

# KAJIAN GENETIK PADA HIBRIDA HASIL PERSILANGAN ANTAR SPESIES PADA GENUS CUCUMIS

Karwati Zawani; Idris; dan Lestari Ujianto

Fakultas Pertanian Universitas Mataram

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk ; (1) Mendapatkan informasi genetik yang komprehensif pada hibrida hasil hibridisasi antar spesies terutama pola dan mekanisme pewarisan sifat baik sifat kualitatif maupun kuantitatif pada hibrida, tingkat viabilitas dan sterilitas, inkompatibilitas, heritabilitas, letak dan jumlah gen pengendali, korelasi genotipik, ada tidaknya pengaruh tetua betina, dan peran gen; (2) Mendapatkan galur-galur labu-labuan yang aroma dan rasanya enak, berdaya hasil tinggi, umur genjah, dan toleran kekeringan; (3) Sebagai informasi awal bagi pemulia tanaman labu-labuan terutama genus *Cucumis* apabila ingin merakit varietas unggul baru.

Penelitian meliputi tiga tahap kegiatan yaitu: 1). hibridisasi antar varietas unggul melon, varietas unggul mentimun, varietas lokal blewah. Hibridisasi dilakukan menggunakan model dialel lengkap yaitu menyilangkan antar semua kombinasi tetua yang memungkinkan termasuk resiproknya; 2). Evaluasi viabilitas dan sterilitas dan upaya mengatasi hambatan persilangan antar spesies, 3). perbanyak dan evaluasi benih hasil hibridisasi (F1) baik sifat kualitatif maupun kuantitatifnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, (1) Persilangan antar spesies melon, blewah dan mentimun berhasil dilakukan dengan tingkat keberhasilan yang beragam. Daya silang tertinggi dicapai oleh M2 x B1 dan M3 x B3 yaitu sebesar 78,6 %. (2) Tidak semua benih keturunan hasil persilangan dapat tumbuh (viable) dan berkembang menjadi tanaman yang menghasilkan buah. (3) Karakteristik keturunan hasil persilangan umumnya berada diantara karakteristik kedua tetuanya. Terdapat beberapa keturunan yang berbeda karakteristiknya dibanding tetuanya. (4) Bobot buah memiliki nilai koefisien keragaman genetik dan nilai duga heritabilitas yang tinggi. (5) Secara genotip maupun fenotip, bobot buah secara positif nyata terkait dengan diameter dan panjang buah. Perbaikan buah dapat dilakukan melalui perbaikan ukuran buah. Ukuran buah yaitu panjang dan diameter buah dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi tidak langsung untuk perbaikan hasil tanaman kelompok Cucumis.

-----  
-----  
Kata kunci : melon, blewah, timun, heritabilitas, korelasi genotipik

*GENETIC STUDY ON HYBRIDS RESULTED OF AN INTERSPECIFIC  
HYBRIDIZATION ON CUCUMIS GENUS*

Karwati Zawani; Idris; and Lestari Ujjianto  
Faculty of Agriculture, University of Mataram

*ABSTRACT*

*The objectives of this research were to ; (1) Getting genetic information comprehensively on the hybrid result of interspecific hybridization especially patterns and mechanisms of inheritance both the qualitative and quantitative characters, the level of viability and sterility, incompatibility, heritability, the location and number of genes, the genotypic correlation, maternal effect, and the role of genes; (2) Getting lines of pumpkin groups that are good tastes and fragrant, high yield, early maturity and drought tolerant; (3) As a preliminary information for plant breeders Cucumis genus especially if the breeder want to assemble new superior varieties.*

*The study includes three phases of activity, namely: 1). hybridization among melon, cucumber, and local varieties of cantaloupe. Hybridization was performed using a complete diallel models, crossing between all possible parents combination; 2). Evaluation of the viability and sterility and overcoming obstacles crosses between species, 3). Multiplication and evaluation of seeds the result of hybridization (F1) both qualitative and quantitative characters.*

*The results of this research indicated that: (1) Interspecific hybridization among melon, cantaloupe and cucumber was successfully done with different success level. The highest cross ability was on hybrids resulted by crossing between M2 x M3 x B1 and B3 in the amount of 78.6%. (2) Not all the offspring of hybrid seeds can grow (viable) and develop into plants that produce fruit. (3) The characteristics of the offspring is generally between the characteristics of the two parents. There are several hybrids having different characteristics than the parent. (4) The fruit weight has a high genetic variant coefficient and heritabilitas. (5) Both genotype and phenotype, fruit weight is positively correlated with the diameter and length of the fruit. Improvement of fruit yield can be done through*

*improvement of fruit diameter and length. The length and diameter of the fruit can be used as criteria of indirect selection for yield improvement of Cucumis genus.*

*Keywords: melon, cucumber, cantaloupe, heritability, genetic correlation*

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Genus *Cucumis* merupakan anggota famili *Cucurbitaceae* yang memiliki nilai ekonomi dan prospek yang baik untuk dikembangkan. Beberapa kelompok buah-buahan genus *Cucumis* yang sudah banyak dikembangkan antara lain melon, mentimun, dan blewah. Sebagai tanaman yang sudah lama beradaptasi dengan agroklimat Indonesia, blewah merupakan potensi genetik tinggi bagi pemuliaan melon di Indonesia, akan tetapi keragaman blewah tersebut belum bisa dimanfaatkan secara maksimal (Sumpena, *et. al.*, 1990). Disamping itu masih banyak varietas lokal pada genus *Cucumis* yang memiliki keunggulan-keunggulan seperti toleran terhadap kekeringan dan rasanya disukai oleh masyarakat setempat, sehingga sangat cocok untuk dijadikan sebagai bahan perakitan varietas unggul baru pada genus *Cucumis*.

Melon (*Cucumis melo* L.) dan mentimun (*Cucumis sativus* L.) merupakan komoditas buah-buahan semusim yang mempunyai nilai ekonomi dan prospek yang menjanjikan, baik dalam pemasaran buahnya maupun benihnya. Melon mengandung zat adenosin, yaitu zat antikoagulan yang berfungsi menghentikan penggumpalan keping sel darah. Penelitian lain menyebutkan bahwa kandungan zat karotenoid pada melon cukup tinggi sehingga dapat mencegah kanker, terutama kanker paru-paru (Rivai, 1995). Pada tahun 2007, produksi melon mencapai 59 653 ton dengan produktivitas rata-rata sebesar 16.50 ton/ha. Dengan nilai tersebut melon menduduki urutan ketujuh dalam ekspor buah-buahan. Meskipun produksi buah melon cukup tinggi, produksi benih melon di dalam negeri masih rendah. Pada tahun 2007 dari total pemasukan benih melon sebesar 3.5 ton, benih melon yang diproduksi dalam negeri hanya sebesar 0.1 ton sedangkan sisanya masih diimpor dari luar negeri (Sobir, dkk. 2005). Hal inilah yang menyebabkan harga benih melon sangat mahal. Namun, jika dilihat dari sudut pandang lain, hal ini justru akan menjadi sebuah peluang bisnis benih yang sangat menguntungkan. Dalam rangka memperoleh melon hibrida dengan kualitas yang baik, diperlukan aktivitas pemuliaan tanaman untuk merakit varietas melon unggul baru.

