

Kajian Heritabilitas dan Heterosis pada Persilangan antara Kacang Tunggak dengan Kacang Panjang

Lestari Ujianto*, Idris, dan Uyek M. Yakop

Fakultas Pertanian Universitas Mataram, JL. Majapahit 62 Mataram, NTB
Telp. (0370) 621435, 640744; Faks. (0370) 640189; *E-mail: ujianto_1@yahoo.com

Diajukan: 20 Januari 2012; Diterima: 22 Mei 2012

ABSTRACT

Study of Heritability and Heterosis on Hybridization between Cowpea and Longbean. Lestari Ujianto, Idris, and Uyek M. Yakop. The objectives of this research were to study the success rate of crossing and heritability on interspecific hybridization between several NTB local varieties of cowpea and several varieties of long bean. This research consisted of 3 stages i.e. (1) hybridization between cowpea and long bean; (2) evaluation of F₁ generation; (3) backcrossing between F₁ with both parents. The observed data is analyzed to estimate the degree of crossability, value of broad sense heritability, coefficient of genetic variance. The result of this research indicated that: (1) interspecific crossing between cowpea NTB local varieties and long bean have different degree of successful with range 31 to 57% as well as on back crossing degree of successful with range 35 to 61%; (2) the characteristic of pod length and plant height indicated the high broad sense heritability value, and (3) there was hybrid vigor for diameter of pods on all cross combinations with heterosis and heterobeltiosis values ranging 11.4-27.0% and 10.1-18.9% respectively.

Keywords: Crossing, heterosis, heritability, interspecific hybridization.

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji tingkat keberhasilan persilangan, pendugaan gejala heterosis dan daya waris sifat pada persilangan antarspesies beberapa varietas kacang tunggak lokal NTB dengan beberapa varietas kacang panjang. Penelitian terdiri atas tiga tahap kegiatan, yaitu (1) persilangan kacang tunggak dan kacang panjang; (2) evaluasi hasil persilangan antara kacang tunggak dan kacang panjang; (3) silang balik antara hasil persilangan yang unggul dengan kedua tetuanya. Data hasil pengamatan dianalisis untuk menduga tingkat keberhasilan persilangan, pendugaan nilai heritabilitas arti luas, dan pendugaan koefisien keragaman genetik. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa (1) persilangan antarspesies kacang tunggak varietas lokal NTB dengan kacang panjang memiliki tingkat keberhasilan persilangan yang berbeda berkisar antara 31-57%. Demikian juga untuk silang balik tingkat

keberhasilan persilangannya berkisar antara 35-61%; (2) sifat panjang polong dan tinggi tanaman menunjukkan nilai duga heritabilitas arti luas yang tinggi; (3) terdapat vigor hibrida untuk diameter polong pada semua pasangan persilangan dengan nilai heterosis berkisar antara 11,4-27,0% dan nilai heterobeltiosis 10,1-18,9%.

Kata kunci: Persilangan, heterosis, heritabilitas, persilangan antarspesies.

PENDAHULUAN

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata* L. Walp.) varietas lokal NTB mempunyai keragaman genetik yang tinggi, baik sifat kualitatif maupun kuantitatif, sehingga potensial untuk dikembangkan menjadi varietas unggul melalui program pemuliaan (Ujianto *et al.*, 2003). Tanaman kacang tunggak memiliki banyak keunggulan, antara lain kandungan gizinya yang tinggi, terutama sebagai sumber protein, umur pendek, mampu tumbuh baik di lahan kering maupun lahan marginal. Kelemahan kacang tunggak adalah polong mudanya keras sehingga tidak bisa dipanen muda sebagai sayur. Dalam rangka meningkatkan keunggulan kacang tunggak perlu dilakukan usaha perbaikan karakteristik polong supaya polong mudanya dapat dipanen muda sebagai sayur, sehingga pemanfaatannya bisa lebih banyak dan lebih luas. Salah satu cara adalah dengan menyilangkan dengan spesies lain yang memiliki keunggulan yang tidak dimiliki oleh kacang tunggak dan berkerabat dekat, yaitu kacang panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth).

Persilangan antara kacang tunggak dan kacang panjang dimungkinkan karena kedua jenis tanaman ini memiliki jumlah kromosom yang sama, yaitu ($2n = 2x = 22$) yang terdiri dari 11 bivalen dengan panjang kromosom dan letak sentromer yang

bervariasi. Pada kacang tunggak, dari 11 kromosom yang bivalen tersebut terdapat satu kromosom yang terpanjang (85,5 μm) dan satu kromosom yang terpendek (14,1 μm). Peta kromosom ini diharapkan berguna dalam mempelajari kesamaan dan perbedaan di antara *V. unguiculata* maupun dengan spesies lain sehingga bisa menjadi acuan jika ingin melakukan hibridisasi (Trustinah, 1998; Blackhurst dan Miller, 1980; Fery, 1985). Menurut Walker dan Miller (1986), hibridisasi antarspesies akan lebih baik jika sudah diketahui peta kromosomnya, sehingga dapat diperkirakan tingkat kesulitan yang akan dihadapi. Persilangan dengan spesies lainnya dilakukan jika ingin mentransfer satu atau beberapa gen yang mengontrol sifat-sifat tertentu. Persilangan antarspesies atau dengan kerabat liarnya sering sulit dilakukan karena sejumlah masalah, terutama inkompatibilitas dan sterilitas.

