

Evaluasi Nilai Heterosis dan Heterobeltiosis Beberapa Persilangan Mentimun (*Cucumis sativus* L.) pada Berbagai Altitud

[Evaluation of Heterosis and Heterobeltiosis Value of Some Cucumber Crosses (*Cucumis sativus* L.) at Different Altitude]

Gungun Wiguna dan Uun Sumpena

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jln. Tangkuban Parahu No. 517, Lembang, Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia 40391

E-mail : gungunwiguna77@gmail.com

Naskah diterima tanggal 11 April 2014 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 15 Desember 2015

ABSTRAK. Pemanfaatan efek heterosis dalam perakitan varietas hibrida sering dilakukan untuk meningkatkan produksi hasil pertanian. Identifikasi ekspresi heterosis dan heterobeltiosis dari suatu persilangan perlu dilakukan karena tidak semua persilangan memberikan efek heterosis dan heterobeltiosis yang dikehendaki. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kombinasi persilangan yang menunjukkan nilai heterosis dan heterobeltiosis terbaik untuk karakter kegenjahan, agronomi, dan daya hasil. Evaluasi nilai heterosis dan heterobeltiosis dilakukan terhadap 10 kombinasi persilangan dan lima galur tetua di dua lokasi dengan altitud yang berbeda (100 m dpl dan 1.250 m dpl). Penelitian dirancang menggunakan rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan. Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, jumlah ruas, jumlah cabang, umur panen pertama, jumlah buah per tanaman, berat buah per tanaman, berat per buah, panjang buah, dan diameter buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persilangan yang berumur genjah dengan nilai heterosis dan heterobeltiosis negatif dihasilkan oleh persilangan P2 x P5. Kombinasi persilangan yang memiliki potensi produksi tinggi dengan nilai heterosis dan heterobeltiosis positif dan tinggi di dataran tinggi maupun rendah dihasilkan oleh P2 x P5. Persilangan yang memiliki efek heterosis dan heterobeltiosis tinggi untuk beberapa karakter di dataran tinggi dihasilkan oleh P1 x P2. Persilangan yang memiliki efek heterosis dan heterobeltiosis tinggi untuk karakter agronomi di dataran rendah ialah P3 x P4. Ketiga persilangan tersebut dapat diuji lebih lanjut untuk menghasilkan varietas hibrida berumur genjah, karakter agronomi baik, dan produktivitas tinggi.

Kata kunci: *Cucumis sativus*; Heterosis; Heterobeltiosis; Persilangan dialel

ABSTRACT. Utilization of heterosis effect in developing new hybrid is often done to increase agricultural production. Identification expression of heterosis and heterobeltiosis of a cross is necessary because not all crosses showed desired effect of heterosis and heterobeltiosis. The aims of this study was to identify the cross combinations showed best value of heterosis and heterobeltiosis for early maturity, agronomy, and yield characters. Evaluation of value of heterosis and heterobeltiosis performed on 10 cross combinations and five parental lines at two locations with different altitude (100 m asl and 1,250 m asl). The research was designed using randomized block design with three replications. Data of plant height, number of nodes, number of branches, the time to first harvest, number of fruits per plant, fruit weight per plant, weight per fruit, fruit length, and fruit diameter were collected. The results showed that early maturity cross with the negative value of heterosis and heterobeltiosis produced by cross of P2 x P5. Cross combination that had positive and high value of heterosis and heterobeltiosis for some character on upland generated by P2 x P5. Cross that had a good heterosis and heterobeltiosis effect for some characters in the upland generated by P1 x P2. Cross that had a good heterosis effect on the agronomic characters on lowland was generated by P3 x P4. The three crosses could be tested further for obtained early maturity, good agronomy character, and high yielding hybrid variety.

Keywords: *Cucumis sativus*; Heterosis; Heterobeltiosis; Dialel crosses

Produktivitas mentimun (*Cucumis sativus* L.) di Indonesia masih sangat rendah, yaitu 9,61 – 9,97 t/ha (Kementerian Pertanian 2016) padahal potensinya bisa mencapai 48 t/ha jika menanam varietas hibrida (Keputusan Menteri Pertanian 2015). Menurut Borojovic (*dalam* Sumpena & Bakrie 2010) penggunaan varietas hibrida pada tanaman mentimun dapat meningkatkan hasil 24–39% apabila menggunakan tetua berkerabat jauh. Menurut Sumpena & Bakrie (2010) peningkatan potensi hasil pada tanaman F1 (hibrida) disebabkan adanya fenomena heterosis.

Heterosis atau biasa disebut *hybrid vigor* dapat diartikan sebagai peningkatan penampilan fenotipe

yang unggul dari suatu hibrida yang melebihi rerata kedua tetuanya (Tsafaris *et al.* 2008, Budak 2002, Birchler *et al.* 2010, Alexander *et al.* 2009) atau salah satu tetua terbaiknya (Sharief *et al.* 2009) untuk karakter tertentu seperti pertumbuhan yang cepat dan hasil yang tinggi. Pemanfaatan heterosis pada beberapa tanaman pangan melalui pembentukan varietas hibrida menunjukkan hasil yang menguntungkan (Amanullah *et al.* 2011) terutama pada tanaman yang menyerbuk silang (Bairagi *et al.* 2002). Menurut Mayer (*dalam* Marama *et al.* 2009) heterosis banyak digunakan untuk meningkatkan hasil pertanian serta meningkatkan kemampuan adaptasi varietas hibrida. Data hasil panen jagung di US yang dikoleksi selama lebih dari

130 tahun menunjukkan keberhasilan pemanfaatan efek heterosis dalam perbaikan tanaman jagung. Hasil panen biji jagung jauh meningkat setelah para pemulia beralih dari penggunaan varietas bersari bebas ke varietas hibrida (Budak *et al.* 2002).