Mentimun (*Cucumis sativus* L.) merupakan salah satu jenis sayuran dari keluarga labu-labuan (Cucurbitaceae) yang berasal dari daerah India. Di Indonesia, prospek budidaya tanaman mentimun sangat baik karena mentimun banyak digemari oleh masyarakat. Umumnya mentimun dikonsumsi dalam bentuk olahan segar seperti acar, asinan, salad dan lalap. Selain untuk tujuan konsumsi mentimun juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan kosmetik dan pengobatan (Susin dan Álvarez, 1997. Nilai gizi mentimun cukup baik karena sayuran buah ini merupakan sumber mineral dan vitamin (Sumpena, 2008). Selain spesies melon dan mentimun, masih banyak spesies dalam genus *Cucumis* tetapi belum banyak dibudidayakan, yang berupa varietas liar ataupun varietas lokal yang sangat berguna dalam perakitan varietas unggul baru. Karena antara varietas unggul dan varietas lokal yang ada tidak selalu spesiesnya sama, maka untuk menggabungkan keunggulan karakter dari kedua tetua perlu dilakukan persilangan antar spesies.

Persilangan antar spesies pada tanaman mempunyai beberapa tujuan yaitu: 1. untuk memperbaiki suatu spesies dengan cara memindahkan satu atau beberapa sifat dari spesies lain, 2. untuk menambah keragaman genetik atau untuk menimbulkan keragaman baru sehingga memperbesar keragaman di alam atau koleksi yang sudah ada serta memperbanyak materi pemuliaan, 3. untuk mendapatkan ekspresi karakter baru yang tidak nampak pada kedua spesies, 4. untuk mendapatkan keturunan yang steril (Chen, et al, 1982; Choudary, et al., 2000). Tujuan lain untuk persilangan antar spesies adalah sebagai kajian akademik dan penelitian, dijadikan obyek studi yang sangat menarik dan tidak harus menghasilkan sesuatu yang menguntungkan. Pemulia tidak perlu merasa bersalah jika didapatkan hasil tidak seperti diharapkan, karena hal ini justru merupakan bagian dari kemajuan ilmu pengetahuan untuk mengkaji lebih jauh mengapa terjadi demikian (Gomathinayagam et al., 1998; Hadley dan Openshaw, 1980).

Persilangan antar spesies pada genus *Cucumis* akan banyak mengalami hambatan seperti pada persilangan antar spesies pada genus lainnya. Persilangan antar spesies seringkali menghadapi hambatan terutama inkompatibilitas, viabilitas benih yang rendah, dan sterilitas (Beharav dan Cohen, 1995)..

Penelitian ini bertujuan untuk ; (1) Mendapatkan informasi genetik yang komprehensif pada hibrida hasil hibridisasi antar spesies terutama pola dan mekanisme pewarisan sifat baik sifat kualitatif maupun kuantitatif pada hibrida, tingkat viabilitas dan

sterilitas, inkompatibilitas, heritabilitas, letak dan jumlah gen pengendali, korelasi genotipik, ada tidaknya pengaruh tetua betina, dan peran gen; (2) Mendapatkan galur-galur labu-labuan yang aroma dan rasanya enak, berdaya hasil tinggi, umur genjah, dan toleran kekeringan; (3) Sebagai informasi awal bagi pemulia tanaman labu-labuan terutama genus *Cucumis* apabila ingin merakit varietas unggul baru.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian meliputi tiga tahap kegiatan yaitu: 1). hibridisasi antar varietas unggul melon, varietas unggul mentimun, varietas lokal blewah. Hibridisasi dilakukan menggunakan model dialel lengkap yaitu menyilangkan antar semua kombinasi tetua yang memungkinkan termasuk resiproknya; 2). Evaluasi viabilitas dan sterilitas dan upaya mengatasi hambatan persilangan antar spesies, 3). perbanyak dan evaluasi benih hasil hibridisasi (F1) baik sifat kualitatif maupun kuantitatifnya.

**Tahap pertama : penanaman 3 varietas melon, 3 varietas mentimun, 3 genotip blewah sebagai bahan untuk hibridisasi. Penanaman dilakukan dalam empat periode dengan selisih waktu lima hari. Setiap genotip ditanam dalam 10 pot untuk tiap periode, sehingga total tanaman (pot) yaitu 360 pot. Setiap genotip ditanam dalam waktu yang tidak bersamaan agar didapatkan periode pembungaan yang sama, varietas yang waktu berbunganya panjang ditanam lebih awal dari yang berbunganya lebih pendek.**

Kegiatan hibridisasi dilakukan setelah tanaman berbunga, yang diawali dengan kegiatan emaskulasi yaitu menutup bunga yang dijadikan sebagai tetua betina. Pada besok pagi harinya dilakukan polinasi yaitu dengan mengoleskan tepung sari dari tetua jantan pada kepala putik bunga betina., dan selanjutnya ditutup kembali serta diberi label.

Sistem persarian atau persilangan yang digunakan adalah Metode Dialel I dari Griffing yaitu saling menyilangkan tetua yang digunakan sehingga diperoleh keturunan pertama (F1) dan resiproknya. Metode ini digunakan untuk menggabungkan perbedaan sifat dari tetuanya, menguji daya gabung umum, daya gabung khusus, menentukan ada tidaknya pengaruh tetua betina (maternal effects), dan menentukan ada tidaknya heterosis (vigor hibrid). Kegiatan persarian dilakukan pada pagi hari antara jam 06.00 – 08.00 Wita. Benih yang diperoleh dari hibridisasi ini disebut benih F1.

### **Tahap kedua: Evaluasi viabilitas dan sterilitas**

Evaluasi viabilitas dan sterilitas benih hasil persilangan F1 dilakukan dengan melakukan uji kecambah dan dilanjutkan dengan penanaman di dua tempat yaitu di kebun koleksi Fakultas Pertanian Universitas Mataram dan sekaligus untuk evaluasi hasil hibridisasi. Penanaman dilakukan di pot seperti pada penanaman pertama dan penanaman lainnya dilakukan di lahan Petani di Desa Peresak Kecamatan Narmada.

### Tahap 3. Perbanyakan dan Evaluasi Sifat Kualitatif dan Kuantitatif

Benih hasil hibridisasi diperbanyak agar didapatkan benih yang cukup banyak untuk menghasilkan tanaman pada generasi kedua (F2). Perbanyakannya dilakukan di dua tempat yaitu di kebun koleksi dan evaluasi Fakultas Pertanian Universitas Mataram dan sekaligus untuk evaluasi hasil hibridisasi. Penanaman dilakukan di pot seperti pada penanaman pertama dan penanaman lainnya dilakukan di lahan Petani di Desa Peresak Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat dengan luas 15 are atau 1500 m<sup>2</sup>. Adapun cara bercocok tanamnya sesuai standar anjuran budidaya.

#### Analisis Data

##### 1). Tingkat Keberhasilan Persilangan

Tingkat keberhasilan persilangan = (jumlah buah yang terbentuk / jumlah bunga yang dilakukan polinasi) x 100%

##### 2). Analisis Keragaman

Untuk mengetahui keragaman antar populasi dan mengetahui populasi mana yang lebih unggul menggunakan analisis keragaman (Tabel 1) dilanjutkan dengan pembuatan grafik untuk melihat perubahan karakteristik kuantitatif dengan lebih mudah.

##### 3). Analisis korelasi genotipik dan fenotipik

Korelasi antar sifat tanaman diduga dengan analisis korelasi genotipik ( $r_g$ ) dan korelasi fenotipik ( $r_p$ ) dengan persamaan yang diajukan oleh Singh dan Chaudhary (1979).

