

**Analisis Genetik Generasi F_2 Hasil Persilangan Buncis
(*Phaseolus vulgaris* L.) Tipe Merambat dengan Tipe Semak**

**Genetic Analysis of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) F_2 Population of
Climbing and Bush Type Bean**

Samuel Nanda Lazuardi, Panjisakti Basunanda^{*)}

Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada
Jalan Flora No. 1, Bulaksumur, Sleman, Yogyakarta 55281, Indonesia.

^{*)} Penulis untuk korespondensi E-mail: panjisakti@ugm.ac.id

Diajukan: 15 Januari 2020 /Diterima: 21 April 2022 /Dipublikasi: 25 Mei 2022

ABSTRACT

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is one of the important legume plants that widely grown worldwide and it has high economic value. Kenya bean is one of the introduction cultivar obtained from Kenya, Africa. Local bean defined as bean that is commonly cultivated in Indonesia. Kenya bean is a bush-type plant, and on the other hand, local bean is a climbing-type plant. The crossing between Kenya bean and local bean can expand the genetic background of bean cultivated in Indonesia. This study aimed to generating bean which has bush type and evaluating the genetic diversity of F_2 generation offspring from the crossing of Temanggung local bean and Kenya bean. This research had been conducted from November 2018 to July 2019 at the greenhouse, screen house, and Plant Breeding Laboratory, Faculty of Agriculture, Universitas Gadjah Mada. One type of Temanggung local bean and one type of Kenya bean generated of introduction were used as parental, F_1 generation generated from outcrossing of both parental, and F_2 generation. F_1 generation had combination traits from both parental. Characters expressed in F_1 and F_2 generations were more leveraged by local bean, as of the characters in Kenya bean, particularly in plant height trait and growing type were not emerged in F_2 generation. Broad sense heritability value on quantitative characters classified as moderate to high, yet those characters could not be used in selection. On qualitative characters such as growing type, pod position, and seed colour could be assumed that they were controlled by several genes from both parental.

Key words: common bean; crossing; heritability; number of genes; phenotypic evaluation

INTISARI

Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) adalah salah satu tanaman legum penting yang ditanam di semua benua dan bernilai ekonomi tinggi. Buncis Kenya adalah kultivar introduksi dari Kenya, Afrika, memiliki tipe tumbuh tegak (*bush type*), sedangkan buncis lokal diartikan sebagai buncis yang lazim ditanam di Indonesia, memiliki karakter tipe tumbuh merambat (*climbing type*). Persilangan antara buncis Kenya dan buncis lokal dapat memperluas latar belakang genetik buncis yang ditanam di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan buncis dengan tipe

tumbuh tegak dan mengevaluasi keragaman genetik generasi F₂ hasil persilangan tanaman buncis lokal Temanggung dan buncis Kenya. Penelitian dilaksanakan di *greenhouse*, rumah kaca, dan Laboratorium Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada pada bulan November 2018 hingga Juli 2019. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu jenis benih buncis lokal Temanggung dan satu jenis buncis Kenya hasil introduksi sebagai tetua, generasi F₁ sebagai hasil persilangan kedua tetua, dan generasi F₂. Generasi F₁ memiliki sifat-sifat kombinasi kedua tetua. Karakter-karakter yang tereksresi pada generasi F₁ dan F₂ lebih banyak dipengaruhi oleh tetua lokal, sehingga karakter yang terdapat pada tetua Kenya, terutama pada karakter tinggi tanaman dan tipe pertumbuhan belum terlihat pada generasi F₂. Nilai heritabilitas arti luas pada karakter kuantitatif tergolong sedang hingga tinggi, namun karakter-karakter tersebut belum dapat dijadikan sebagai acuan di dalam tahap seleksi. Pada karakter kualitatif tipe pertumbuhan, posisi polong, dan warna biji dapat diduga dikendalikan oleh beberapa gen pada dua lokus.