Fenomena heterosis dapat dikembangkan untuk meningkatkan hasil pertanian secara cepat, mudah, dan murah (Pal & Sikka *dalam* Turi *et al.* 2006). Menurut Gupta *et al.* (2010) fenomena heterosis telah diaplikasikan dengan sukses untuk perbaikan varietas tanaman. Pada tanaman mentimun, efek heterosis pertama kali diteliti oleh Hayes & Jones pada tahun 1961 pada karakter ukuran dan jumlah buah per tanaman (Olfati *et al.* 2012). Sampai saat ini pemanfaatan efek heterosis pada tanaman mentimun umumnya digunakan untuk peningkatan ukuran buah, jumlah buah, dan berat buah (Olfati *et al.* 2012).

Setiap varietas hibrida tidak selalu menghasilkan efek heterosis sesuai dengan yang diharapkan. Hibrida yang dapat direkomendasikan sebagai kandidat hibrida terbaik ialah hasil dari persilangan tetua yang memiliki nilai heterosis tinggi (Sujprihati *et al.* 2007) pada karakter tertentu. Ekspresi heterosis dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kesuburan tanah, dan ketinggian serta kemiringan lahan (Kallo 1988). Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi untuk mengidentifikasi kombinasi persilangan yang memiliki tingkat heterosis tinggi (Widyastuti & Satoto 2007). Menurut Fehr (*dalam* Sujprihati *et al.* 2007) pendugaan nilai heterosis dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu heterosis rerata tetua dan heterosis tetua tertinggi (heterobeltiosis). Heterobeltiosis merupakan suatu keadaan di mana penampilan rerata hibrida lebih tinggi dari tetua terbaiknya, sedangkan heterosis rerata tetua didefinisikan sebagai keadaan di mana rerata penampilan hibrida lebih baik daripada rerata kedua tetua pembentuknya (Marama *et al.* 2009).

Penelitian bertujuan mengevaluasi nilai heterosis dan heterobeltiosis beberapa kombinasi persilangan mentimun di dataran tinggi dan rendah. Hipotesis yang diajukan ialah terdapat minimal satu kombinasi persilangan yang memiliki efek heterosis dan heterobeltiosis negatif untuk karakter kegenjahan dan positif serta tinggi untuk karakter agronomi dan daya hasil di dataran tinggi maupun rendah.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli–Oktober 2012 di dua lokasi dengan altitud yang berbeda. Lokasi pertama ialah Kebun Percobaan Subang dengan altitud 100 m dpl. Lokasi kedua ialah Kebun Percobaan Margahayu dengan altitud 1.250 m dpl.

Bahan yang Digunakan

Materi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah lima galur mentimun koleksi plasma nutfah Balai Penelitian Tanaman Sayuran dan sepuluh F1 hasil persilangan setengah dialel.

Tabel 1. Nomor, nama, dan asal galur yang digunakan dalam penelitian (Number, name, and origin of line that used in research)

Genotype (Genotype)	Nama galur (Name of line)	Asal galur (Origin of line)
P1	LV 2908	Asal Filipina, koleksi plasma nutfah Balai Penelitian Tanaman Sayuran
P2	LV 2904	Introduksi dari Thailand, koleksi plasma nutfah Balai Penelitian Tanaman Sayuran
P3	LV 2902	Introduksi dari Thailand, koleksi plasma nutfah Balai Penelitian Tanaman Sayuran
P4	LV 1043	Asal Indonesia, koleksi plasma nutfah Balai Penelitian Tanaman Sayuran
P5	LV 6501	Asal Indonesia, koleksi plasma nutfah Balai Penelitian Tanaman Sayuran

Sarana produksi yang digunakan, yaitu pupuk majemuk NPK (16-16-16), pupuk organik cair, pupuk kandang, lanjaran bambu, mulsa plastik, insektisida, fungisida, dan bakterisida yang ditentukan kemudian sesuai dengan serangan yang terjadi. Alat yang digunakan, yaitu alat-alat pertanian umum seperti selang, *sprayer*, cangkul, alat ukur seperti penggaris, meteran, dan jangka sorong, alat pelabelan, kantong polen, buku lapangan, dan timbangan.

Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan di setiap lokasinya dan pengacakan dalam setiap ulangan dilakukan dengan cara undian. Setiap lokasi terdiri atas 15 satuan percobaan (10 hibrida dan lima galur pembentuknya) sehingga di setiap lokasi terdapat 45 satuan percobaan. Setiap perlakuan terdiri atas 20 tanaman. Jarak tanam yang digunakan ialah 50 cm x 60 cm. Jarak antarsatuan percobaan 50 cm dan jarak antarulangan 100 cm. Setiap ulangan membutuhkan lahan seluas 180 m² dan setiap lokasi membutuhkan lahan 540 m².

Pelaksanaan Penelitian

Bedengan yang digunakan berukuran 1,2 m x 5,5 m, dengan tinggi 40 cm. Pupuk dasar berupa pupuk

kandang sebanyak 20 t/ha dan dolomit 2 t/ha yang diberikan pada saat pembuatan bedengan.

Sebelum ditanam, benih mentimun disemai terlebih dahulu, dengan meletakkan 1–2 butir benih ke dalam bumbunan berdiameter 50 mm dan berisi media tanah yang dicampur dengan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1. Setelah berumur 5–7 hari di persemaian, benih kemudian ditanam di bedengan.

Pemberian pupuk susulan NPK dengan dosis 200 kg/ha diberikan secara bertahap sebanyak empat kali pada umur 7, 14, 28, dan 45 hari setelah tanam (HST). Pemupukan dilakukan dengan melarutkan 10 g NPK dalam 1 liter air, kemudian disiramkan ke lubang tanam dengan dosis 250 ml/tanaman. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan sesuai dengan jenis dan tingkat serangan. Dosis dan frekuensi penyemprotan dilakukan sesuai dengan rekomendasi yang terdapat dalam kemasan.