Tabel 1. Analisis Keragaman Salah Satu Peubah yang Diamati untuk RAL

Sumber keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	Nilai Harapan Kuadrat Tengah
Genotipe	g-1	JKG	KTG	KTG/KTE	$\sigma_e^2 + r \sigma_G^2$
Error	g(r-1)	JKE	KTE		$\sigma_e^2$
Total	r.g-1				

Tabel 2. Analisis Peragaman antar Dua Peubah yang Diamati

Sumber ragam	D.B.	Hasil Kali Tengah	F-hitung	NHHKT
Genotip	g-1	HKTG	HKTG/ HKTE	$Cov_e + r Cov_G$

Galat	$g(r-1)$	I.1.1.HKT E	$Cov_e$
Total	$r.g -1$		

---

$$Cov_G = (HKTG - HKTE) / r$$

$$Cov_P = Cov_G + Cov_E$$

$$\sigma^2_g = (KTG - KTE) / r$$

$$\sigma^2_p = \sigma^2_g + \sigma^2_e$$

$$\sigma^2_e = KTE$$

$$r_g = Cov_G / (\sigma^2_{gx} \cdot \sigma^2_{gy})^{1/2}$$

$$r_p = Cov_P / (\sigma^2_{px} \cdot \sigma^2_{py})^{1/2}$$

#### 4). Pendugaan Koefisien Keragaman Genetik dan Heritabilitas.

Koefisien keragaman genetik (KKG) diperoleh dari perbandingan akar kuadrat ragam genotipik ( $\sigma^2_g$ ) dengan nilai rata-rata umum dikalikan 100%. Nilai duga heritabilitas arti luas diperoleh dari hasil pembagian ragam genotipik ( $\sigma^2_g$ ) dengan ragam penotipik ( $\sigma^2_p$ ) dikalikan 100%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil persilangan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa antara melon, blewah dan mentimun dapat disilangkan, tetapi tidak semua keturunan hasil persilangan dapat tumbuh (viable). Persilangan antara tiga genotip melon dengan tiga genotip blewah prosentase keberhasilan persilangannya secara rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan tipe persilangan antara tiga genotip melon dengan tiga genotip ketimun ataupun hasil persilangan antara tiga genotip ketimun dengan tiga genotip blewah (Tabel 3). Tingkat keberhasilan persilangan antara tiga genotip melon dengan tiga genotip blewah prosentase berkisar antara 57,1 % sampai 78,6%. Tingkat keberhasilan persilangan antara tiga genotip melon dengan tiga genotip ketimun prosentase keberhasilan berkisar antara 14,3 % sampai 30,8%.. Prosentase keberhasilan persilangan antara tiga genotip ketimun dengan 3 genotip blewah berkisar antara 20 % sampai 37%. Persentase tingkat keberhasilan persilangan dihitung dari jumlah buah yang jadi dibagi dengan jumlah bunga yang disilangkan dan dikalikan dengan 100%. Prosentase keberhasilan tertinggi terdapat pada tipe persilangan antara M2 x B1 yaitu persilangan antara melon dengan daging buah berwarna merah dengan blewah berbentuk bundar yaitu sebesar 78,6%. Tipe persilangan yang memiliki tingkat keberhasilan terendah antara M2 x T2 yaitu melon dengan daging buah berwarna merah dengan timun hijau..

Untuk genotip melon dan blewah yang berbentuk bundar perlu dilakukan emaskulasi pada sore hari sehari sebelum bunga disilangkan, sedangkan untuk blewah berbentuk lonjong dan ketimun tidak perlu emaskulasi cukup dengan isolasi bunga yaitu dengan menutup bunga dengan kantung plastic klip. Bunga betina melon dan blewah bundar walaupun terpisah dengan bunga jantan ternyata pada bunga betina juga terdapat kantung sari yang menempel pada kepala putik. Jumlah bunga yang disilangkan berbeda-beda karena jumlah bunga betina tidak selalu sama antara genotip satu dengan genotip lainnya. Jumlah bunga betina per tanaman yang disilangkan antara satu sampai dua bunga betina. Pada kelompok tanaman labu-labuan atau Cucurbitacea, jumlah bunga betina terpisah dengan bunga jantan. Jumlah bunga betina jauh lebih sedikit dibandingkan dengan bunga jantan. Bunga betina biasanya hanya berkisar satu sampai tiga bunga, sedang bunga jantan hampir muncul tiap buku batang.

Tabel 3. Persentase Tingkat Keberhasilan dan Daya Tumbuh Kecambah Persilangan antara Melon, Blewah, dan Ketimun

No	Tipe Persilangan	Jumlah Bunga yg Disilangkan	Jumlah Buah	Keberhasilan Persilangan (%)	Daya Tumbuh
1	M1 x B1	13	8	1,5	95
2	M1 x B2	15	10	6,7	100
3	M1 x B3	12	9	5,0	98
4	M2 x B1	14	11	8,6	100
5	M2 x B2	14	8	7,1	88
6	M2 x B3	13	9	9,2	100
7	M3 x B1	12	9	5,0	90
8	M3 x B2	13	8	1,5	98
9	M3 x B3	14	11	8,6	93
10	M1 x T1	14	2	4,3	95
11	M1 x T2	15	4	6,7	75
12	M1 x T3	14	3	1,4	78
13	M2 x T1	14	4	8,6	78
14	M2 x T2	14	2	4,3	65

1	M2 x	14	3		73
5	T3			1,4	
1	M3 x	13	4		70
6	T1			0,8	
1	M3 x	12	3		73
7	T2			5,0	
1	M3 x	13	2		68
8	T3			5,4	
1	T1 x	12	4		25
9	B1			3,3	
2	T1 x	14	4		18
0	B2			8,6	
2	T1 x	14	5		0
1	B3			5,7	
2	T2 x	14	3		10
2	B1			1,4	
2	T2 x	13	3		0
3	B2			3,1	
2	T2 x	13	4		12
4	B3			0,8	
2	T3 x	14	5		0
5	B1			5,7	
2	T3 x	15	3		15
6	B2			0,0	
2	T3 x	14	4		12
7	B3			8,6	

Banyak bunga yang telah disilangkan antara melon, blewah dan ketimun layu atau kering yang menandakan bahwa persilangannya tidak berhasil. Ketidak berhasilan persilangan ini umumnya akibat adanya inkompatibilitas antara bunga betina dengan bunga jantan. Inkompatibilitas ini dapat bermula dari tidak dapatnya berkecambah tepung sari pada kepala putik. Hal ini terutama disebabkan tidak sesuainya senyawa baik jenis maupun komposisinya pada kepala putik, sehingga tepung sari tidak dapat berkecambah

yang akibatnya tidak dapat membentuk tabung sari. Dengan tidak terbentuknya tabung sari ini menyebabkan gamet jantan tidak bisa bertemu atau gamet betina, sehingga tidak terbentuk zigot. Hal lain yang menyebabkan kegagalan persilangan yaitu tidak sesuai ukuran stylus, sehingga tabung sari tidak bisa sampai ke sel telur, walaupun bisa sampai ke sel telur tetapi tidak tepat waktunya, sehingga tidak bisa terjadi pembuahan.

Persilangan berhasil ditandai oleh semakin tumbuh dan berkembangnya calon buah pada tetua betina. Dengan tumbuh dan berkembangnya bakal buah ini menandakan baik penyerbukan maupun pembuahan berlangsung normal, sehingga proses metabolisme tidak terganggu. Satu minggu setelah persilangan sudah dapat ditentukan apakah persilangannya berhasil atau tidak. Oleh karena itu perhitungan terbentuknya buah dihitung satu minggu setelah persilangan. Buah yang masak ditandai dengan perubahan berwarna buah dan daun mulai mengering.