Persilangan kacang tunggak antarspesies telah dilakukan terutama dengan *Vigna vexillata* ($2n = 22$) yang merupakan spesies liar dan memiliki ketahanan terhadap hama penghisap dan penggerek polong. Namun hal tersebut belum memberikan hasil yang menggembirakan seperti halnya dengan kacang hijau yang dapat disilangkan dengan *Vigna mungo* dan *Vigna umbellata*. Pada persilangan antarspesies, perkecambahan serbuk sari sangat lambat dan perkembangan tabung serbuk sari terhambat sehingga pembuahan tidak terjadi. Hadley dan Openshaw (1980) melaporkan bahwa pada persilangan antarspesies hanya sekitar 12% yang memiliki tabung serbuk sari normal dan dapat mencapai bakal buah 12 jam setelah penyerbukan. Pada persilangan *V. unguiculata* x *V. vexillata*, 25% putik menunjukkan perkembangan tabung sari yang normal 24 jam setelah penyerbukan. Pada persilangan resiproknya, hanya 9,5% putik yang memiliki perkembangan tabung serbuk sari normal yang dicapai 48 jam setelah penyerbukan. Lambatnya pertumbuhan tabung serbuk sari merupakan pertanda pada persilangan antarspesies yang merupakan interaksi antara substansi yang dihasilkan oleh kantung embrio dan tabung serbuk sari yang dapat mempengaruhi pembuahan (Singh *et al.*, 1990). Fatakun (1991) melaporkan beberapa abnormalitas sitologi dapat terjadi, seperti serbuk sari tidak berkembang pada kepala putik, serbuk sari dapat tumbuh tetapi

dihambat oleh penetrasi jaringan stigmatik atau tabung serbuk sari tidak lurus tetapi berkelok-kelok. Adanya hambatan pada persilangan antarspesies dapat menyebabkan tingkat keberhasilan persilangan antara varietas yang satu dengan varietas yang lain berbeda.

Persilangan antarspesies pada tanaman mempunyai beberapa tujuan, antara lain (1) memperbaiki spesies dengan cara memindahkan satu atau beberapa sifat dari spesies lain, (2) menambah keragaman genetik atau menimbulkan keragaman baru sehingga memperbesar keragaman di alam atau koleksi yang sudah ada dan memperbanyak materi pemuliaan, (3) mendapatkan ekspresi karakter baru yang tidak nampak pada kedua spesies. Untuk mengetahui seberapa besar sifat-sifat dari dua tetua yang berbeda spesiesnya ini diturunkan kepada keturunannya perlu kajian daya waris sifat yang ditunjukkan oleh besarnya nilai duga heritabilitas.

Karakter hibrida hasil persilangan antarspesies dapat lebih unggul dibandingkan dengan nilai rata-rata kedua tetua atau tetua terbaiknya. Kondisi demikian disebabkan oleh adanya fenomena heterosis atau *vigour hybrids*. Fenomena heterosis dapat dijelaskan dasar genetiknya melalui dua hipotesis yang telah berkembang, yaitu teori dominan dan over dominan (Briggs dan Knowles, 1977). Milborrow (1998) menjelaskan bahwa vigor hibrida pada keturunan pertama hasil persilangan memiliki jumlah alel yang lebih banyak sehingga memungkinkan untuk lebih besar memiliki keragaman proses biokimia dibandingkan dengan tetuanya. Hal ini menyebabkan hibrida lebih tahan perubahan lingkungan, pertumbuhan menjadi lebih cepat dan lebih besar dibandingkan dengan tetuanya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji tingkat keberhasilan persilangan, pendugaan gejala heterosis, dan daya waris sifat pada persilangan antarspesies beberapa varietas kacang tunggak lokal NTB dengan beberapa varietas kacang panjang.

BAHAN DAN METODE

Percobaan terdiri atas tiga tahap kegiatan. Percobaan tahap pertama adalah persilangan antara

empat varietas kacang tunggak lokal NTB (P1) yang mempunyai karakter polong kaku, toleran pada lahan kering, dan tanaman pendek tegak dengan empat varietas kacang panjang (P2) yang mempunyai polong renyah dan produksi tinggi. Kacang tunggak digunakan sebagai tetua betina dan kacang panjang sebagai tetua jantan. Varietas lokal kacang tunggak NTB yang digunakan adalah KTL1 = varietas lokal Pamenang dengan warna biji ungu, KTL2 = varietas lokal Gerung dengan warna biji coklat, KTL3 = varietas lokal Narmada dengan warna burik, dan KTL4 = varietas lokal Praya dengan warna biji hitam. Kacang panjang yang digunakan adalah VKP1 = warna biji coklat, VKP2 = warna biji hitam dan putih, VKP3 = warna biji coklat putih, dan VKP4 = warna biji coklat muda.