Peubah Pengamatan

Pengamatan pada tanaman dilakukan terhadap 10 tanaman sampel. Pengamatan pada buah dilakukan terhadap lima buah dari tiap tanaman sampel sejak panen kedua. Pengamatan dilakukan terhadap:

- Karakter yang menunjukkan kegenjahan (umur panen pertama), yaitu jumlah hari sejak pindah tanam hingga panen pertama.
- Karakter agronomi diukur pada saat panen terakhir, terdiri atas (1) tinggi tanaman (cm), diukur dari batas permukaan tanah hingga ujung ruas terakhir, (2) jumlah ruas per tanaman dihitung dari ruas pertama di atas bekas kotiledon hingga ruas terakhir, dan (3) jumlah cabang per tanaman.
- Karakter daya hasil terdiri atas (1) jumlah buah per tanaman, (2) berat buah per tanaman (g) dihitung sejak panen pertama hingga panen terakhir, (3) berat per buah (g) dihitung dengan cara membagi berat dengan jumlahnya dari semua buah yang berhasil dipanen dari setiap tanaman sampel, (4) panjang buah (cm), dan (5) diameter buah (cm) diukur dari lima buah tiap tanaman sampel

Analisis Data

Nilai heterosis diduga berdasarkan nilai rerata tetuanya (*mid-parent heterosis*) dan nilai heterobeltiosis berdasarkan nilai rerata tetua terbaiknya (*high parent*), yaitu sebagai berikut (Hallauer *et al.* 2010):

$$\text{Heterosis} = \frac{\mu F1 - MP}{MP} \times 100\%$$

$$\text{Heterobeltiosis} = \frac{\mu F1 - HP}{HP} \times 100\%$$

Keterangan:

$\mu F1$ = Nilai rerata hibrida

μMP = Nilai rerata kedua tetua (*Mid parent*)

$$\left(\frac{P1 + P2}{2} \right)$$

μHP = Nilai rerata tetua terbaik (*Hight parent*)

P1 = Nilai rerata tetua pertama

P2 = Nilai rerata tetua kedua

HASIL DAN PEMBAHASAN

Memasuki fase awal generatif, lebih dari 50% pertanaman mentimun di Lembang, mulai terserang penyakit *downey mildew* dengan gejala bercak kuning pada daun yang pada akhirnya mengakibatkan daun menjadi kering. Serangan penyakit dimulai dari daun yang paling dekat dengan tanah lalu menyebar ke daun yang lebih tinggi. Tingginya kelembaban udara Lembang yang berkisar antara 80% (kelembaban minimum) hingga 92% (kelembaban maksimum) diduga sebagai penyebab tingginya serangan penyakit *downey mildew*. Kelembaban udara di Subang relatif lebih rendah dari Lembang, yaitu berkisar antara 32% (kelembaban minimum) hingga 98% (kelembaban maksimum), hal ini mengakibatkan kondisi tanaman di Subang relatif lebih baik dan tidak menunjukkan adanya gejala serangan *downey mildew*. Tindakan pengendalian yang dilakukan untuk mengurangi serangan *downey mildew* adalah dengan memangkas semua daun bawah yang terserang lalu diikuti dengan melakukan penyemprotan fungisida berbahan aktif *metalaksil*. Pemangkasan daun dilakukan beberapa kali hingga tingkat serangan penyakit dapat ditekan. Frekuensi dan dosis penyemprotan dilakukan sesuai dengan rekomendasi yang terdapat pada kemasan fungisida.

Analisis Ragam

Hasil rekapitulasi analisis ragam gabungan dari dua lokasi (Tabel 2) menunjukkan bahwa kuadrat tengah semua genotipe yang diuji sangat berbeda nyata untuk semua karakter yang diamati. Hal ini menunjukkan terdapat keragaman genetik antarsemua genotipe yang terdiri atas kombinasi persilangan dan tetua pembentuknya (Amanullah *et al.* 2011, Gul *et al.* 2010, Bairagi *et al.* 2002). Menurut Prasath & Ponnuswami (2008) adanya perbedaan yang signifikan antarsemua genotipe yang diuji menunjukkan luasnya perbedaan genetik antara genotipe yang diuji.

Interaksi genotipe dengan lokasi nyata untuk karakter tinggi tanaman, jumlah ruas, jumlah cabang, berat per buah, panjang buah, dan diameter buah. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh lokasi terhadap penampilan karakter tersebut. Menurut Falconer &

Tabel 2. Rekapitulasi kuadrat tengah gabungan dua lokasi 10 kombinasi persilangan dan lima galur tetua mentimun (*Recapitulation of mean square across two locations ten cross combinations and five lines of cucumber*)

Karakter (Character)	Kuadrat tengah gabungan dua lokasi		
	Genotipe (Genotype)	Interaksi genotipe *lokasi (Genotype *location interaction)	KK (CV), %
Umur panen pertama (<i>First harvest</i>)	**	tn	5,01
Tinggi tanaman (<i>Plant height</i>)	**	*	14,06
Jumlah ruas (<i>Number of node</i>)	*	*	10,51
Jumlah cabang (<i>Number of branch</i>)	**	*	27,8
Panjang Buah (<i>Fruit length</i>)	**	**	5,21
Diameter Buah (<i>Fruit diameter</i>)	**	**	5,04
Jumlah buah per tanaman (<i>Fruit number per plant</i>)	**	tn	21,34
Berat buah per tanaman (<i>Fruit weight per plant</i>)	**	tn	23,91
Berat per buah (<i>Weight per plant</i>)	**	*	8,55

** = sangat nyata pada taraf α 5% (*highly significant at α 5%*), * = nyata pada taraf α 5% (*significant at α 5%*), tn= tidak nyata pada taraf α 5% (*not significant at α 5%*)

Mackay (1996) penampilan suatu tanaman merupakan hasil interaksi antara faktor genetik dengan lingkungan. Tanaman yang memiliki komposisi genetik yang berbeda memiliki penampilan yang berbeda pada lingkungan yang berbeda pula. Demikian halnya dengan efek heterosis, tinggi rendahnya dapat dipengaruhi oleh keragaman lingkungan (Hale *et al.* 2007, Jarwar *et al.* 2013). Menurut Jatoi *et al.* (2014) perbedaan kondisi lingkungan berpengaruh terhadap ekspresi heterosis dan heterobeltiosis pada tanaman gandum.