Tingkat keberhasilan persilangan dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal adalah faktor lingkungan seperti faktor geografi, ekologi, musim, ketrampilan pelaksana, waktu pelaksanaan, dan alat. Faktor eksternal dalam penelitian ini dianggap sama, karena persilangan dilakukan oleh orang yang sama dengan waktu pelaksanaan yang seragam, alat yang digunakanpun sama, selain itu, tanaman ditanam di lokasi dan di daerah yang sama sehingga faktor ekologi, geografi dan musim tidak terlalu berpengaruh atau dianggap sama, hanya saja faktor cuaca yang tidak menentu pada saat penelitian yang menyebabkan buah masak tidak serempak dan curah hujan yang cukup tinggi pada saat proses hibridisasi menyebabkan pula gangguan pada proses perkecambahan tepung sari sehingga persilangan bisa menjadi tidak berhasil. Karena itu, faktor genetik berperan dominan dalam keberhasilan persilangan antar spesies dalam genus yang sama atau antar varietas pada spesies yang sama. Perbedaan varietas apalagi perbedaan spesies berarti berbeda pula faktor-faktor genetik yang membentuk karakter tanaman.

Jumlah kromosom merupakan salah satu faktor genetik yang mempengaruhi peluang berhasilnya hibridisasi. Persilangan dimungkinkan dapat terjadi dengan memiliki jumlah kromosom yang sama. Hibridisasi antar spesies lebih baik dilakukan jika sudah diketahui peta kromosomnya, sehingga dapat diperkirakan tingkat kesulitan yang dihadapi. Selain jumlah, ukuran kromosom juga perlu diketahui, ukuran kromosom yang berbeda menyebabkan gangguan metabolisme pada proses pembentukan polong dan polong gugur.

Faktor internal dapat mencegah produksi zigot  $F_1$  walaupun polen dari bunga-bunga dalam satu populasi jatuh ke stigma bunga yang lain karena polen tidak berkecambah pada stigma, tabung polen tidak dapat melewati style secara sempurna atau gamet jantan tidak dapat bergabung dengan telur walaupun tabung polen mencapai ovary. Apabila ada gangguan internal bisa menghasilkan hibrida  $F_1$  yang tidak viabel, lemah, atau steril. Penyebab lemahnya atau tidak viabelnya hibrida ini dapat dikelompokkan dalam tiga kategori: 1) ketidak harmonisan antara genom dari spesies tetua, 2) ketidak harmonisan antara genom dari satu spesies dan sitoplasma dari spesies yang lain, dan 3) ketidak harmonisan antara genotip zigot  $F_1$  dan genotip endosperm atau jaringan tetua betina yang mana pengembangan embrio  $F_1$  diasosiasikan. Menurut Rawal (1975) usaha-usaha untuk menyilangkan dua spesies mungkin berhasil dalam menghasilkan  $F_1$  yang vigor dan viabel, tetapi ketidak harmonisan antara genom-genom tetua atau antara genom dari satu tetua dan sitoplasma dari tetua yang lain menyebabkan  $F_1$  menjadi steril. Ekspresi seperti ini disebut mandul kromosom disebabkan oleh perbedaan struktural antara kromosom-kromosom tetua yang bercampur dengan pasangannya dan tidak menyimpang pada meiosis. sterilitas disebabkan oleh gen-gen khusus yang kompleks dikenal sebagai sterilitas genik (sterilitas hibrid genik). Sterilitas genik biasanya adalah karena genotip dari organisme seperti diekspresikan dalam fase sporopitik, tetapi mungkin juga termasuk kombinasi-kombinasi genetik yang tidak harmonis dalam fase genotipik dari siklus hidupnya (Hadley dan Openshaw 1980). Dalam persilangan yang luas, sterilitas  $F_1$  sering diasosiasikan dengan kegagalan kromosom berpasangan selama propase akhir dan awal metafase (Sain *et al.* 2000) atau menyebabkan rusaknya hibrida dalam  $F_1$  atau generasi berikutnya (Hadley dan Openshaw 1980). Daya reseptif putik pada serbuk sari juga mempengaruhi keberhasilan persilangan, semakin tinggi daya reseptif putik bunga tersebut maka semakin banyak serbuk sari yang terserap sehingga semakin tinggi pula peluang bunga yang dipolinasi untuk dapat menjadi polong yang menjadi penanda bahwa persilangan berhasil dilakukan.

Pada proses hibridisasi, banyak bunga yang tidak menjadi buah dikarenakan komposisi kandungan senyawa pada kepala putik untuk dapat berkecambah dan tepung sari dari tetua jantan tiap varietas berbeda sehingga pembuahan tidak terjadi dan gamet dari tetua jantan tidak bisa ditransfer ke tetua betina. Seperti yang dijelaskan dalam penelitian Ujianto *et al.* (2012) bahwa pertumbuhan tabung serbuk sari merupakan suatu

tanda interaksi antara substansi yang dihasilkan oleh kantung embrio dan tabung serbuk sari yang dapat mempengaruhi persentase pembuahan.

Pada persilangan antar spesies Cucumis, seperti pada persilangan antar spesies pada umumnya, disamping masalah inkompatibilitas juga terdapat masalah viabilitas dan sterilitas. Apabila proses penyerbukan dan pembuahan berhasil bukan berarti sudah berhasil proses hibridisasinya. Setelah proses pembuahan berhasil akan terbentuk zigot. Zigot akan tumbuh dan berkembang jika tidak ada hambatan metabolismenya. Apabila tidak ada gangguan metabolisme, maka zigot akan tumbuh dan membentuk buah yang sempurna. Sebaliknya jika terdapat gangguan metabolisme, maka calon buah akan gugur atau tidak dapat tumbuh dan berkembang. Kalaupun buah berkembang dan menghasilkan biji, biasanya biji tidak dapat tumbuh atau tidak viable apabila ada gangguan metabolisme. Hambatan akibat persilangan antar spesies ternyata tidak hanya masalah kegagalan dalam penyerbukan, pembuahan, perkembangan zigot, dan viabilitas tetapi juga adanya sterilitas. Tanaman mampu tumbuh dan berkembang tetapi bunganya terutama bunga jantannya tidak berfungsi sehingga tidak dapat menghasilkan biji.

Tabel 4. Sifat Kualitatif pada Keturunan Hasil Persilangan antara Melon, Blewah, dan Ketimun

1	Tipe	Bentuk	Permukaan	Warna	Warna
0	Persilangan	Buah	Buah	Kulit Buah	Daging Buah
	M1	Bulat	Kasar	Hijau Kusam	Putih
	M2	Bulat	Halus	Hijau	Orange
	M3	Bulat	Halus	Hijau	Merah
	B1	Bulat	Berlekuk	Kuning	Orange
	B2	Lonjong	Halus	Hijau	Putih
	B3	Lonjong	Bergaris	Hijau	Putih
1	M1 x B1	Bulat	Berlekuk	Hijau Kusam	Putih
2	M1 x B2	Agak Lonjong	Halus	Hijau	Putih
3	M1 x B3	Lonjong	Bergaris	Hijau- putih	Putih

4	M2 x B1	Bulat	Berlekuk	Hijau muda	Putih- orange
5	M2 x B2	Agak Lonjong	Halus	Hijau	Putih- orange
6	M2 x B3	Lonjong	Bergaris	Hijau- putih	Putih- orange
7	M3 x B1	Bulat	Berlekuk	Hijau	Orange
8	M3 x B2	Agak Lonjong	Halus	Hijau	Orange
9	M3 x B3	Lonjong	Bergaris	Hijau- putih	Orange