Percobaan tahap kedua adalah evaluasi hasil hibridisasi (F_1) menggunakan rancangan acak kelompok. Percobaan menggunakan 16 genotipe hasil persilangan, masing-masing diulang empat kali. Pada tahap ini juga dilakukan seleksi terhadap 16 genotipe hasil persilangan untuk mendapatkan tiga genotipe terbaik yang memiliki kandungan protein dan antosianin tinggi, genotipe yang menyerupai kacang tunggak dengan tekstur polong lunak, genotipe yang menyerupai kacang panjang dengan pohon pendek dan kuat. Pada percobaan tahap ketiga, persilangan balik dilakukan antara F_1 terpilih dengan tetua betina (P1) untuk memperoleh BC1.1. dan dengan tetua jantan (P2) untuk mendapatkan BC1.2.

Tingkat keberhasilan persilangan dihitung dari perbandingan antara jumlah polong yang jadi dengan jumlah bunga betina yang telah dilakukan persarian dikalikan 100%. Data hasil pengamatan untuk evaluasi hasil hibridisasi dianalisis menggunakan analisis keragaman untuk rancangan acak lengkap. Analisis keragaman digunakan untuk menduga heritabilitas dalam arti luas. Nilai duga heritabilitas suatu sifat dihitung dengan rumus:

$$H = \sigma^2_G / (\sigma^2_G + \sigma^2_E)$$

di mana:

H = heritabilitas arti luas, σ^2_G = ragam genotip, σ^2_E = ragam error, $\sigma^2_G = (KTG-KTE)/r$, $\sigma^2_E = KTE$

Penggolongan nilai heritabilitas berdasarkan kriteria yang dibuat oleh Pantalone *et al.* (1996):

1. Rendah: <0,25

2. Agak rendah: 0,25-0,50

3. Agak tinggi: 0,51-0,75

4. Tinggi: >0,75

Di samping itu juga dihitung koefisien keragaman genetik (KKG) dengan rumus:

$$KKG = (\text{simpangan baku genotipe/rata-rata}) \times 100\%$$

Untuk menduga nilai heterosis dan heterobeltiosis digunakan rumus (Singh *et al.*, 2004):

$$H\% = [(F_1-MP)/MP \times 100]; SE (F_1-MP) = (3Me/2r)^{1/2}$$

Nilai heterobeltiosis berdasar tetua yang lebih baik (HB%):

$$HB\% = [(F_1-BP)/BP * 100]; SE (F_1-BP) = (2Me/r)^{1/2}$$

di mana:

Me = kuadrat tengah galat untuk tetua; F_1 = rata-rata keturunan pertama; MP = nilai rata-rata tetua = $(P1-P2)/2$; $P1$ = rata-rata penampakan tetua satu; $P2$ = rata-rata penampakan tetua dua; BP = nilai rata-rata tetua yang lebih baik; r = banyaknya ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah 16 genotipe keturunan pertama hasil persilangan antara empat varietas kacang tunggak lokal NTB dengan empat varietas kacang panjang. Banyaknya benih tiap keturunan berbeda-beda karena tingkat keberhasilan hibridisasinya juga berbeda. Tingkat keberhasilan persilangannya berkisar antara 31-57% (Tabel 1). Persilangan antara KTL1 dengan VKP2 memiliki tingkat keberhasilan paling tinggi, diikuti oleh persilangan antara KTL2 dengan VKP2, sedangkan tingkat keberhasilan paling rendah terdapat pada persilangan antara KTL3 dengan VKP4, disusul oleh KTL2 dengan VKP4. Rendahnya tingkat keberhasilan dalam hibridisasi kacang tunggak lokal NTB dengan kacang panjang terutama disebabkan oleh spesies kedua tanaman ini berbeda sehingga sering terjadi kegagalan dalam proses pembentukan polong. Di samping itu, baik pada kacang tunggak maupun kacang panjang, banyak bunga yang gugur sehingga tidak membentuk polong. Jumlah bunga mekar yang menjadi polong berkisar antara 20,9-74,6%. Faktor keterampilan, waktu pelaksanaan, alat, dan cuaca juga mempengaruhi tingkat keberhasilan hibridisasi (Ujianto *et al.*, 2007).

Tabel 1. Tingkat keberhasilan persilangan antara empat varietas kacang tunggak lokal NTB dengan empat varietas kacang panjang.

No.	Genotipe	Jumlah bunga yang disilangkan	Jumlah polong yang jadi	Tingkat keberhasilan (%)
1.	KTL1 x VKP1	112	49	43,8
2.	KTL1 x VKP2	115	65	56,5
3.	KTL1 x VKP3	110	52	47,3
4.	KTL1 x VKP4	119	44	37,0
5.	KTL2 x VKP1	132	54	40,9
6.	KTL2 x VKP2	125	64	51,2
7.	KTL2 x VKP3	114	42	36,8
8.	KTL2 x VKP4	128	40	31,3
9.	KTL3 x VKP1	135	51	37,8
10.	KTL3 x VKP2	142	56	39,4
11.	KTL3 x VKP3	140	48	34,3
12.	KTL3 x VKP4	138	43	31,2
13.	KTL4 x VKP1	98	39	39,8
14.	KTL4 x VKP2	89	41	46,1
15.	KTL4 x VKP3	88	33	37,5
16.	KTL4 x VKP4	84	30	35,7

KTL = kacang tunggak lokal NTB, VKP = varietas kacang panjang.