Interaksi genotipe dengan lingkungan merupakan sesuatu yang penting bila individu dari suatu populasi akan ditanam pada lingkungan yang berbeda. Pada program pemuliaan tanaman, interaksi genotipe \times lingkungan dapat digunakan untuk mengembangkan varietas unggul baru yang spesifik lingkungan atau beradaptasi luas. Jika interaksi genotipe \times lingkungan tinggi maka diperlukan pengembangan varietas yang spesifik lokasi, sebaliknya jika tidak ada interaksi genotipe dan lingkungan maka perlu pengembangan varietas yang beradaptasi luas.

Berdasarkan ada atau tidaknya interaksi genotipe dengan lokasi pada suatu karakter maka evaluasi efek heterosis dan heterobeltiosis dibedakan menjadi dua bagian. Pada bagian pertama, karakter yang memiliki interaksi genotipe dengan lokasi nyata maka evaluasi dilakukan berdasarkan lokasi. Pada bagian kedua, karakter yang interaksi genotipe dan lokasinya tidak nyata maka evaluasi dilakukan terhadap data gabungan dua lokasi.

Ekspresi Heterosis dan Heterobeltiosis pada Karakter Umur Panen, Jumlah Buah, dan Berat Buah Per Tanaman

Tujuan melakukan persilangan ialah untuk mendapatkan hibrida yang lebih baik dari kedua tetuanya. Adanya heterosis pada suatu persilangan

merupakan hal yang sangat diharapkan. Tabel 3 menyajikan nilai heterosis, heterobeltiosis hibrida mentimun pada karakter umur panen pertama, jumlah buah, dan berat buah per tanaman. Pada karakter umur panen, sembilan hibrida menunjukkan nilai heterosis dan heterobeltiosis negatif. Hibrida yang memiliki nilai heterosis dan heterobeltiosis tinggi untuk karakter umur panen pertama adalah yang memiliki nilai negatif, karena mengindikasikan bahwa genotipe tersebut lebih genjah daripada rerata kedua tetuanya atau dari salah satu tetua terbaiknya (Bairagi *et al.* 2002).

Nilai heterosis umur panen pertama berkisar antara -14,11% (P2 \times P5) hingga 3,61% (P3 \times P4), dan nilai heterobeltiosis berkisar antara -16,8% (P1 \times P4) hingga 1,25% (P3 \times P4). Empat hibrida yang memiliki nilai heterosis dan heterobeltiosis negatif adalah P1 \times P2, P2 \times P3, P2 \times P4, dan P2 \times P5. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa pada karakter umur panen, persilangan yang melibatkan galur P2 sebagai tetua menghasilkan nilai heterosis yang diharapkan. Oleh karena itu P2 dapat digunakan sebagai tetua dalam menghasilkan hibrida berumur genjah.

Pada karakter jumlah buah per tanaman, semua hibrida menghasilkan nilai heterosis dan heterobeltiosis positif. Hasil yang sama diperoleh oleh Pandey *et al.* (2005) pada tanaman mentimun hibrida. Hal ini berarti setiap hibrida menghasilkan jumlah buah lebih banyak dari pada rerata kedua tetua atau tetua terbaiknya. Oleh karena itu semua hibrida memiliki potensi daya hasil yang tinggi (Singh *et al.* 1999). Perbedaan genetik atau keragaman fenotipe pada karakter jumlah buah merupakan salah satu penyebab munculnya heterosis. Menurut Hayes & Jones (*dalam* Cramer & Wehner 1999) heterosis tidak ditemukan pada tanaman hasil persilangan bila menggunakan tetua yang memiliki ukuran buah dan tipe pertumbuhan yang sama. Oleh karena itu, dalam pembentukan hibrida dianjurkan

Tabel 3. Nilai heterosis (H_{mp}) dan heterobeltiosis (H_{hp}) hibrida mentimun gabungan dua lokasi pada karakter umur panen pertama, jumlah buah per tanaman, dan berat buah per tanaman (*Heterosis (h_{mp}) and heterobeltiosis (h_{hp}) value of cucumber hybrid across two locations in the character of the first harvest, number of fruits per plant, and fruit weight per plant*)

Hibrida (Hybrid)	Umur panen pertama (The first harvest)		Jumlah buah per tanaman (Number of fruits per plant)		Berat buah per tanaman (Fruit weight per plant)	
	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)
P1 x P2	-9,80	-12,60	76,93	32,28	78,19	21,90
P1 x P3	-3,80	-16,08	18,62	14,58	21,40	14,10
P1 x P4	-6,53	-16,80	28,01	6,34	25,05	-1,24
P1 x P5	-4,20	-6,94	44,81	16,24	59,21	6,35
P2 x P3	-7,02	-16,60	51,97	11,05	47,90	4,89
P2 x P4	-9,00	-16,64	61,10	40,87	57,95	29,14
P2 x P5	-14,11	-14,34	106,18	87,43	141,74	131,16
P3 x P4	3,61	1,25	60,73	29,89	35,58	12,45
P3 x P5	-4,86	-14,86	32,12	3,32	39,39	-3,69
P4 x P5	-4,31	-12,56	31,52	25,95	46,67	15,84

menggunakan tetua yang memiliki keragaman tinggi. Menurut Widyastuti & Satoto (2007) dan Kirana & Sofiari (2007) sulit mendapatkan persilangan dengan heterosis tinggi bila keragaman genetik tetua sempit.