Kata kunci: buncis; evaluasi fenotipik; heritabilitas; pendugaan gen; persilangan

PENDAHULUAN

Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) adalah salah satu tanaman legum penting yang ditanam di semua benua. Produk utama yang berasal dari tanaman ini adalah biji kering (biji dipanen pada tingkat kematangan fisiologis) dan polong berbiji (polong dipanen pada tingkat kematangan ekonomis). Pembudidayaan tanaman buncis di Indonesia telah meluas ke berbagai daerah sejak diperkenalkan pertama kalinya di benua Amerika. Pada tahun 1991, tercatat luas panen tanaman buncis mencapai 79.254 hektare dengan produksi 168.829 ton, tetapi hal tersebut tidak bertahan lama.

Buncis Kenya adalah kultivar introduksi dari Kenya, Afrika, memiliki tipe tumbuh tegak (*bush type*) (Waluyo dan Djuariah, 2013) dan bernilai ekonomi tinggi. Buncis Kenya memiliki tinggi tanaman 30 – 50 cm, bentuk polong

bulat sampai agak melebar dan berwarna hijau tua, menghasilkan jumlah polong segar pertanaman dengan rata-rata sebanyak 15,12 buah dan rata-rata bobot sebesar 74,47 gram selama 45 – 50 hst (hari setelah tanam) (Rahayu dan Sumpena, 2015). Buncis lokal, yang diartikan sebagai buncis yang lazim ditanam di Indonesia, memiliki karakter tipe tumbuh merambat (*climbing type*), tinggi tanaman hingga 3 meter, mudah rebah (apabila tidak diberi lanjaran atau ajir), produktivitas tinggi (menghasilkan polong yang besar dan banyak), dan dapat dipanen pada umur 60 – 70 hst (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998).

Eksresi tipe pertumbuhan bergantung pada tiga karakter yang hanya dapat diwariskan dari tetua, yaitu: 1) ujung tunas bersifat *determinate* atau *indeterminate*; 2) panjang ruas batang utama; dan 3) kemampuan untuk

merambat (*climbing ability*). Ekspresi fenotipik dari berbagai macam kombinasi karakter-karakter tersebut telah dikelompokkan menjadi empat jenis tipe tumbuh, dengan ketiga tipe yang pertama dianggap sebagai jenis tegak atau semak (*bush type*) dan yang tipe yang terakhir adalah jenis merambat (*climbing type*) (Singh, 1982 *cit.* Kornegay *et al.*, 1992). Buncis dengan tipe I memiliki ujung tunas yang bersifat *determinate*, percabangan yang kuat dan tegak, dan tidak memiliki kemampuan untuk memanjat (merambat ke atas). Tipe II yang tegak dan tipe III yang tegak tetapi lebih merunduk memiliki pertumbuhan ujung tunas yang bersifat *indeterminate*, pertumbuhan panjang ruas pada ujung batang utama dengan kemampuan melilit yang kecil hingga sedang, dan kemampuan memanjat yang rendah hingga sedang; beberapa tipe III akan dapat merambat ketika diberi ajir atau lanjaran. Tipe IV memiliki kekuatan batang utama yang lemah (*indeterminate*), pertumbuhan panjang ruas pada ujung batang utama dengan kemampuan melilit dan kemampuan memanjat yang kuat (Kornegay *et al.*, 1992).

Dari beberapa karakter penciri yang dimiliki oleh tanaman buncis, buncis dengan tipe tumbuh *determinate* telah banyak diminati oleh petani-petani. Hal tersebut dikarenakan buncis dengan tipe tumbuh *determinate* memiliki jarak antar nodus yang lebih pendek dan lebih sedikit,

kecilnya kemampuan untuk merambat, dan yang terpenting adalah meningkatnya alokasi biomassa pada perkembangan tanaman (peningkatan komponen hasil). Selain itu, buncis tipe *determinate* memiliki umur berbunga yang lebih cepat jika dibandingkan buncis dengan tipe *indeterminate*, lebih konsisten dalam memproduksi polong, dan pada proses budidaya, terutama pada saat panen dapat menggunakan mesin, sehingga memudahkan petani (Kwak *et al.*, 2012 *cit.* OECD, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kebenaran hasil persilangan buncis Kenya dengan buncis lokal berdasarkan sifat-sifat fenotipnya, menentukan heritabilitas karakter kuantitatif, dan menentukan tindak gen pengendali karakter kualitatif.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu jenis benih buncis lokal Temanggung dan satu jenis buncis Kenya hasil introduksi, media tanam (campuran pupuk limbah kotoran sapi, sekam bakar, dan tanah steril dengan perbandingan 1:1:1), pestisida pengendali belalang dan kutu putih, pupuk organik cair, pupuk NPK 16:16:16, dan pupuk kalium. Adapun peralatan yang digunakan adalah peralatan untuk penanaman, pemeliharaan tanaman, persilangan, dan peralatan pendukung lainnya. Peralatan penanaman dan

