,45	58,20	1,0
BT-02	727	0,74	31,52	0,74
Carmina	656	1,29	27,61	0,79
Carmida	966	1,15	49,82	1,00
California	1.162	1,38	55,35	1,43
Rerata (Average)	955	-	44,50	-
KK (CV), %	13,6	-	26	-

pada Carmina, Carmida, dan pembanding mempunyai nilai (β_i) > 1 artinya genotip memiliki stabilitas di bawah rerata dan beradaptasi khusus di lingkungan yang sangat produktif (Tabel 4).

Produksi buah/pohon Merah Delima dan Carmida mempunyai nilai (β_i) = 1 dan genotip memiliki rerata hasil di atas rerata umum berarti genotip tersebut beradaptasi baik pada semua lingkungan. Produksi/pohon genotip BT-02 dan Carmina mempunyai koefisien regresi (β_i) < 1 berarti genotip tersebut memiliki stabilitas di atas rerata, genotip beradaptasi khusus di lingkungan yang produktivitasnya rendah dan kurang peka terhadap perubahan lingkungan. Dengan kata lain perubahan lingkungan hanya memberikan sedikit perubahan terhadap hasil pada genotip tersebut. Jumlah buah dan produksi/pohon pada varietas California mempunyai nilai (β_i) > 1

artinya genotip memiliki stabilitas di bawah rerata dan beradaptasi khusus di lingkungan yang produktif.

Keragaan Daya Hasil Lima Genotip Pepaya

Hasil pengamatan persentase tanaman berbunga betina pada lima genotip pepaya di tiga lokasi tanaman menunjukkan pengaruh interaksi nyata antara lokasi dan genotip. Di lokasi Subang, genotip Merah Delima menghasilkan persentase bunga betina lebih rendah dibandingkan yang ditanam di lokasi Sumani dan Lubuk Alung (Tabel 5). Genotip BT-02 mempunyai persentase bunga betina yang sama di tiga lokasi, sedangkan di lokasi Lubuk Alung genotip Carmina mempunyai persentase bunga betina yang lebih rendah dibandingkan dua lokasi lainnya. Persentase bunga betina genotip California lebih tinggi saat ditanam di Sumani dibandingkan di Lubuk Alung dan Subang.

Tabel 5. Rerata persentase tanaman berbunga betina dan sempurna pada lima genotip pepaya di tiga lokasi (The average of percentage female and hermaphrodite flowering plant in five genotypes of papaya at three locations)

Genotip (Genotypes)	Persentase tanaman berbunga betina (Percentage of female flowering plant), %			Persentase tanaman berbunga sempurna (Percentage of hermaphrodite flowering plant), %		
	Sumani	Lubuk Alung	Subang	Sumani	Lubuk Alung	Subang
Merah Delima	38,42 a B	35,93 b B	27,35 a A	61,584 b A	64,07 b C	72,65 b B
BT-02	33,88 a A	34,72 b A	34,94 b A	66,11 b A	65,28 b A	65,05 a A
Carmina	40,23 a B	23,33 a A	34,44 b B	59,77 b A	76,67 a B	65,56 a A
Carmida	37,59 a B	28,78 b A	25,71 a A	62,41 b A	71,21 a A	74,29 b B
California	65,37 b B	31,70 b A	34,49 b A	34,63 a A	68,30 a B	65,51 a B

Angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan angka diikuti huruf besar yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5% (Mean value in the same column followed by the same small letters in the same row followed by the same capital letters were not significantly different based on DMRT ($p = 0,05$))



Genotip Merah Delima yang ditanam di Lubuk Alung mempunyai persentase bunga sempurna yang lebih tinggi dibandingkan dua lokasi lainnya (Tabel 6). Genotip BT-02, Carrmina, dan Carmida menghasilkan bunga sempurna dengan persentase lebih tinggi jika ditanam di Subang.

Di Sumani persentase tanaman berbunga betina paling tinggi terdapat pada genotip California dan Carmina, sedangkan genotip terendah pada BT-02. Di Subang, genotip BT-02, Carmina, dan California menunjukkan persentase tanaman berbunga betina paling tinggi, sedangkan di Lubuk Alung persentase tanaman berbunga betina paling tinggi terdapat pada genotip Merah Delima, BT-02, dan California. Rerata persentase tanaman berbunga sempurna genotip Carmina di tiga lokasi menunjukkan angka tertinggi, sedangkan genotip Merah Delima menunjukkan persentase terendah di lokasi Sumani, Lubuk Alung, dan Subang.