Fatakun dan Singh (1987) telah berhasil menyilangkan kacang tunggak yang dibudidayakan dengan jenis liar yang relatif berbulu (*V. unguiculata* ssp. *dekindtiana* var. *pubescens*). Tujuannya adalah untuk mentransfer bulu yang merupakan salah satu sifat dari *pubescens* yang diharapkan dapat meningkatkan ketahanan terhadap serangga. Persilangan dan pembuahan telah berhasil dilakukan, namun polong dan biji gugur 12 hari setelah persilangan, sehingga untuk menyelamatkan embrio hibridanya digunakan teknik kultur jaringan. Tanaman F_1 yang dihasilkan menunjukkan pertumbuhan yang baik tetapi hanya sekitar 32% serbuk sari yang tumbuh. Hasil pengujian sitologis dari tanaman F_1 menunjukkan adanya normalitas meiotik pada sel induk serbuk sari, tercermin dari sedikitnya univalen dan kuadriolen yang mengakibatkan diferensiasi struktural dalam kromosom.

Pada hibridisasi antara *V. unguiculata* ssp. *unguiculata* dengan *V. unguiculata* ssp. *protacta* var. *rhomboides*, hibrida F_1 yang dihasilkan sebagian fertil. Pada kondisi rumah kaca, tanaman F_1 berbunga banyak tetapi gugur setelah anthesis sehingga tidak menghasilkan polong (McComb, 1975). Hasil penelitian Rawal (1975) menunjukkan bahwa pada keadaan kelembaban yang tinggi dan temperatur yang rendah tanaman F_1 menghasilkan polong pada frekuensi yang lebih tinggi dan polong

yang dihasilkan rata-rata berisi tiga biji. Hampir 30% tanaman F_2 tidak berpolong meskipun seluruhnya berbunga. Hibridisasi antara kacang panjang (*V. unguiculata* ssp. *sesquipedalis*) dan *V. unguiculata* ssp. *tenuis* menghasilkan tanaman F_1 yang tumbuh baik dan beberapa sifat kedua tetua juga terlihat sama seperti panjang tangkai daun, panjang dan lebar daun, panjang polong, jumlah biji per polong, bobot 100 biji, dan panjang tangkai bunga.

Induksi tetraploid dari *V. unguiculata* telah dilakukan oleh beberapa peneliti dan terdapat perbedaan karakter morfologi, sterilitas serbuk sari, pembuahan, dan ketidakaturan meiosis yang meliputi pembentukan kuadriolen dan distribusi yang tidak sama pada stadia anafase. Disimpulkan bahwa sterilitas serbuk sari merupakan salah satu faktor pembatas dalam pengembangan varietas tetraploid secara komersial. Perilaku kromosom selama meiosis akan normal apabila yang disilangkan adalah tetua yang memiliki homolog lengkap dalam menghasilkan hibrida. Pada kasus tersebut, serbuk sari memiliki bentuk dan ukuran yang normal dan fertilitas umumnya tinggi. Tingkat fertilitas beberapa hibrida F_1 dari hibridisasi antara anggota genus *Vigna* mengisyaratkan adanya homolog yang tidak lengkap. Pengamatan tersebut mengundang pengujian yang lebih seksama untuk klasifikasi pada genus *Vigna*. Studi tingkat keberhasilan persilangan dan analisis DNA akan membantu penem-

patan anggota subspecies yang berbeda sehingga memiliki dampak positif terhadap eksploitasi, potensial genetik yang berguna di antara genotipe yang berbeda (Belanger *et al.*, 2003; Campinhos *et al.*, 1998).

Masalah utama dalam hibridisasi antarspecies melalui program pemuliaan tanaman adalah rendahnya kemungkinan untuk mendapatkan satu kombinasi gen-gen yang diharapkan dari spesies tetuanya. Secara umum dapat dikatakan bahwa makin jauh hubungan kekerabatan semakin meningkat kegagalan dalam mendapatkan tanaman F₁ yang fertil dan normal. Kegagalan ini lebih banyak disebabkan oleh ketidakmampuan tanaman yang memiliki polen dan ovule normal dalam membentuk benih karena gangguan genetik dan fisiologis yang menghalangi fertilisasi yang sering disebut dengan inkompatibilitas. Menurut Hadley dan Openshaw (1980), hambatan dalam hibridisasi antarspecies dapat digolongkan menjadi dua, yaitu eksternal dan internal. Hambatan internal lebih dominan dibandingkan dengan hambatan eksternal. Hambatan

eksternal berupa hambatan geografi, ekologi, dan musim.