pemeliharaan seperti *polybag* dengan diameter 30 cm, sekop atau cetok, lanjaran dari bambu (untuk tetua buncis lokal), dan gembor. Peralatan persilangan seperti pinset aluminium dan tali/benang untuk memberi tanda pada bunga yang telah disilangkan. Peralatan pendukung seperti alat tulis, timbangan elektrik, dan meteran.

Penelitian dilaksanakan di *greenhouse*, rumah kaca, dan Laboratorium Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian UGM pada bulan November 2018 hingga Juli 2019. Sifat yang diinginkan dari anakan kedua tetua adalah buncis yang memiliki sifat tegak dengan hasil yang lebih tinggi dari rerata kedua tetua. Pembuatan generasi F_2 yang akan dievaluasi dilakukan dengan menyilangkan buncis tegak (kultivar asal Kenya) (P_1) sebagai tetua jantan dan buncis merambat (kultivar lokal Temanggung) (P_2) sebagai tetua betina yang diharapkan menghasilkan generasi F_1 , serta dilakukan persilangan resiprok antara P_1 sebagai tetua betina dan P_2 sebagai tetua jantan yang diharapkan

menghasilkan generasi F_{1R} (resiprok). Persilangan disarankan dilakukan pada pukul 06.00 – 08.00 WIB, sebelum matahari terik. Kastrasi dan emaskulasi secara hati-hati menggunakan pinset pada saat bunga masih kuncup dan berukuran kecil. Selanjutnya pada masing-masing generasi F_1 dan F_{1R} dilakukan swaberbuk sehingga menghasilkan F_2 . Selain itu, tetua akan selalu ditanam pada setiap generasi (F_1 dan F_2) sebagai kontrol. Keberhasilan persilangan dapat dilihat 3 – 5 hari setelah dilakukannya polinasi, yang ditandai oleh munculnya bakal buah pada ujung tangkai bunga dan mahkota bunga sudah mulai terlepas dari kelopak. Persilangan yang tidak berhasil pada umumnya ditandai dengan mengeringnya bunga dan rontok. Kegagalan persilangan pada tanaman dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain, tingkat kematangan polen dan kesiapan putik untuk dibuahi, waktu dilakukannya polinasi, dan kondisi mikroklimat ketika polinasi. Hasil persilangan maupun swaberbuk yang diperoleh pada setiap generasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil persilangan generasi $P_1 \times P_2$ dan swaberbuk generasi F_1

	Generasi			
	P_1	P_2	F_1	F_2
Benih yang ditanam	20	20	4	30
Benih yang berhasil tumbuh	13	15	4	17
Jumlah persilangan	(♀) 12	(♀) 18	ss	ss
Jumlah persilangan yang berhasil	0	2	9	-
Benih yang dihasilkan	(F_{1R}) 0	(F_1) 7	34	-

Keterangan: (ss) swaberbuk (*selfing/self-pollinating*)

Pengamatan dan pengukuran setiap variabel dilakukan terhadap seluruh tanaman yang ditanam untuk setiap kultivar berdasarkan *Descriptor for Phaseolus vulgaris* yang disusun oleh IBPGR (*International Board for Plant Genetic Resources*) (1982). Pengamatan dilakukan terhadap variabel kualitatif (tipe pertumbuhan, bentuk daun, kerontokan daun, warna petal, warna sepal, bentuk polong, warna polong muda, warna polong masak fisiologis, warna polong kering, posisi polong, posisi ujung runcing polong, orientasi ujung runcing polong, bentuk biji, pola dan warna kulit biji, kilapan biji, warna hipokotil, warna kotiledon, dan arah lilitan batang) dan kuantitatif (umur berbunga, panjang polong, lebar polong, jumlah polong per tanaman, tinggi hipokotil, jumlah biji per polong, bobot 100 biji, panjang biji, lebar biji, tinggi tanaman, diameter batang, jumlah nodus saat panen, dan jarak antar nodus).