Pengamatan jenis kelamin pada bunga pepaya menunjukkan bahwa dari lima genotip yang diuji tidak ada pepaya yang berbunga jantan. Hal ini kemungkinan disebabkan lima genotip tersebut merupakan hasil *selfing* selama empat generasi. Jenis kelamin pada tanaman pepaya dikendalikan oleh lokus gen tunggal dengan tiga alel yaitu M (jantan) dominan, M^H (hermafrodit), dan m (betina) resesif (Khan *et al.* 2002). Zigot diploid mungkin membawa salah satu dari enam kombinasi alel MM,

M^HM^H, MM^H, Mm, M^Hm, dan mm. Tiga kombinasi yaitu homozigot dominan yang disebutkan pertama *lethal* dan progeninya mengandung alel-alel tidak *survive*. Tiga kombinasi heterozigot lainnya yaitu Mm memproduksi tanaman jantan (*staminate*), M^Hm menghasilkan tanaman hermafrodit (*bisexual*), dan kombinasi homozigot resesif mm menghasilkan tanaman betina (*pistillate*) (Khan *et al.* 2002). *Self* polinasi dari bunga-bunga hermafrodit (M^Hm x M^Hm) diharapkan dapat menghasilkan kombinasi-kombinasi 25% M^HM^H (*lethal* dan karenanya abortus), 50% M^Hm (hermafrodit) dan 25% mm (betina). Pengembangan strategi ini pada pepaya varietas Solo di Hawaii menghasilkan tanaman hermafrodit:betina dengan rasio 2-2,34 : 1 (Khan *et al.* 2002).

Tinggi buah pertama dan ruas letak buah pertama merupakan indikasi kegenjahan tanaman. Semakin rendah jumlah ruas letak buah pertama makin cepat berbuah (genjah). Genotip yang diuji (Merah Delima, BT-02, Carmina, dan Carmida) memiliki tinggi buah pertama yang lebih tinggi dibandingkan California. Karakter tinggi buah pertama untuk genotip California paling rendah dibandingkan genotip lainnya, sedangkan Merah Delima dan Carmida tinggi buah hampir sama yaitu 76 cm. Genotip Carmina dan BT-02 mempunyai tinggi buah pertama tertinggi dibandingkan tiga genotip lainnya, yaitu mencapai 81–84 cm. Di Lubuk Alung, tanaman tersebut memiliki tinggi buah pertama yang lebih tinggi dibandingkan di dua lokasi lainnya, sedangkan untuk karakter ruas letak buah pertama tidak terdapat perbedaan yang nyata antargenotip yang diuji. Ruas letak buah pertama lima genotip di Lubuk Alung lebih tinggi dibandingkan dengan di Subang dan Sumani.

Karakter bobot buah dan produksi buah pada lima genotip pepaya menunjukkan terdapat interaksi antara genotip dan lingkungan. Di Sumani, genotip BT-02, Carmina, Carmida, dan California mempunyai bobot buah yang lebih tinggi dibandingkan dengan dua lokasi lainnya. Di Sumani, genotip Merah Delima dan Carmida mempunyai bobot buah yang sama dengan genotip California. Di Lubuk Alung dan Subang, genotip Merah Delima mempunyai bobot buah tertinggi dibandingkan genotip lainnya (Tabel 7).

Produksi tanaman per pohon selama 4 bulan setiap pohonnya berbeda nyata antargenotip di ketiga lokasi. Di Sumani, lima genotip yang diuji mempunyai produksi yang tinggi dibandingkan di Lubuk Alung dan Subang. Di Sumani dan Lubuk Alung, genotip Merah Delima mempunyai produksi yang sama dengan varietas pembanding California, tetapi di Subang Merah Delima dan Carmida mempunyai produksi yang lebih tinggi dibanding California, BT-02, dan Carmina (Tabel

Tabel 6. Rerata tinggi buah pertama dan ruas letak buah pertama lima genotip pepaya di tiga lokasi (*The average of the first fruits height and internode where first fruit was emerge to five genotypes of papaya at three locations*)

Genotip (Genotypes)	Tinggi buah pertama (The first fruits height) cm	Ruas letak buah pertama (Internode where the first fruits emerge)
Merah Delima	76,86 b	25,71 tn (<i>ns</i>)
BT-02	81,74 bc	27,04
Carmina	84,02 bc	26,98
Carmida	76,13 b	26,90
California	65,65 a	26,04
Interaksi	(-)	(-)
Lokasi		
Sumani	70,52 a	24,74 a
Lubuk Alung	83,11 b	29,09 b
Subang	77,00 a	25,78 a
KK (<i>CV</i>), %	22,62	