Kacang tunggak yang tekstur polongnya kaku, baik pada saat masih muda maupun sudah tua, kurang cocok dijadikan sayur, terutama polong mudanya, sehingga hanya bijinya yang bisa dimanfaatkan. Setelah disilangkan dengan kacang panjang, tekstur keturunannya berubah menjadi lunak walaupun tidak selunak kacang panjang tetapi sudah memungkinkan polongnya dipanen muda untuk sayur sehingga siklus hidupnya menjadi lebih pendek dan mulsanya yang masih hijau segar dapat dimanfaatkan untuk pupuk hijau atau pakan ternak. Di samping teksturnya yang berubah, panjang polong keturunan kacang tunggak yang disilangkan dengan kacang panjang juga berubah dengan panjang polong lebih dari dua kali panjang polong kacang tunggak. Panjang polong kacang tunggak rata-rata 15 cm, sedangkan keturunan hasil persilangan rata-rata memiliki panjang polong lebih dari 30 cm (Tabel 2). Hasil persilangan KTL1 dengan empat varietas kacang panjang menghasilkan ke-

Tabel 2. Tekstur polong, rata-rata panjang polong, kandungan protein, dan kandungan antosianin tetua dan hasil persilangan antara empat varietas kacang tunggak lokal NTB dengan empat varietas kacang panjang.

No.	Genotipe	Tekstur polong	Rata-rata panjang polong	Kandungan protein (%)	Kandungan antosianin (ppm)
1.	KTL1	Agak kaku	15,46	27,2	71,4
2.	KTL2	Kaku	14,66	30,5	58,7
3.	KTL3	Kaku	16,17	24,6	12,6
4.	KTL4	Kaku	16,48	28,9	21,4
5.	VKP1	Lunak	52,53	18,5	13,8
6.	VKP2	Lunak	56,87	17,6	21,6
7.	VKP3	Lunak	59,23	20,4	9,6
8.	VKP4	Lunak	53,22	19,4	10,4
9.	KTL1 x VKP1	Lunak	36,50	24,5	45,5
10.	KTL1 x VKP2	Lunak	37,50	23,9	56,4
11.	KTL1 x VKP3	Lunak	38,25	24,9	21,6
12.	KTL1 x VKP4	Lunak	30,25	24,1	37,8
13.	KTL2 x VKP1	Agak lunak	38,00	27,6	41,1
14.	KTL2 x VKP2	Sedang	38,00	26,8	38,9
15.	KTL2 x VKP3	Sedang	37,50	28,7	11,2
16.	KTL2 x VKP4	Sedang	28,50	28,2	22,6
17.	KTL3 x VKP1	Sedang	37,75	21,6	8,8
18.	KTL3 x VKP2	Agak kaku	36,00	21,2	6,7
19.	KTL3 x VKP3	Agak kaku	31,50	22,1	3,4
20.	KTL3 x VKP4	Agak kaku	40,75	21,8	5,6
21.	KTL4 x VKP1	Agak lunak	36,25	23,4	9,8
22.	KTL4 x VKP2	Sedang	28,25	22,6	10,3
23.	KTL4 x VKP3	Sedang	37,00	23,5	6,2
24.	KTL4 x VKP4	Sedang	30,50	23,9	4,4

KTL = kacang tunggak lokal NTB, VKP = varietas kacang panjang.

turunan yang teksturnya mendekati tekstur polong kacang panjang dengan panjang polong 30,25-38,25 cm. Hal ini memberikan harapan untuk merakit varietas unggul kacang tunggak melalui program pemuliaan yang polongnya dapat dimanfaatkan untuk sayur, mulasanya untuk pakan ternak atau pupuk hijau, umur genjah, dan dapat dikembangkan di lahan kering yang banyak terdapat di Provinsi NTB.

Untuk keperluan analisis genetik dan memulihkan sifat kandungan protein dan antosianin tinggi maka dilakukan silang balik terhadap kedua tetuanya. Tingkat keberhasilan persilangan (Tabel 3) relatif tidak berbeda dengan persilangan antara kacang tunggak dengan kacang panjang (Tabel 1). Tingkat keberhasilan persilangan sedikit lebih baik karena keturunannya sudah banyak yang hetero-

sigot, sehingga peluang untuk bergabung menjadi lebih besar. Jumlah persilangan balik dibuat lebih sedikit karena dibutuhkan dalam jumlah sedikit dibandingkan dengan populasi F_2 . Karena sulitnya sinkronisasi pembungaan maka yang tadinya direncanakan masing-masing silang balik sebanyak 20 tidak bisa terpenuhi semua.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa berdasarkan pembagian tingkat heritabilitas Pantalone *et al.* (1996), peubah yang diamati memiliki nilai duga heritabilitas arti luas yang berbeda, ada yang rendah di bawah 25%, agak rendah antara 25-50%, agak tinggi antara 51-75%, dan tinggi di atas >75%. Diameter batang, jumlah cabang, jumlah polong, jumlah biji per polong, lebar polong, tebal polong, jumlah biji per tanaman, dan bobot biji per tanaman

Tabel 3. Tingkat keberhasilan silang balik antara keturunan pertama (F_1) dengan kedua tetuanya, yaitu kacang tunggak dan kacang panjang.