Analisis Karakter Kualitatif

Pengujian yang dilakukan berfokus pada karakter tipe pertumbuhan, posisi polong, bentuk biji, dan warna kulit biji adalah uji *Chi-Square (Goodness of Fit)* (Pierce, 2005) untuk menentukan jumlah lokus pengendali beberapa karakter tersebut. Rasio fenotipe harapan ditentukan berdasarkan model satu lokus atau dua lokus yang diusulkan oleh Mendel.

Analisis Karakter Kuantitatif

Pengujian yang dilakukan berfokus pada karakter tinggi tanaman, tinggi hipokotil, diameter batang, jarak buku, jumlah nodus pada akhir masa vegetatif, jumlah polong pertanaman, jumlah biji per polong, panjang polong, lebar polong, panjang biji, dan lebar biji dengan menggunakan heritabilitas arti luas. Nilai duga heritabilitas arti luas dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Allard, 1960):

$$\text{Varian fenotipik } F_2: \sigma_{F_2}^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$$

$$\text{Heritabilitas arti luas: } h_{bs}^2 =$$

$$\frac{\sigma_{F_2}^2 - \frac{\sigma_{P_1}^2 + \sigma_{P_2}^2 + \sigma_{F_1}^2}{3}}{\sigma_{F_2}^2}$$

Keterangan:

$\sigma_{F_2}^2$: varian fenotipik F_2

σ_G^2 : varian genotipe

σ_E^2 : varian lingkungan

$\sigma_{P_1}^2$: varian populasi tetua 1

$\sigma_{P_2}^2$: varian populasi tetua 2

$\sigma_{F_1}^2$: varian populasi generasi F_1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keempat tanaman generasi F_1 teramati memiliki kenampakan gabungan dari kedua tetua, hal ini dapat dilihat dari tipe tumbuh yang tetap merambat (tipe IV) tetapi memiliki persebaran polong yang hampir merata di seluruh bagian tanaman dan memiliki banyak percabangan pada bagian pangkal batang utama.

Pendugaan Nilai Heritabilitas

Pendugaan nilai heritabilitas arti luas pada penelitian ini menggunakan metode Allard (1960). Hasil dari pendugaan nilai heritabilitas arti luas pada dua belas karakter kuantitatif generasi F₂ hasil persilangan antara tetua Kenya dan tetua lokal disajikan pada Tabel 3. Tinggi tanaman dan tinggi hipokotil yang menjadi karakter pertama terlihat pada masa vegetatif tanaman buncis, memiliki nilai heritabilitas masing-masing sebesar 97,3% dan 72,5% untuk tinggi hipokotil. Jika dilihat berdasarkan nilai heritabilitasnya dapat dikategorikan tinggi, seharusnya seleksi dapat dilakukan berdasarkan tinggi tanaman ataupun tinggi hipokotil. Namun dalam penelitian ini, nilai heritabilitas tinggi belum bisa menjadi patokan untuk melakukan seleksi berdasarkan karakter tinggi tanaman, hal ini dikarenakan karakter tanaman yang rendah seperti tetua Kenya belum terekspresi.

Bliss (1971) *cit.* Krastev (2014) menyatakan bahwa ketika menyilangkan tanaman buncis dengan tipe tumbuh *indeterminant* dan *determinant*, tinggi tanaman dan sifat tanaman dikontrol oleh dua gen epistasis, dan tanaman yang lebih tinggi akan mendominasi, sedangkan Ram & Prasad (1985) *cit.* Krastev (2014) menyatakan bahwa dominansi dari tanaman yang lebih tinggi dikontrol oleh satu gen.