Pada karakter jumlah buah per tanaman, nilai heterosis berkisar antara 18,62% (P1×P3) hingga 106,18% (P2×P5). Nilai heterobeltiosis berkisar antara 3,32% (P3×P5) hingga 87,43% (P2×P5). Nilai heterosis dan heterobeltiosis tertinggi ditunjukkan oleh kombinasi persilangan P2×P5. Kombinasi persilangan P2×P5 memiliki potensi menjadi hibrida komersial yang memiliki kemampuan menghasilkan jumlah buah tinggi. Menurut Singh & Jain dalam Arif *et al.* (2012) dan Gul *et al.* (2010) perbedaan genetik yang besar di antara tetua merupakan salah satu faktor yang menentukan ekspresi heterosis. Tingginya tingkat keragaman antara tetua pembentuknya mengakibatkan tingginya nilai heterosis persilangan tersebut.

Sebagaimana pada karakter jumlah buah, nilai heterosis dan heterobeltiosis tertinggi pada karakter berat buah per tanaman dihasilkan oleh persilangan P2×P5 (berturut turut 141,74% dan 131,16%) dan diikuti oleh persilangan P1×P2 dan P2×P4. Nilai heterosis berkisar antara 21,40% hingga 141,74% dan nilai heterobeltiosis berkisar antara -3,69 hingga 131,16. Berdasarkan hasil tersebut kombinasi persilangan P2×P5 memiliki potensi untuk menjadi hibrida berdaya hasil tinggi.

Ekspresi Heterosis dan Heterobeltiosis Beberapa Karakter Mentimun pada Lokasi yang Berbeda

Pada karakter tinggi tanaman sebagaimana disajikan pada Tabel 4, terlihat bahwa setiap persilangan menunjukkan efek heterosis bervariasi di lokasi yang

berbeda. Namun, hibrida P2×P5 tetap menghasilkan nilai heterosis dan heterobeltiosis tinggi di dua lokasi. Hibrida P3×P4 menghasilkan nilai heterosis dan heterobeltiosis tinggi di dataran rendah Subang. Hibrida P1×P2 menghasilkan nilai heterosis dan heterobeltiosis tinggi di dataran tinggi Margahayu. Hal ini menunjukkan bahwa ekspresi heterosis untuk karakter tinggi tanaman dipengaruhi oleh lingkungan. Menurut Satoto *et al.* (2007) faktor lingkungan tumbuh yang berbeda dapat mengakibatkan ekspresi heterosis berubah-ubah. Hal ini diduga disebabkan karena faktor lingkungan yang kurang seragam dan sifat genetik dari tanaman itu sendiri.

Tanaman mentimun yang lebih tinggi diharapkan menghasilkan ruas lebih banyak dan dari setiap ruas diharapkan menghasilkan buah. Oleh karena itu hibrida yang memiliki nilai heterosis dan heterobeltiosis tinggi untuk karakter tinggi tanaman diharapkan memiliki potensi produksi tinggi pula. Menurut Bairagi *et al.* (2002) karakter tinggi tanaman berkorelasi positif dengan peningkatan jumlah buah dan hasil pada tanaman mentimun. Berdasarkan Tabel 3, kombinasi persilangan P2×P5 berpotensi menghasilkan tanaman dengan karakter tinggi tanaman yang superior di dataran tinggi maupun di dataran rendah, sedangkan hibrida P3×P4 hanya di dataran rendah.

Pada karakter jumlah ruas, efek heterosis dipengaruhi oleh lokasi. Hibrida yang menunjukkan efek heterosis dan heterobeltiosis tinggi di satu lokasi tidak menunjukkan hal sama dengan lokasi lainnya. Di Margahayu, empat hibrida menghasilkan heterosis positif tinggi, tetapi hanya tiga hibrida menghasilkan heterosis dan heterobeltiosis positif tinggi, yaitu P1×P2, P2×P5, dan P4×P5. Di Subang, dari lima hibrida dengan

Tabel 4. Nilai heterosis (H_{MP}) dan heterobeltiosis (H_{HP}) hibrida mentimun di dua lokasi pada karakter tinggi tanaman dan jumlah ruas (*Heterosis (H_{MP}) and heterobeltiosis (H_{HP}) value of cucumbers hybrid in two locations in character plant height and number of nodes*)

Hibrida (Hybrid)	Tinggi tanaman (Plant height)				Jumlah ruas (Number of nodes)			
	Margahayu		Subang		Margahayu		Subang	
	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)
P1 x P2	47,79	20,26	6,77	-11,66	30,43	6,32	2,35	-10,70
P1 x P3	17,23	14,64	11,49	0,11	-10,95	-16,57	3,47	3,22
P1 x P4	37,11	21,74	40,27	6,40	10,91	-6,18	34,13	4,10
P1 x P5	34,92	10,08	19,41	-3,16	6,57	-10,30	-0,55	-9,70
P2 x P3	31,22	4,96	28,72	17,31	24,85	-3,19	14,43	-0,37
P2 x P4	-14,55	-22,72	53,76	37,61	-10,65	-14,63	21,19	5,51
P2 x P5	43,68	43,20	55,57	51,68	28,20	23,23	20,32	15,09
P3 x P4	10,48	-3,80	70,22	40,41	10,72	-11,16	49,52	15,84
P3 x P5	27,92	2,58	48,61	32,38	2,82	-17,89	13,80	3,09
P4 x P5	14,03	3,45	42,58	30,56	15,34	14,63	24,73	4,57

nilai heterosis positif dan tinggi hanya dua hibrida yang menghasilkan nilai heterosis dan heterobeltiosis positif dan tinggi, yaitu P2×P5 dan P3×P4. Sama seperti pada karakter tinggi tanaman, meskipun efek heterosis dan heterobeltiosis dipengaruhi lingkungan tetapi hibrida P2×P5 menghasilkan heterosis dan heterobeltiosis tinggi di kedua tempat pengujian.