Tabel 7. Rerata bobot buah lima genotip pepaya di tiga lokasi (The average of fruit weight in five genotypes of papaya at three locations)

Genotip (Genotypes)	Bobot buah (Weight of fruits), g		
	Sumani	Lubuk Alung	Subang
Merah Delima	1356,59 b A	1270,17 c A	1169,98 c A
BT-02	844,32 a B	616,43 a A	720,10 a A
Carmina	861,13 a B	463,07 a A	644,13 b A
Carmida	1143,17 ab B	774,37 ab A	980,06 b A
California	1414,94 b B	1080,97 b A	989,63 b A

Tabel 8. Rerata produksi buah/pohon lima genotip pepaya di tiga lokasi (The average of production fruits per tree in five genotypes of papaya at three locations)

Genotip (Genotypes)	Produksi/pohon/4 bulan (Production fruits per tree per 4 months), kg		
	Sumani	Lubuk Alung	Subang
Merah Delima	89,33 b B	45,08 b A	40,16 b A
BT-02	53,83 a B	17,22 a A	23,50 a A
Carmina	51,16 a B	13,83 a A	17,83 a A
Carmida	80,00 b B	29,14 a A	40,33 b A
California	98,00 c C	43,54 b B	24,50 a A

8). Perbedaan produksi antarlokasi kemungkinan disebabkan karena perbedaan lingkungan mikro, tingkat serangan hama dan penyakit, kesuburan tanah, serta curah hujan yang berbeda antarlokasi. Data sekunder tersebut tidak dapat ditampilkan karena tidak diamati. Jenis tanah, tingkat kesuburan tanah, dan curah hujan sangat berpengaruh terhadap hasil tanaman. (Marjani et al. 2009, Ramon et al. 2010).

Rerata jumlah buah/pohon/4 bulan pada lima genotip pepaya di Sumani lebih tinggi dan berbeda nyata dengan di Lubuk Alung dan Subang. Genotip yang menghasilkan jumlah buah terbanyak, yaitu Carmida (Tabel 9).

Karakter rasa manis pada buah dapat diketahui dari nilai PTT daging buah. Makin tinggi nilai PTT, maka

Tabel 9. Rerata padatan terlarut total (PTT) dan jumlah buah per pohon pada lima genotip pepaya di tiga lokasi (The average TSS in five genotypes of papaya at three locations).

Genotip (Genotypes)	Jumlah buah per pohon (Number fruits per tree)	PTT (TSS) (° Brix)
Merah Delima	44,92 a	12,07 tn (ns)
BT-02	41,78 a	11,76
Carmina	41,08 a	11,88
Carmida	49,58 b	11,75
California	44,65 a	11,35
Interaksi	(-)	(-)
Lokasi		
Sumani	65,63 b	12,96 a
Lubuk Alung	34,30 a	11,08 b
Subang	33,28 a	11,25 b
KK (CV), %	17,74	5,45

rasa daging buah makin manis dan pada umumnya masyarakat menyukai pepaya dengan PTT di atas 11°Brix. Untuk karakter PTT buah, semua genotip yang diuji mempunyai tingkat kemanisan yang hampir sama, kecuali PTT genotip Merah Delima yang berbeda dibandingkan tiga genotip lainnya. Terdapat perbedaan PTT antarlokasi yaitu PTT di Sumani lebih tinggi dibandingkan dengan di Lubuk Alung dan Subang.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Interaksi varietas (genotip) dengan lokasi (lingkungan) terjadi pada karakter persentase tanaman berbunga sempurna, persentase tanaman berbunga betina, ruas letak bunga pertama, tinggi bunga pertama, bobot buah, dan produksi buah/pohon.
2. Persentase tanaman berbunga sempurna pada genotip Merah Delima, BT-02, Carmina, dan Carmida bersifat tahan terhadap perubahan lingkungan. Demikian juga tinggi bunga pertama dan ruas letak bunga pertama genotip BT-02 dan California tidak responsif terhadap perubahan lingkungan.
3. Produksi buah/pohon genotip Merah Delima dan Carmida terekspresi baik pada semua lingkungan. Kedua genotip tersebut mempunyai potensi produktivitas tinggi sehingga dapat direkomendasikan menjadi VUB yang dapat dikembangkan di masyarakat.