Persilangan antara melon dan blewah berhasil dilakukan tanpa mengalami banyak hambatan. Karakteristik keturunan hasil persilangan baik untuk karakteristik kualitatif (Tabel 4) dan karakteristik kuantitatif (Gambar 1-5) berada diantara karakteristik kedua tetuanya. Tanaman melon yang digunakan untuk persilangan terdiri atas melon berkulit kasar, warna kulit buah hijau tua agak keputihan dan warna dagingnya putih (M1), melon berkulit halus warna daging orange (M2), dan melon berkulit halus dengan warna daging merah (M3). Tanaman blewah yang digunakan adalah varietas local NTB yang terdiri atas blewah berbentuk bundar, berlekuk dan warna daging orange (B1), blewah berbentuk lonjong kulit halus bergaris, kulit buah berwarna putih (B2), dan blewah berbentuk lonjong, berlekuk, daging buah berwarna putih (B3). Persilangan antara M1 dengan B1 menghasilkan keturunan dengan bentuk buah bulat, permukaan buah kasar, warna kulit buah adalah hijau kusam dan warna daging buah putih. Persilangan antara M1 x B2 menghasilkan keturunan dengan bentuk buah agak lonjong, permukaan buah halus, warna kulit buah adalah hijau dan warna daging buah putih. Demikian juga persilangan antara M1 x B3 menghasilkan keturunan dengan bentuk buah lonjong, permukaan buah halus bergaris, warna kulit buah adalah hijau keputihan dan warna daging buah putih. Demikian juga hasil persilangan yang lainnya, karakteristik keturunan hasil persilangan berada diantara kedua tetuanya.

Tanaman blewah varietas lokal NTB memiliki banyak keragaman. Salah satu yang menarik adalah biologi bunga antara blewah yang bentuknya bundar dengan blewah

yang bentuknya lonjong (di Pulau Lombok disebut Endes) adalah berbeda. Blewah yang berbentuk bulat, bunga betinanya memiliki putik dan benang sari walaupun ada bunga jantan tersendiri, sedangkan blewah berbentuk lonjong, bunga betinanya hanya mengandung putik, benangsarinya terdapat pada bunga jantan yang letaknya terpisah tetapi masih dalam satu tanaman.

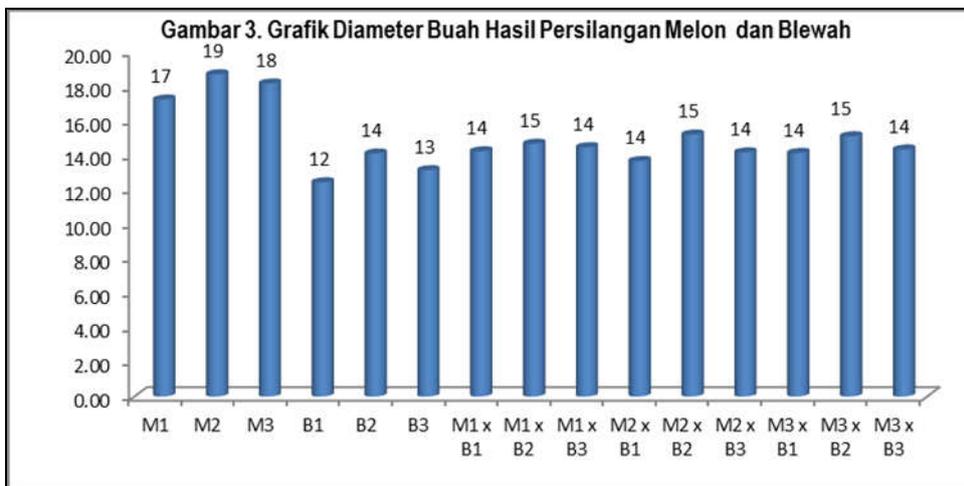
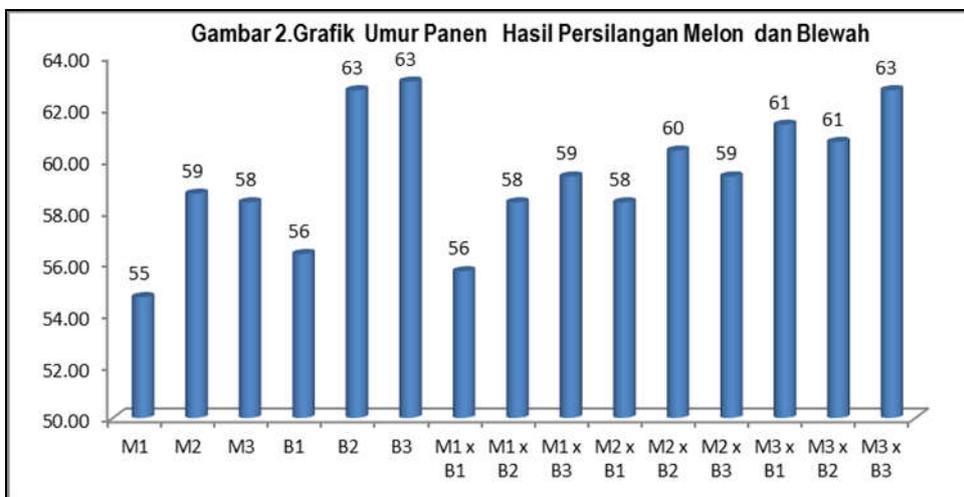
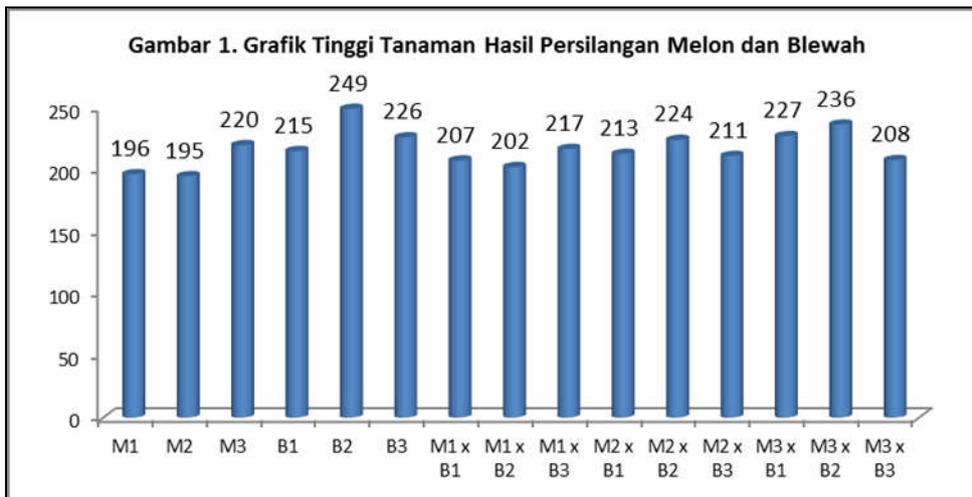
Persilangan antara mentimun dengan melon dan blewah banyak mengalami hambatan. Proses penyerbukan dan pembuahan pada persilangan antara mentimun dengan melon dan blewah berhasil dilakukan dan menghasilkan buah tetapi bijinya umumnya kosong sehingga tidak bisa tumbuh (tidak viable). Apabila ada yang tumbuh ternyata tanamannya mudah mati waktu masih kecil, sehingga tidak bisa dilihat perbedaan atau perubahan karakteristiknya.