Pada Tabel 4 dan Tabel 5, beberapa hibrida menghasilkan heterosis dan heterobeltiosis positif di satu tempat dan menghasilkan nilai negatif di tempat lainnya. Perbedaan ekspresi heterosis dapat terjadi karena pengaruh lingkungan dan genetik dari hibrida serta tetua pembentuknya. Heterosis akan bernilai negatif bila salah satu tetua atau nilai rerata kedua tetua lebih baik daripada rerata hibridanya dan sebaliknya bila penampilan hibrida lebih baik dari salah satu tetua atau rerata tetuanya maka ekspresi hibrida tersebut akan bernilai positif.

Tabel 5 menyajikan nilai heterosis dan heterobeltiosis hibrida mentimun pada karakter jumlah cabang dan berat per buah. Menurut Bairagi *et al.* (2002) tanaman mentimun yang memiliki kemampuan menghasilkan cabang lebih banyak memiliki potensi untuk menghasilkan buah yang lebih banyak pula. Menurut Ghaderi & Lower (1978 dalam Cramer & Wehner 1999) mentimun hibrida yang memiliki jumlah cabang lebih banyak daripada tetuanya akan menghasilkan fotosintat lebih banyak sehingga potensi hasil menjadi lebih tinggi. Oleh karena itu karakter banyak cabang pada tanaman mentimun sangat diminati.

Pada karakter jumlah cabang, nilai heterosis dua hibrida di Margahayu melebihi 100%. Hanya ada dua hibrida yang memiliki heterosis negatif dan tiga

hibrida memiliki heterobeltiosis negatif. Dua hibrida di Margahayu memiliki nilai heterosis dan heterobeltiosis tinggi, yaitu P1×P2 dan P2×P5. Nilai heterosis tertinggi di Subang dihasilkan oleh P3×P4 dan diikuti oleh P2×P4, sedangkan heterobeltiosis tertinggi dihasilkan oleh P2×P5 dan diikuti oleh P3×P4. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa hibrida tersebut menghasilkan efek heterosis dan heterobeltiosis yang berbeda pada lokasi yang berbeda sehingga pengaruh lokasi harus dipertimbangkan dalam memilih hibrida untuk karakter tersebut.

Karakter berat per buah sangat berhubungan dengan hasil pada tanaman mentimun (Bairagi *et al.* 2002). Namun, pada umumnya tiap genotipe tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok, karena pada saat panen biasanya petani memanen buah pada ukuran yang hampir mirip sehingga berat antargenotipe hampir sama. Pada karakter berat per buah, tujuh hibrida di Margahayu menghasilkan nilai heterosis positif dan nilai heterosis berkisar antara -14,47% hingga 12,72%. Heterobeltiosis semua bernilai negatif (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa buah yang dihasilkan memiliki berat lebih kecil dari salah satu tetuanya. Di lokasi Subang, enam hibrida bernilai heterosis positif dan hanya dua di antaranya bernilai heterobeltiosis positif, yaitu P2×P3 dan P2×P5. Namun, hibrida yang menghasilkan heterosis tinggi dan heterobeltiosis positif hanya P2×P5.

Ukuran buah ditunjukkan oleh panjang dan diameter buah, merupakan karakter yang sangat penting karena berpengaruh terhadap preferensi pasar atau konsumen (Bairagi *et al.* 2002). Di beberapa daerah bentuk buah silinder dan panjang cukup diminati dan heterosis positif pada karakter panjang buah dan diameter buah juga sangat dikehendaki (Pandey *et al.* 2005).

Tabel 5. Nilai heterosis (H_{MP}) dan heterobeltiosis (H_{HP}) hibrida mentimun di dua lokasi pada karakter jumlah cabang dan berat per buah (*Heterosis (H_{MP}) and heterobeltiosis (H_{HP}) value of cucumbers hybrid in two locations in character number of branches and weight per fruit*)

Hibrida (Hybrid)	Jumlah cabang (Number of Branches)				Berat per buah (Weight per fruit)			
	Margahayu		Subang		Margahayu		Subang	
	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)
P1 x P2	155,37	95,35	40,08	20,26	10,75	-5,87	-2,61	-12,93
P1 x P3	86,84	65,12	-6,38	-28,10	4,13	-7,16	-2,76	-11,94
P1 x P4	95,75	54,65	40,63	-11,76	7,77	-3,06	-11,37	-14,25
P1 x P5	71,73	59,30	59,20	30,07	9,14	-15,98	29,54	-2,47
P2 x P3	7,16	-9,43	-12,37	-23,44	-0,65	-5,92	2,26	0,80
P2 x P4	-37,15	-39,87	61,38	9,38	-2,63	-8,67	0,22	-7,64
P2 x P5	106,50	67,22	54,80	45,83	10,03	-2,57	22,32	0,42
P3 x P4	82,93	60,61	80,17	32,93	-14,47	-15,32	-13,91	-19,60
P3 x P5	14,65	8,76	16,20	7,22	10,76	-6,45	13,74	-7,67
P4 x P5	-10,35	-24,77	55,88	9,28	12,72	-5,57	9,33	-15,76

Tabel 6. Nilai heterosis (H_{MP}) dan heterobeltiosis (H_{HP}) hibrida mentimun di dua lokasi pada karakter panjang buah dan diameter buah (*Heterosis (H_{MP}) and heterobeltiosis (H_{HP}) value of cucumbers hybrid in two locations in character fruit length and fruit diameter*)