No. Genotipe	Jumlah bunga yang disilangkan	Jumlah polong yang jadi	Persentase keberhasilan (%)
1. (KTL1 x VKP1) x KTL1	20	9	45,0
2. (KTL1 x VKP1) x VKP1	18	11	61,1
3. (KTL1 x VKP2) x KTL1	18	10	55,6
4. (KTL1 x VKP2) x VKP2	19	11	57,9
5. (KTL1 x VKP3) x KTL1	20	10	50,0
6. (KTL1 x VKP3) x VKP3	20	9	45,0
7. (KTL1 x VKP4) x KTL1	18	9	50,0
8. (KTL1 x VKP4) x VKP4	19	8	42,1
9. (KTL2 x VKP1) x KTL2	17	8	47,1
10. (KTL2 x VKP1) x VKP1	20	7	35,0
11. (KTL2 x VKP2) x KTL2	20	9	45,0
12. (KTL2 x VKP2) x VKP2	20	7	35,0
13. (KTL2 x VKP3) x KTL2	17	8	47,1
14. (KTL2 x VKP3) x VKP3	19	8	42,1
15. (KTL2 x VKP4) x KTL2	20	9	45,0
16. (KTL2 x VKP4) x VKP4	18	10	55,6
17. (KTL3 x VKP1) x KTL3	18	8	44,4
18. (KTL3 x VKP1) x VKP1	20	8	40,0
19. (KTL3 x VKP2) x KTL3	17	8	47,1
20. (KTL3 x VKP2) x VKP2	20	9	45,0
21. (KTL3 x VKP3) x KTL3	19	8	42,1
22. (KTL3 x VKP3) x VKP3	17	8	47,1
23. (KTL3 x VKP4) x KTL3	18	7	38,9
24. (KTL3 x VKP4) x VKP4	20	8	40,0
25. (KTL4 x VKP1) x KTL4	19	7	36,8
26. (KTL4 x VKP1) x VKP1	20	9	45,0
27. (KTL4 x VKP2) x KTL4	17	7	41,2
28. (KTL4 x VKP2) x VKP2	20	9	45,0
29. (KTL4 x VKP3) x KTL4	19	7	36,8
30. (KTL4 x VKP3) x VKP3	20	7	35,0
31. (KTL4 x VKP4) x KTL4	18	9	50,0
32. (KTL4 x VKP4) x VKP4	19	8	42,1

KTL = kacang tunggak lokal NTB, VKP = varietas kacang panjang.

Tabel 4. Keragaman genetik, keragaman fenotipik, nilai duga heritabilitas arti luas dan koefisien keragaman genetik pada semua peubah yang diamati.

Peubah yang diamati	Keragaman genotipik	Keragaman fenotipik	Heritabilitas arti luas (%)	KKG (%)
Diameter batang	0,275	1,512	18,201	4,46
Jumlah cabang	0,031	0,480	6,507	2,68
Tinggi Tanaman	57,139	62,155	91,929	4,74
Jumlah polong	0,101	11,689	8,620	1,25
Panjang polong	14,597	18,337	79,604	7,59
Jumlah biji per polong	0,237	1,885	12,573	1,65
Lebar polong	0,080	1,137	7,036	2,36
Tebal Polong	0,044	0,679	6,480	2,58
Jumlah biji per tanaman	27,460	2.685,796	1,023	2,40
Umur berbunga	3,945	8,663	45,535	2,48
Umur panen	2,847	6,432	44,265	1,40
Bobot 100 butir biji	9,018	13,472	66,923	8,92
Bobot biji per tanaman	23,848	165,503	14,410	7,66

memiliki nilai duga heritabilitas yang rendah. Hal ini berarti sifat-sifat tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dibandingkan dengan faktor genetik total. Menurut Smith *et al.* (1998), perubahan iklim (musim tanam) atau tanah (lokasi) dapat menyebabkan perubahan sifat tersebut. Hal ini juga berarti bahwa sifat-sifat tersebut tidak banyak diwariskan dari tetua kepada turunannya. Umur berbunga dan umur panen memiliki nilai heritabilitas yang agak rendah, dan bobot 100 biji mempunyai nilai duga yang agak tinggi. Hal ini berarti sifat-sifat tersebut sama dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Artinya, baik faktor genetik maupun lingkungan, tidak berpengaruh dominan terhadap sifat-sifat tersebut. Menurut Umaharan *et al.* (1997), makin besar nilai duga heritabilitas, makin tinggi pengaruh faktor genetik. Sebaliknya, makin rendah nilai heritabilitas, makin besar pengaruh faktor lingkungan. Panjang polong dan tinggi tanaman menunjukkan nilai duga heritabilitas arti luas yang tinggi. Sifat-sifat ini sangat dipengaruhi oleh faktor genetik, kurang dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Perubahan lokasi atau musim tanam tidak banyak membawa perubahan sifat tersebut. Sifat-sifat keturunan memiliki banyak kemiripan dengan sifat-sifat tetuanya dan terdapat pengaruh yang dominan oleh faktor genetik pada sifat ini. Hal ini juga mengindikasikan bahwa gen pengendali sifat tersebut tidak banyak dan biasanya ada gen mayor, yaitu gen yang menentukan sifat.