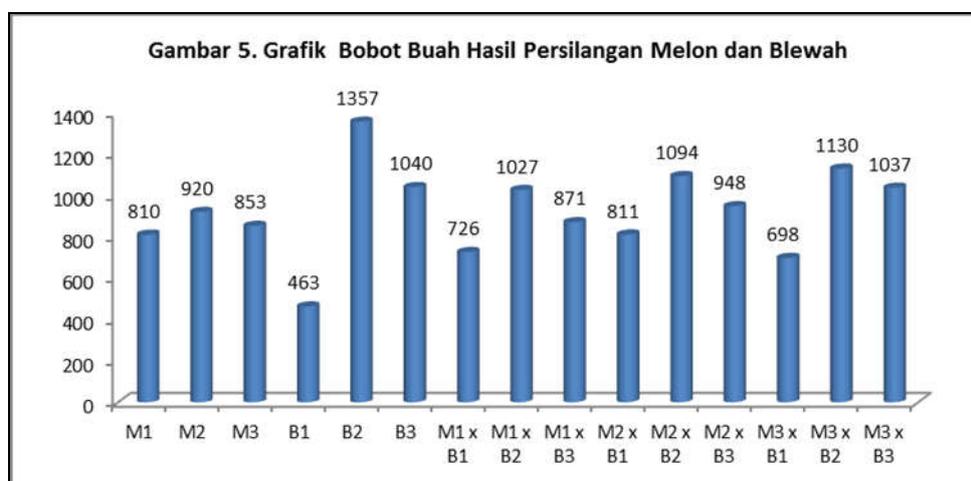
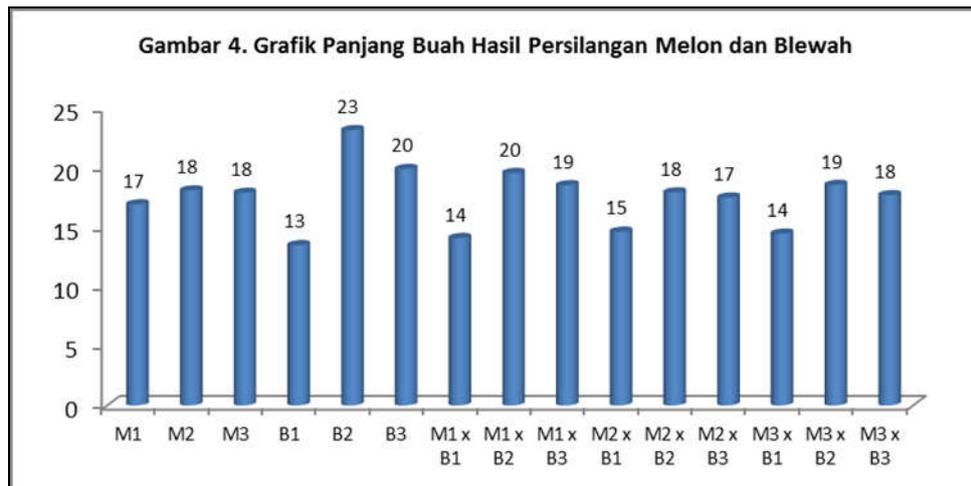
Genotip yang dievaluasi yaitu tetua dan keturunannya menunjukkan adanya keragaman pada semua sifat kuantitatif yang diamati kecuali panjang buah (Tabel 5). Keragaman ini akan mudah dilihat pada grafik sifat kuantitatif yang diamati (Gambar 1-5). Timbulnya keragaman terutama akibat adanya perbedaan karakteristik antara antara tetua jantan dan tetua betina serta antara tetua dan keturunannya. Secara umum karakteristik keturunan hasil persilangan berada diantara kedua tetua. Hal ini menunjukkan adanya penggabungan gen-gen yang mengendalikan sifat kedua tetua kepada keturunannya. Sifat kuantitatif keturunan tidak ada yang melebihi nilai sifat kuantitatif tetua terbaiknya.

Tabel 5. Rangkuman Analisis Keragaman pada Keturunan Hasil Persilangan Antara Melon dengan Blewah untuk Semua Peubah Kuantitatif yang Diamati

SK	DB	KT1	KT2	KT3	KT4	KT5
Genotip	14	64	19,3	9,46	19,3	135387,6*
		6,927*	0794*	7556*	7048	
Galat	30	81,	0,77	0,19	11,1	592,9
		04444	7778	5778	4444	
Total	44					

Keterangan: 1). Tinggi tanaman, 2). Umur panen , 3). Diameter Buah, 4). Panjang Buah, 5). Bobot buah, SK = sumber keragaman, DB = derajat bebas, KT = kuadrat tengah





Persilangan antara beberapa melon dan beberapa blewah varietas local NTB menghasilkan keturunan yang beragam. Keragaman ini dapat disebabkan oleh faktor genetik dan lingkungan. Keragaman genetik yang dimanifestasikan oleh besarnya nilai koefisien keragaman genetik (KKG) dan nilai duga heritabilitas beragam antara sifat yang satu dengan sifat yang lain. Besarnya nilai duga heritabilitas arti luas berkisar antara 19,75% sampai 98,70%. Nilai duga heritabilitas tertinggi dicapai oleh bobot buah dan terendah pada sifat panjang buah. Sifat yang memiliki koefisien keragaman genetik yang tinggi cenderung memiliki nilai heritabilitas yang tinggi. Karakter yang memiliki heritabilitas tinggi berdasarkan klasifikasi dari Panthalone yaitu umur panen, diameter dan bobot buah, tinggi tanaman tergolong sedang, dan panjang buah tergolong rendah.

Karakter yang memiliki keragaman genetik yang tinggi menunjukkan bahwa sifat tersebut masih membutuhkan seleksi untuk memperbaiki karakternya. Besarnya keragaman genetik terhadap keragaman penampakan sifat suatu tanaman dapat diduga melalui analisis heritabilitas. Menurut Lee, *et al.* (2003) dan Lindsey, *et al.* (1962),

penampakan suatu sifat dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Suatu karakter tidak dapat optimal penampakannya tanpa didukung oleh lingkungan yang cocok. Oleh karena itu diperlukan tolak ukur untuk menentukan apakah penampakan suatu karakter lebih ditentukan oleh faktor genetik atau lingkungan. Masalah tersebut dapat dijawab dengan menduga besarnya nilai heritabilitas. Jika nilai duga heritabilitasnya tinggi berarti penampakan karakter tersebut lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dibanding faktor lingkungan, dan sebaliknya (Ullah, *et al.*, 2011). Sifat-sifat yang memiliki nilai koefisien keragaman yang tinggi ternyata cenderung memiliki heritabilitas tinggi. Nilai koefisien keragaman genetik yang tinggi diikuti nilai heritabilitas yang tinggi sangat membantu bagi pemulia untuk memperbaiki suatu karakter.

Bobot buah, umur panen, dan diameter buah tergolong tinggi. Hal ini berarti sifat-sifat tersebut lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dibandingkan faktor lingkungan. Menurut Umaharan, Ariyanayagam and Haque (1997), makin besar nilai duga heritabilitasnya, makin tinggi pengaruh faktor genetiknya dan sebaliknya, makin rendah nilai heritabilitasnya, makin besar pengaruh faktor lingkungannya. Nilai duga heritabilitas pada peubah tinggi tanaman tergolong sedang. Hal ini berarti bahwa sifat-sifat tersebut sama-sama dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, artinya baik faktor genetik maupun lingkungan tidak ada pengaruhnya yang dominan terhadap sifat-sifat tersebut.