Hibrida (Hybrid)	Panjang buah (Fruit length)				Diameter buah (Fruit diameter)			
	Margahayu		Subang		Margahayu		Subang	
	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)	H_{MP} (%)	H_{HP} (%)
P1 x P2	-1,22	-23,67	-7,95	-26,94	-0,48	-7,18	-3,81	-9,49
P1 x P3	3,45	-18,10	-2,03	-20,97	-1,14	-5,92	-3,74	-10,43
P1 x P4	4,61	-11,83	-6,02	-18,86	-1,23	-4,39	-5,78	-10,90
P1 x P5	2,09	-23,59	0,66	-27,50	0,16	-5,35	5,57	2,99
P2 x P3	3,98	0,60	3,42	1,24	-4,57	-6,58	1,23	0,04
P2 x P4	-2,90	-12,84	5,86	-4,28	2,31	-1,56	0,17	-0,38
P2 x P5	2,35	-2,20	9,15	-4,50	-3,75	-5,08	7,36	3,44
P3 x P4	-16,59	-22,82	-16,07	-22,62	2,30	0,51	2,05	0,32
P3 x P5	2,72	-4,88	8,19	-7,05	0,15	-0,59	3,20	-1,68
P4 x P5	10,81	-4,43	4,96	-15,71	-1,67	-4,09	-3,19	-6,23

Pada karakter panjang buah (Tabel 6), nilai heterosis di Margahayu berkisar antara -16,34% (P3×P4) hingga 10,81% (P4×P5) dan tujuh kombinasi persilangan bernilai heterosis positif, sedangkan di Subang nilai heterosis berkisar antara -16,07% (P3×P4) hingga 9,15% (P2×P5) dan enam kombinasi persilangan bernilai heterosis positif. Berdasarkan nilai heterobeltiosis tinggi di Margahayu maupun Subang hanya satu kombinasi persilangan yang menghasilkan nilai positif, yaitu hibrida P2×P3.

Pada karakter diameter buah nilai heterosis dan heterobeltiosis beberapa persilangan di Subang lebih tinggi daripada di Margahayu. Di Margahayu, nilai heterosis tertinggi hanya mencapai 2,31% dihasilkan oleh persilangan P2×P4 dan heterobeltiosis hanya mencapai

0,51% dihasilkan oleh P3×P4. Di Subang heterosis dan heterobeltiosis tertinggi dihasilkan oleh persilangan P2×P5 berturut-turut dengan nilai 7,36% dan 3,44%. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh pengaruh lokasi terhadap efek heterosis yang dihasilkan. Hal serupa ditemukan oleh Hale *et al.* (2007), bahwa pengaruh lingkungan terhadap nilai heterosis juga ditemukan pada beberapa karakter brokoli.

Berdasarkan nilai heterosis pada beberapa karakter tanaman di dataran tinggi maupun rendah dari hasil persilangan P2×P5 mendapatkan nilai sesuai harapan sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai varietas hibrida yang dapat beradaptasi di dataran tinggi dan rendah. Persilangan P1×P2 menghasilkan nilai heterosis dan heterobeltiosis sesuai harapan pada beberapa karakter di dataran tinggi maka dapat

dikembangkan sebagai hibrida potensial di dataran tinggi. Hibrida P3×P4 menghasilkan heterosis dan heterobeltiosis yang diharapkan pada beberapa karakter di dataran rendah maka dapat dikembangkan sebagai hibrida potensial di dataran rendah. Berdasarkan beberapa hasil di atas terlihat bahwa persilangan yang melibatkan P2 baik sebagai tetua jantan maupun betina memiliki potensi untuk menghasilkan hibrida dengan efek heterosis dan heterobeltiosis sesuai harapan pada karakter kegenjahan maupun karakter hasil.

KESIMPULAN DAN SARAN

Persilangan yang menghasilkan nilai heterosis dan heterobeltiosis terbaik untuk karakter umur genjah dan daya hasil di dataran tinggi maupun rendah ialah P2×P5. Persilangan yang menghasilkan nilai heterosis dan heterobeltiosis tinggi untuk karakter umur panen, jumlah ruas dan jumlah cabang di dataran tinggi adalah P1×P2. Persilangan yang menghasilkan nilai heterosis dan heterobeltiosis terbaik untuk karakter tinggi tanaman, jumlah ruas dan jumlah cabang di dataran rendah ialah P3×P4. Persilangan dengan menggunakan P2 sebagai tetua dapat menghasilkan hibrida dengan nilai heterosis baik untuk karakter umur genjah dan daya hasil tinggi baik di dataran tinggi maupun rendah.