PUSTAKA

1. Allard, RW & Bradshaw, AD 1964, 'Implication of genotype environmental interaction in applied plant breeding', *Crop Sci*, no. 4, pp. 503-8.
2. Baihaki, A & Wicaksana, N 2005, 'Interaksi genotip x lingkungan, adaptabilitas, dan stabilitas hasil dalam pengembangan tanaman varietas unggul di Indonesia', *Zuriat*, vol. 16, no. 1, hlm. 1-8.
3. Chan, YK, Hassan, MD & Abu Bakar, UK 1998, 'Pepaya: the industry and varietal improvement in Malaysia', paper presented at the Planning Workshop for Papaya Biotechnology Network of Southeast Asia, Kasetsart University, Thailand under the aegis of the ISAAA.
4. Departemen Pertanian 2008, *Data produksi dan luas panen tahun 2006*, Direktorat Budidaya Tanaman Buah, Direktorat Jenderal Hortikultura, diunduh 2 Juli 2011, <<http://ditbuah.hortikultura.deptan.go.id>>.
5. Eberhart, SA & Russell, WA 1966, 'Stability parameters for Comparing varieties', *Crop Sci*, no. 6, pp. 36-40.
6. FAO 2010, *Production, export, import of tropical fruits*, viewed 1 July 2011, <<http://www.fao.org>>.
7. Finlay, KW & Wilkinson, GN 1963, 'The analysis of adaptation in plant breeding programme', *Aust. J. Agric. Res.*, no. 14, pp. 742-54.
8. Gray, E 1982, 'Genotype x environment interaction and stability analysis for forage yield of orchardgrass clones', *Crop Sci.*, no. 22, pp. 19-23.
9. Harsanti, L, Hambali & Mugiaono 2003, 'Analisis daya adaptasi 10 galur mutan pada sawah di 20 lokasi uji daya hasil pada dua musim', *Zuriat*, vol. 14, no. 1, hlm. 1-7.
10. Karl, J & Marler, E 2007, '*Carica papaya* (Caricaceae): a case study into the effects of domestication on plant vegetative growth and reproduction', *Ame J. Bot.*, vol. 94, no. 6, pp. 999-1002.
11. Khan, S, Tyagi, AP & Jokhan, A 2002, Sex ratio in hawaiian papaya (*Carica papaya* L.) variety Solo, *S. Pac. J. Nat. Sci.*, no. 20, pp. 22-4.
12. Krismawati, A, Bhernama, A & Saeri, M 2008, 'Evaluasi kesesuaian lahan untuk pengembangan nilam di lahan kering Kab. Kotawaringin Timur Kalteng', *Agrivita*, vol. 30, no. 3, hlm. 195-200.
13. Kusmana 2005, 'Uji stabilitas hasil umbi 7 genotip kentang di dataran tinggi Pulau Jawa', *J.Hort.*, vol. 15, no. 4, hlm. 254-9.
14. Lin, CS & Binns, MR 1988, 'A method of analysing cultivar x locations x year experiment: a new stability parameter', *Theor. Appl. Genet.*, no. 76, pp. 425-30.
15. Marjani, Sudjindro & Purwati, RD 2009, 'Daya hasil galur-galur kenaf di lahan Podsolik Merah Kuning', *J. Littri* vol. 15, no. 2, hlm. 5359.
16. Nasrullah 1981, 'A modified procedure for identifying varietal stability', *Agric.Sci.*, no. 546, pp. 153-9.
17. Purnomo, S, Sunyoto, S, Hosni & Hatimah, W, 1998, *Persilangan antarvarietas pepaya dan analisis heterosis beberapa karakter komersial*, Laporan Hasil Penelitian Balitbu, Solok.
18. Ramon, EG, Alvarez1, RG, Pat-Fernandez, JM, Pohlan, HAJ, Alvarez-Rivero, JC, Geissen1, V, Mirafuentes, F & Ramos1, R 2010, 'Agronomic, economic, and ecological aspects of the papaya (*Carica papaya* L.) production in Tabasco, Mexico', *Afr. J. Plant Sci.*, vol. 4, no. 4, pp. 99-106.
19. Sunyoto, Budiyanti, T, Noflindawati & Fatria, D 2009, *Uji multilokasi empat calon varietas unggul pepaya dengan daging buah tebal, rasa manis, warna daging buah merah dan teksturnya di tiga lokasi*, laporan hasil, Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Solok.
20. Wasito, A & Marwoto, B 2003, 'Evaluasi daya hasil dan adaptasi klon-klon harapan krisan', *J. Hort.*, vol. 13, no. 4, hlm. 236-43.
21. Zen, S & Bahar, H 2002, 'Parameter genetik karakter agronomi padi gogo', *J. Stigma*, no. 3, hlm. 208-13.