Tabel 6. Koefisien Keragaman Genetik (KKG) dan Nilai Heritabilitas Arti Luas Beberapa Sifat Kuantitatif yang Diamati

o	Sifat Kuantitatif	Ragam G	Ragam P	KK G (%)	Heritabilitas (%)
.	Tinggi tanaman	188,63	269,67	12,25	69,95
.	Umur panen	6,18	6,96	7,41	88,81
.	Diameter buah	3,09	3,29	30,63	94,04
.	Panjang buah	2,74	13,89	24,91	19,75
.	Bobot buah	4493,1,55	45524,51	40,03	98,70

Koefisien korelasi genotipik yang berbeda nyata yaitu antara bobot buah per tanaman dengan panjang buah, diameter buah dan tinggi tanaman, dan berkorelasi negatif tidak nyata dengan umur panen. Diameter buah berkorelasi positif nyata secara genotipik dengan panjang buah. Secara fenotipik bobot buah berkorelasi positif nyata dengan tinggi tanaman, panjang dan diameter buah. Hal ini berarti bahwa semakin panjang buahnya, semakin besar buahnya dan semakin tinggi tanamannya akan semakin tinggi bobot buah per tanamannya atau semakin tinggi hasilnya. Demikian juga semakin tinggi diameter buah akan semakin tinggi panjang buahnya. Secara umum koefisien korelasi genotipik lebih rendah dibandingkan dengan koefisien penotipik (Tabel 7). Hal ini disebabkan karena koefisien korelasi penotipik selain dipengaruhi oleh faktor genetik juga oleh faktor lingkungan..

Tabel 7. Koefisien Korelasi Genotip (Atas Diagonal) dan Koefisien Korelasi Penotip Antar Peubah yang Diamati

	1	2	3	4	5
	<b>1,</b>	0,	0,	0,	0,3
<b>00</b>	28	19	21	8*	
	0,	<b>1,</b>	-	-	-
13	<b>00</b>	0,32	0,17	0,25	
	0,	-	<b>1,</b>	0,	0,5
27	0,27	<b>00</b>	39*	7*	
	0,	-	0,	<b>1,</b>	0,4
39*	0,21	76*	<b>00</b>	9*	
	0,	-	0,	0,	<b>14</b>
61*	0,33	64*	61*	<b>00</b>	

Keterangan: 1). Tinggi tanaman, 2). Umur panen, 3). Diameter Buah, 4). Panjang Buah, 5). Bobot buah.

\*) Berbeda nyata pada taraf nyata 5% jika nilai koefisien korelasi > 0,35

Keterkaitan sifat yang satu dengan sifat yang lain ini dapat disebabkan oleh faktor genetik maupun faktor lingkungan. Faktor genetik yang utama yaitu adanya peristiwa pleiotropi dan linkage. Menurut Vencovsky dan Crossa (2003), derajat keeratan sifat ini secara genetik dipengaruhi oleh faktor pleiotropi dan linkage. Pleiotropi merupakan suatu peristiwa dimana satu gen dapat mengendalikan lebih dari satu sifat,

sehingga perubahan atau perbaikan pada suatu sifat akan mempengaruhi perbaikan pada sifat lain yang derajat keeratannya nyata. Linkage merupakan peristiwa dimana beberapa gen yang mengendalikan beberapa sifat diwariskan secara bersama-sama, sehingga perbaikan suatu sifat akan dapat memperbaiki sifat lainnya, perubahan pada satu sifat menyebabkan perubahan pada sifat yang lainnya. Faktor lingkungan yang sangat berpengaruh yaitu kesuburan tanah, intensitas dan lama penyinaran, curah hujan, dan temperatur. Secara genotip maupun fenotip, bobot buah secara positif nyata terkait dengan diameter dan panjang buah. Oleh karena itu perbaikan buah dapat dilakukan melalui perbaikan ukuran buah. Ukuran buah yaitu panjang dan diameter buah dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi tidak langsung untuk perbaikan hasil tanaman kelompok *Cucumis*.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan yang dapat dikemukakan yaitu bahwa

1. Persilangan antar spesies yaitu melon, blewah dan mentimun berhasil dilakukan dengan tingkat keberhasilan yang beragam. Daya silang tertinggi dicapai oleh M2 x B1 dan M3 x B3 yaitu sebesar 78,6 %
2. Tidak semua benih keturunan hasil persilangan dapat tumbuh (viable) dan berkembang menjadi tanaman yang menghasilkan buah.
3. Karakteristik keturunan hasil persilangan umumnya berada diantara karakteristik kedua tetuanya. Terdapat beberapa keturunan yang berbeda karakteristiknya dibanding tetuanya.
4. Bobot buah memiliki nilai koefisien keragaman genetik dan nilai duga hertabilitas yang tinggi.
5. Secara genotip maupun fenotip, bobot buah secara positif nyata terkait dengan diameter dan panjang buah. Perbaikan buah dapat dilakukan melalui perbaikan ukuran buah. Ukuran buah yaitu panjang dan diameter buah dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi tidak langsung untuk perbaikan hasil tanaman kelompok Cucumis.

## **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi yang telah memberikan bantuan dana bagi pelaksanaan penelitian ini melalui skim Penelitian Fundamental dan semua pihak yang membantu penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahn, C.S. and R.W. Hartmann. 1978. Interspecific hybridization between mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). and adzuki bean (*Vigna angularis* (Wild) Ohwi & Ohashi. J. Amer.Soc. Hort.Sci. 103:3-6
- Bharathi, A, K.S.V. Selvaraj, P. Veerabathiran, and B.S. Lakshmi. 2006. Crossability barriers in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek): with its wild relatives. Indian J. Crop Science, Vol. 1(1-2): 120-124
- Beharav, A., Cohen, Y. 1995. Attempts to overcome the barrier of interspecific hybridization between *Cucumis melo* and *C.metuliferus*. *Israel Journal of Plant Sciences* **43**, 113-123.
- Belanger, F.C., K.A. Plumley, P.R. Day, and W.A. Meyer. 2003. Interspecific hybridization as a potential method for improvement of *Agrostis* species. 43(6): 2172-2176.
- Blackhurst, H.T. and J.C. Miller, Jr. 1980. Cowpea. p. 327-337. In: W.R. Fehr and H.H. Hadley (eds.), Hybridization of crop plants. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Wisconsin, USA.
- Chen, N.C., L.R.Baker, and S..Honma. 1982. Interspecific crossability among four species of vigna food legumes. *Euphytica* Vol. 32: 925-937
- Chowdhury, R.K. and J.B. Chowdury, 2000, Intergeneric hybridization between *Vigna mungo* (L.) Hepper and *Phaseolus calcaratus* Roxb. *Indian J.Agric.Sci.* 46:117-121
- Cruickhank, A.W., J.W. Tonks, dan A.K. Kelly, 2003. Blanchability of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Kernel: Early Generation Selection and Genotype Stability Over Three Environments. *Aust. J. of Agric.* 54: 885-888.
- Djatiwalujo, S., A.S. Wiyati, dan Trustinah, 2000. Pewarisan Beberapa Sifat Kualitatif dan Kuantitatif pada Persilangan Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* (L) Walp.).
- Dryanovska, O.A., Ilieva, I.N., 1983. In vitro anther and ovule culture in muskmelon (*Cucumis melo* L.). *omptes rendus de l'Académie Bulgre des Sciences* **36**, 8, 16-19.
- Faris, M. N. and Niemirowicz-Szczytt, K. 1999. Cucumber (*Cucumis sativus* L.) embryo development in situ after pollination with irradiated pollen. *Acta biologica Cracoviensia* **41**, 111-118.
- Fatakun, C.A. 1991. Wide hybridization of cowpea: problems and prospects. *Euphytica* 54:137-140.
- Fery, F.L. 2002. New opportunities in *Vigna*. p. 424–428. In: J. Janick and A. Whipkey (eds.), Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA.
- Gopinathan, M.C., C. R. Babu and K. R. Shivanna. 1986. Interspecific hybridization between rice bean (*Vigna umbellata*) and its wild relative (*V. minima*): Fertility-sterility relationships. *Euphytica*, Vol. 35(3): 1017-1022.