Melalui penelitian ini dihasilkan beberapa persilangan yang berpotensi sebagai varietas hibrida.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, T, Stephanie, M & Stefan, S 2009, 'Heterosis in plants: Manifestation in early seed development and prediction approaches to assist hybrid breeding', *Chinese Sci. Bull.*, no. 54, pp. 2363-75.
- Amanullah, Jehan, S, Mansoor, M & Anwar, MK 2011, 'Heterosis studies in diallel crosses of maize', *Sarhad J. Agric.*, vol. 27, no. 2, pp. 207-11.
- Arif, AB, Sujiprihati, S & Syukur, M 2012, 'Pendugaan heterosis dan heterobeltiosis pada enam genotip cabai menggunakan analisis silang dialel penuh', *J. Hort.*, vol. 22, no. 2, pp. 103-10.
- Bairagi, SK, Singh, DK & Hariharam 2002, 'Studies on heterosis for yield attributes in cucumber (*Cucumis sativus* L.)', *Veg. Sci.*, vol. 29, no.1, pp. 75-7.
- Birchler, JA, Yao, H, Chudalayandi, S, Vaiman, D & Veitia, RA 2010, 'Heterosis', *The Plant Cell.*, vol. 22, pp. 2105 - 12.
- Budak, H, 2002, 'Understanding of heterosis', *Ksu. J. Science and Engineering*, vol. 5, no. 2, pp. 68-75.
- Cramer, CS & Wehner, TC 1999, 'Little heterosis for yield and yield components in hybrids of six cucumber inbreds', *Euphytica*, no. 110, pp. 99-108.
- Falconer, DS & Mackay, TFC 1996, 'Introduction to Quantitative Genetics', Fourth edition, Longman Group Ltd. Edinburgh Gate, Harlow, England pp. 464.
- Gupta, P, Chaudhary, HB & Lal, SK 2010, 'Heterosis and combining ability analysis for yield and its components in indian mustard (*Brassica juncea* L. Czern & Coss)', *Front. Agric. China*, vol. 4, no. 3, pp. 299-307.
- Hale, AL, Farnham, MW, Nzaramba, MN & Kimbeng, CA 2007, 'Heterosis for horticultural traits in broccoli', *Theor Appl. Genet.*, no.115, pp. 351-60.
- Hallauer, AR, Marcelo, JC & Miranda, JB 2010, *Quantitative genetics in maize breeding*, Springer Science and Business Media, 663 pp.
- Jarwar, AD, Dela Cruz, QD & Junejo, GS 2013, 'Heterosis of some yield and its related characters in aromatic rice (*Oryza sativa* L.) varieties and their F1 hybrids under lowland and upland environments', *Pak. J. Agri., Agril. Engg. Vet. Sci.*, vol. 29, no. 1, pp. 13-23.
- Jatoi, WA, Baloch, MJ, Khan, NU, Munir, M, Khakwani, A A, Vessar, N F, Panhwar, SA & Gul, S 2014, 'Heterosis for yield and physiological traits in wheat under water stress conditions', *J. Anim. Plant Sci.*, vol. 24, no. 1, pp. 252-61.
- Kaloo, DR 1988, *Vegetable breeding volume I*, CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, 239 pp.
- Kementerian Pertanian 2016, *Produktivitas sayuran di Indonesia 2010-2014*, diunduh 8 Maret 2016, <<http://www.pertanian.go.id/ATAP2014-HORTI-pdf/300-ProdvtvSayuran.pdf>>.
- Keputusan Menteri Pertanian 2015, *Deskripsi varietas mentimun GS 34*, Nomor: 054/Kpts/SR.120/D.2.7/5/2015.
- Kirana, R & Sofiari, E 2007, 'Heterosis dan heterobeltiosis pada persilangan 5 genotip cabai dengan metode dialil', *J. Hort.*, vol. 17, no. 2, pp. 111-7.
- Marama, F, Dessalegne, L, Fininsa, C & Sigvald, R 2009, 'Heterosis and heritability in crosses among Asian and Ethiopian parents of hot pepper genotype', *Euphytica*, no.168, pp. 235-47.
- Olfati, JA, Samizadeh, H, Peyvast, GA, Rabieli, B & Khodaparast, SA 2012, 'Relationship between genetic distance and heterosis in cucumber', *International Journal of Plant Breeding*, vol. 6, no.1, pp. 21-6.
- Pandey, S, Singh, B, Singh, M & Rai, M 2005, 'Heterosis in cucumber (*Cucumis sativus* L.)', *Veg. Sci.*, vol. 32, no. 2, pp. 143-5.
- Prasath, D & Ponnuswami, V 2008, 'Heterosis and combining ability for morphological, yield, and quality characters in paprika type chilli hybrids', *Indian J. Hort.*, vol. 65, no. 4, pp. 441-5.
- Satoto, Sutaryo, B & Utomo, STW 2007, 'Eksresi heterosis sejumlah padi hibrida pada berbagai lingkungan tumbuh', *Apresiasi Hasil Penelitian Padi*, pp. 663-73.
- Sharief, AE, El-Kalla, SE, Gado, HE & Abo-Yousef, HAE 2009, 'Heterosis in yellow maize', *Australian J. of Crop Science*, vol. 3, no. 3, pp.146-54.
- Singh, AK, Gautam, NC & Singh RD, 1999, 'Heterosis in cucumber (*Cucumis sativus* L.)', *Veg. Sci.*, vol. 26, no. 2, pp.126-8.
- Sujiprihati, S, Yuniarti, R, Syukur, M & Undang 2007, 'Pendugaan nilai heterosis dan daya gabung beberapa komponen hasil pada persilangan dialel penuh enam genotipe cabai (*Capsicum annum* L.)', *Bul. Agron.*, vol. 35, no. 1, pp. 28-35.
- Sumpena, U & Bakrie, AH 2010, 'Daya hasil galur-galur F1 hibrida mentimun (*Cucumis sativus* L.) di Bandung, Blitar, Bogor, Garut, dan Subang', *Jurnal Agrotropika*, vol. 15, no. 2, pp. 60-7.
- Tsaftaris, AS, Polidoros, AN, Kapazoglou, A, Tani, E & Kovac`evic', NM 2008, 'Epigenetics and plant breeding'. in Goldman, IL, Michler, CH, Ortiz, R, *Plant Breeding Reviews*, vol. 30, John Wiley and Son, Inc. Hoboken, New Jersey, 488 pp.
- Turi, NA, Raziuddin, Shah, SS & Ali, S 2006, 'Estimation of heterosis for some important traits in mustard (*Brassica juncea* L.)', *Journal of Agricultural and Biological Science*, vol. 1, no. 4, pp. 6-10.
- Widyastuti & Satoto 2007, 'Evaluasi heterosis tahap awal', *Apresiasi Hasil Pertanian Padi*, pp. 687-96.