Keturunan pertama hasil persilangan kacang tunggak lokal Gerung dengan kacang panjang ber-

biji coklat muda (KTL2 x VKP4) memiliki nilai heterosis dan heterobiltosis yang lebih tinggi dibandingkan dengan hibrida lainnya, masing-masing 18,38% dan 9,46% (Tabel 5). Kacang tunggak varietas lokal Gerung memiliki diameter polong yang lebih besar dibandingkan dengan varietas lokal lainnya, sehingga keturunannya memiliki nilai heterosis dan heterobiltosis yang tinggi jika disilangkan dengan kacang panjang pada beberapa varietas. Kacang tunggak varietas lokal Praya memiliki diameter polong yang relatif kecil sehingga nilai heterosis dan heterobiltosis keturunannya juga rendah. Nilai heterosis didasarkan pada nilai tengah kedua tetua, sedangkan heterobiltosis didasarkan pada nilai tetua tertinggi.

Persilangan antarspesies kacang tunggak yang memiliki diameter polong kecil dengan kacang panjang yang memiliki diameter polong besar menghasilkan keturunan dengan diameter polong besar yang melebihi rata-rata tetua, bahkan lebih tinggi tertua terbaiknya pada semua pasangan persilangan. Hal ini menunjukkan adanya vigor hibrida pada persilangan antarspesies tersebut. Menurut Singh *et al.* (2004), vigor hibrida merupakan fenomena heterosis dan heterobiltosis. Heterosis merupakan keunggulan hibrida F₁ terhadap nilai rata-rata tetuanya. Heterobiltosis adalah keunggulan hibrida F₁ terhadap nilai tertinggi tetuanya. Pewarisan karakter diameter batang ini bersifat over dominan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memanfaatkan fenomena heterosis dalam pemuliaan kacang-kacangan adalah besarnya nilai

Tabel 5. Nilai heterosis (H) dan heterobiltosis (HB) diameter polong pada beberapa keturunan hasil persilangan.

No.	Pasangan persilangan	F ₁	MP	BP	H (%)	HB (%)
1.	KTL1 x VKP2	10,8	9,2	9,4	17,4	14,9
2.	KTL1 x VKP3	10,6	9,5	9,2	11,6	15,2
3.	KTL1 x VKP4	10,5	9,1	9,2	15,4	14,1
4.	KTL2 x VKP1	10,7	8,8	9,1	21,6	17,6
5.	KTL2 x VKP3	10,4	8,9	9,4	16,9	10,6
6.	KTL2 x VKP4	11,3	8,9	9,5	27,0	18,9
7.	KTL3 x VKP1	9,9	8,3	8,7	19,3	13,8
8.	KTL3 x VKP2	10,2	8,6	8,7	18,6	17,2
9.	KTL3 x VKP4	10,7	8,9	9,2	20,2	16,3
10.	KTL4 x VKP1	9,8	8,8	8,9	11,4	10,1
11.	KTL4 x VKP2	10,5	8,5	9,2	23,5	14,1
12.	KTL4 x VKP3	10,6	8,7	9,1	21,8	16,5

F₁ = keturunan pertama, MP = nilai tengah kedua tetua, BP = nilai tetua terbaik, KTL = kacang tunggak Lokal NTB, VKP = varietas kacang panjang.

heterosis, kelayakan produksi benih hibridanya dalam jumlah besar, dan tipe gen yang terlibat.

Kajian fenomena heterosis pada tanaman kacang-kacangan telah banyak dilakukan (Abdelmulia *et al.*, 1999; Xin *et al.*, 2003; Dhuppe *et al.*, 2010; Zubair *et al.*, 2010; Kumar *et al.*, 2011, dan Filippetti *et al.*, 1999). Abdelmulia *et al.* (1999) melaporkan terdapat fenomena heterosis pada hasil per tanaman *Vicia faba* yang melebihi rata-rata tetua atau melebihi tetua terbaik yang digunakan. Xin *et al.* (2003) menyimpulkan bahwa komersialisasi hibrida kacang hijau masih belum menguntungkan secara ekonomis dibandingkan dengan hibrida padi. Hasil penelitian Dhuppe *et al.* (2010) menunjukkan hampir semua karakter yang diamati mengindikasikan fenomena heterosis. Karakter hibrida F₁ lebih unggul dibandingkan dengan tetua terbaik atau varietas standarnya dengan tingkat yang beragam. Kumar *et al.* (2011) melaporkan bahwa hasil kacang hijau menunjukkan gejala heterosis yang positif, sedangkan transpirasi dan membuka menutupnya stomata menunjukkan heterosis yang negatif. Rata-rata fotosintesis dan kandungan klorofil total tidak menunjukkan fenomena heterosis. Zubair *et al.* (2010) melaporkan lima hibrida F₁ menunjukkan heterosis untuk karakter jumlah polong per tanaman, jumlah biji per polong, dan hasil biji per tanaman. Hibrida tersebut memiliki potensi untuk diperbaiki daya hasilnya melalui program pemuliaan tanaman. Filippetti *et al.* (1999) menemukan gejala heterosis pada kandungan protein dan tripsin keturunan hasil per-