- Hadley, H.H. and S.J. Openshaw. 1980. Interspecific and intergeneric hybridization. p. 133-160. In: W.R. Fehr and H.H. Hadley (eds.), *Hybridization of crop plants*. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Wisconsin, USA.
- Ishiyaku, M.F. dan B.B. Singh, 2004. Inheritance of Purple Pigmentation on Vegetative Parts in Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Scientia Horticulturae* 102: 369 – 373.
- Kulkarni, V.V. 2006. Studies on interspecific hybridization with particular reference to development of male sterility in sesame (*Sesamum indicum* L.). Thesis. University of Agricultural Sciences, Dharwad
- Lebeda, A., 1999. *Pseudoperonospora cubensis* on *Cucumis* spp. and *Cucurbita* spp. – resistance breeding aspects. *Acta Hort.* **492**, 363-370.
- Lembeda, A., Křístková, E., Kuba-láková, M. 1996. Interspecific hybridization of *Cucumis sativus* x *Cucumis melo* as a potential way to transfer resistance to *Pseudoperonospora cubensis*. In: Gómez-Guillamón, M.L., Soria, C., Cuartero, J., Torés, J.A., Fernández-Munoz, R. (eds.): *Cucurbits Towards 2000*. Proceedings of the VIth Eucarpia Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding, May 28-30, 1996, Malaga (Spain), 31-37.
- Lembeda, A., Kubaláková, M., Křístková, E., Doležal, K., Navrátilová, B., Doležel, J., Lysák, M. 1999. Morphological and physio-logical characteristics of plants issued from an interspecific hybridization of *Cucumis sativus* x *Cucumis melo*. *Acta Hort.* **492**, 149-155.
- Liwayway, M.E. 2002. AVRDC-GRSU characterization record sheet. Asian Vegetable Research and Development Center. Po. Box 42. Shanhua, Taiwan-74199 Taiwan.
- Mallikarjuna, N. 2007. Production of fertile progeny from interspecific incompatible cross *Cajanus platycarpus* × *C. cajan*. *SAT eJournal* Vol. 3(1): 1-3
- McComb, J.A. 1975. Is intergeneric hybridization in the legumeinosae possible?. *Euphytica* 24: 497-502.
- Millah, Z., R. Setiamihardja, A. Baihaki, dan J.S. Darsa, 2004. Pewarisan Karakter Jumlah Biji per Polong dan Warna Kulit Biji Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Zuriat* Vol. 15(1): 53 – 59.
- Niemirowicz-Szczytt, K., Wyszogrod-zka, A., 1976. Embryo culture and *in vitro* pollination of excised ovules in the family *Cucurbitaceae*. In: Novák, F.J. (ed.), 1976. Use of tissue cultures in plant breeding. *Proc. Int. Symp. Olomouc*, 6.-11. Sept., 571-576.
- Nikolova, L., M. Chrisstov, and G. seiler. 2004. Interspecific hybridization between *H. pumilus* and *H. annuus* L. and their potential for cultivated sunflower improvement. *Helia* 27: 151-162.
- Payan, F.R. and F.W. Martin. 1975. Barriers to the hybridization of *Passiflora* species. *Euphytica* 24: 709-716.

- Ramsay, L.D., J.E. Bradshaw, D.W. Griffiths, dan M.J. Kearsey, 2001. The Inheritance of Quantitative Traits in *Brassica napus*ssp. *napifera* (swedes): Augmented Triple Test Cross Analyses of Production Characters. *Euphytica* Vol 12: 65 – 72.
- Rawal, K.M. 1975. Natural hybridization among wild, weedy and cultivated *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Euphytica* 24:699-707.
- Richards, M.M., S.A. Trewick, H.M. Chapman and A. Krahulcova. 2004. Interspecific hybridization among *Hieracium* species in New Zealand: evidence from flow cytometry. *Heridity* 93: 34-42.
- Rivai, M.A. 1995. Peningkatan pemanfaatan plasma nutfah dalam pengembangan hortikultura. Makalah seminar Nasional Hortikultura di Jakarta.
- Rodkiewicz, B., et al. 1996. Embriologia *Angiospermae* rozwojo-wa i eksperymentalna. Wydawnictwo UMCS, Lublin, Poland, p. 251-256.
- Sain, R.S., P. Joshi and E.V.D. Sastry. 2002. Cytogenetic analysis of interspecific hybrids in genus *Citrullus* (*Cucurbitaceae*). *Euphytica* 128: 205-210.
- Sidhu, M.C. 2006. Cytogenetic and isozyme studies in interspecific hybrids of *Vigna radiata* and *V. mungo* with *V. trilobata*.
- Simeonova, E., Wypiórkiewicz, E. and Charzyńska, M., 1999. Pollen development in *Cucumis sativus* L. *Acta Biologica Cracoviensia* **41**, 139-142.
- Singh, A.K., J.P. Moss, and J. Smartt. 1990. Ploidy manipulations for interspecific gene transfer. in *Advances in Agronomy* Vol. 43:199-240.
- Smart, J. 1979. Interspecific hybridization in the grain legumes -A Review. *Economic Botany*, 33(3): 329-337
- Smith, S.E., R.O. Kuehl, I.M. Ray, R. Hui, dan D. Soleri, 1998, Evaluation of Simple Methods for Estimating Broad-Sense Heritability in Stands of Randomly Planted Genotypes. *Crop Sci.* 38: 1125 – 1129.
- Sobir, Dwi Guntoro dan Ima Septimayani. 2005. Analisis keragaman genetik enam belas aksesori blewah (*cucumis melo* l.) dengan metode random amplified polymorphic dna (rapd). *Gakuryoku Volume XI No.2, Th. 2005*
- Sumpena, U., Subarlan, dan Q.P. Van der Meer. 1992. Seleksi bunga betina mentimun (*Cucumis sativus*). *Bul. Pen. Hort.* XXIII(3):116-122.
- Sumpena, U., Waluyo, dan Q.P. Van der Meer. 1990. Seleksi kultivar unggul mentimun. *Bull. Pen. Hort.* EK 18(2):75-81.
- Susín, I., Álvarez, M. J. 1997. Fertility and pollen tube growth in polyploid melons (*Cucumis melo* L.). *Euphytica* **93**, 369-373.
- Thiyagi, K., P. Jayamani, and N. Nadarajan. 2008. Polen pistil interaction in interspecific crosses of *Vigna* sp. *Cytologia*, Vol. 73(3): 251-257.
- Umaharan, P., R.P. Ariyanayagam, dan S.Q. Haque, 1997. Genetic Analysis of Yield and Its Components in Vegetable Cowpea (*Vigna unguiculata* L.Walp). *Euphytica* 96:207-213.

- Vencovsky, R. dan J. Crossa, 2003. Measurements of Representativeness Used in Genetic Resources Conservation and Plant Breeding. *Crop. Sci.* 43: 1912 – 1921.
- Walters, S.A. and T. C. Wehner. 2002. Incompatibility in diploid and tetraploid crosses of *Cucumis metuliferus*. *Euphytica* 128: 371-374.
- Youping, W. and L. Peng. 1998. Intergeneric hybridization between *Brassica* species and *Crambe abyssinica*. *Euphytica* 101: 1-7.
- Zenkeler, M., 1997. *in vitro* pollination of ovules - the present achievements. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej, Kraków*. **318**, 41-46.