silangan dialel tanaman *Vicia faba*. Hibrida yang menunjukkan fenomena heterosis untuk diameter polong pada keturunan hasil persilangan kacang tunggak dengan kacang panjang dapat digunakan sebagai materi dalam perakitan varietas unggul baru kacang sayur.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tahun pertama tahap pertama, kedua, dan ketiga dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Persilangan antarspesies kacang tunggak varietas lokal NTB dengan kacang panjang memiliki tingkat keberhasilan persilangan yang berbeda, berkisar antara 31-57%. Demikian juga untuk silang balik, tingkat keberhasilan persilangan berkisar antara 35-61%.
2. Panjang polong dan tinggi tanaman menunjukkan nilai duga heritabilitas arti luas yang tinggi. Umur berbunga, umur panen, dan bobot 100 biji mempunyai nilai duga yang sedang, sifat lainnya memiliki nilai heritabilitas yang rendah.
3. Terdapat vigor hibrida untuk diameter polong pada semua pasangan persilangan dengan nilai heterosis berkisar antara 11,4-27,0% dan nilai heterobeltiosis 10,1-18,9%.
4. Terdapat beberapa genotipe keturunan hasil persilangan antar varietas kacang tunggak dengan kacang panjang yang memiliki prospek untuk dikembangkan menjadi varietas unggul kacang

tunggak yang polong mudanya dapat dipanen untuk sayur, umur genjah, dan biomass tanaman dapat digunakan untuk pakan ternak atau pupuk hijau.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmulia, A.A., W. Link, E. Von Kittlitz, dan D. Stelling. 1999. Heterosis and inheritance of drought tolerance in faba bean, *Vicia faba* L. *Plant Breed.* 11:485-490
- 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. *Crop Sci.* 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.
- Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1977. *Introduction to Plant Breeding.* USA: Reinhold. 426 p.
- Campinhos, E.N., I.P. Robinson, F.L. Bertolucci, and A.C. Alfenas. 1998. Interspecific hybridization and inbreeding effect in seed form a *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* clonal orchard in Brazil. *Genet Mol. Biol.* 21(3):1-12.
- Dhuppe, M.V., P.B. Wadikar, and S.P. Pole. 2010. Heterosis in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Res. J. Agric. Sci.* 1(4):438-440.
- Fatakun, C.A. 1991. Wide hybridization of cowpea: problems and prospects. *Euphytica* 54:137-140.
- Fatakun, C.A. and B.B. Singh. 1987. Interspecific hybridization between *Vigna pubescens* and *V. unguiculata* L. Walp. through embryo rescue. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 9:229-233.
- Fery, R.L. 1985. The genetics of cowpeas: A review of the world literature. p. 25-61. *In* S.R. Singh and K.O. Rachi (eds.) *Cowpea research, production and utilization.* John Wiley and Sons.
- Filippetti, A., G.H. Azadigan, and C. de Pace, 1999. Breeding strategies for seed protein content and trypsin inhibitors inferred from combining ability and heterosis in test crosses of *Vicia faba*. *Plant Breed.* 118:411-416.
- 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.
- Kumar, B.S., M. Prakash, and J. Gokulakrishnan. 2011. Genetic role of biochemical, biophysical and morpho-physiological characters in enhancing the seed yield in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Glob. J. Plant Ecophysiol* 1(1):14-25.
- McComb, J.A. 1975. Is intergeneric hybridization in the leguminosae possible?. *Euphytica* 24:497-502.
- Milborrow, B.V. 1998. A biochemical mechanism for hybrid vigour. *J. Experimental Botany* 49:1063-1071.
- Pantalone, V.R., J.W. Burton, and T.E. Carter, Jr. 1996. Soybean root heritability and genotypic correlations with agronomics and seed quality traits. *Crop Sci.* 35:1120-1125.
- Rawal, K.M. 1975. Natural hybridization among wild, weedy and cultivated *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Euphytica* 24:699-707.
- Singh, A.K., J.P. Moss, and J. Smartt. 1990. Ploidy manipulations for interspecific gene transfer. *Advances in Agronomy* 43:199-240.
- Singh, H., S. N. Sharma and R. S. Sain. 2004. Heterosis studies for yield and its components in bread wheat over environments. *Hereditas* Vol. 141:106-114
- 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.
- Trustinah, 1998. *Biologi Kacang Tunggak.* Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. hlm. 1-19.
- Ujianto, L., Idris, dan T. Mulyaningsih. 2003. Evaluasi sifat kualitatif dan kuantitatif kacang tunggak, kacang tanah, dan komak lokal Nusa Tenggara Barat. Fakultas Pertanian Unram, Mataram.
- Ujianto, L., Idris, dan T. Mulyaningsih. 2007. Kajian genetik tentang pewarisan sifat jumlah biji per polong dan jumlah polong per tanaman kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) varietas lokal NTB. *J. Penelitian Unram* 2(12):62-68.
- 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.
- Walker, D.W. and J.C. Miller, Jr. 1986. Intraspecific variability for drought resistance in cowpea. *Scientia Horticulturae* 29:87-100.
- Xin, C., W. Sorajjapinun, S. Reiwthongchum, and P. Srinives. 2003. Identification of parental mungbean lines for production of hybrid varieties. *CMU J.* 2(2):97-105.
- Zubair, M., S.U. Ajmal, and S. Ali. 2010. Heterosis for yield related attributes in mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Pak. J. Bot.* 42(12):3209-3214.