Dominansi oleh tanaman yang lebih tinggi menyebabkan pada generasi F₂ belum memiliki habitus tanaman yang rendah seperti yang diharapkan. Hal ini juga dapat disebabkan karena individu-individu populasi generasi F₂ masih sedikit. Berbeda dengan karakter tinggi tanaman, meskipun tinggi hipokotil memiliki persebaran data yang baik karena terjadi segregasi, karakter ini juga belum dapat menjadi acuan untuk melakukan seleksi. Hal ini dapat dilihat kembali dari karakter tinggi tanaman pada generasi F₂ yang masih cenderung sangat tinggi, sehingga sementara dapat disimpulkan bahwa ketika tanaman memiliki tinggi hipokotil yang rendah belum tentu mendapatkan tanaman dengan habitus tanaman rendah.

Karakter jumlah nodus dan jarak buku memiliki nilai heritabilitas tinggi, masing-masing dengan nilai sebesar 89,2% dan 64,8%. Jumlah nodus pada generasi F₂ cenderung lebih banyak dari kedua tetua, tetapi memiliki persebaran yang cukup merata meskipun belum ada tanaman pada populasi F₂ yang memiliki jumlah nodus sedikit seperti tetua Kenya. Hal ini disebabkan oleh munculnya nodus-nodus dengan jarak yang pendek dan percabangan di batang utama bagian bawah pada beberapa tanaman F₂, sehingga membuat tanaman mempunyai jumlah nodus yang lebih banyak dari tetua Kenya.

Tabel 2. Deskripsi karakter-karakter pada tetua Kenya, tetua lokal, generasi F₁, dan generasi F₂

No.	Variabel Pengamatan	P ₁ (Kenya)	P ₂ (Lokal)	F ₁ (♀ Lokal × ♂ Kenya)	F ₂
1	Tinggi hipokotil (cm)	5,14 ± 0,12	8,66 ± 0,23	5,85 ± 0,26	6,71 ± 0,36
2	Tinggi tanaman (cm)	44,15 ± 1,37	185,27 ± 3,07	246,9 ± 8,03	247,43 ± 12,97
3	Jarak buku (cm)	7,85 ± 0,64	19,78 ± 1,10	9,63 ± 2,64	14,49 ± 0,73
4	Jumlah nodus saat panen	5 ± 0,31	10 ± 0,33	15 ± 0,96	13 ± 0,89
5	Diameter batang (mm)	9,82 ± 0,22	3,38 ± 0,10	4,78 ± 0,30	2,94 ± 0,11
6	Tipe pertumbuhan	Semak <i>indeterminate</i> [3]	<i>Indeterminate</i> [6]	<i>Indeterminate</i> [5]	Semak <i>indeterminate</i> [3] : 0% <i>Indeterminate</i> [5] : 52,9% <i>Indeterminate</i> [6] : 47,1%
7	Arah lilitan	-	Berlawanan arah jarum jam [1]	Berlawanan arah jarum jam [1]	Berlawanan arah jarum jam [1]
8	Warna hipokotil	Hijau [2]	Hijau [2]	Hijau [2]	Hijau [2]
9	Warna kotiledon	Hijau [3]	Hijau [3]	Hijau [3]	Hijau [3]
10	Bentuk daun	<i>Triangular</i> [1]	<i>Triangular</i> (1)	<i>Triangular</i> (1)	<i>Triangular</i> [1]
11	Kerontokan daun	Setengah dari seluruh jumlah daun [5]			
12	Hari berbunga (HST)	34 ± 0,35	48 ± 0,37	44	42 ± 0,86
13	Warna petal	Putih [1]	Putih [1]	Putih [1]	Putih [1]
14	Warna sepal	Hijau [1]	Hijau [1]	Hijau [1]	Hijau [1]
15	Jumlah polong per tanaman	12 ± 0,50	11 ± 0,58	13	8 ± 0,51
16	Jumlah biji per polong	4 ± 0,22	6 ± 0,25	3 ± 0,21	4 ± 0,26
17	Panjang polong (cm)	11,52 ± 0,40	13,12 ± 0,41	11,33 ± 0,44	12,16 ± 0,33
18	Lebar polong (cm)	0,85 ± 0,03	1,01 ± 0,04	0,88 ± 0,03	1,15 ± 0,03
19	Bentuk polong	Melengkung [7]	Melengkung [7]	Melengkung [7]	Melengkung [7]
20	Warna polong muda	Hijau normal [7]	Hijau normal [7]	Hijau normal [7]	Hijau normal [7]
21	Warna polong masak fisiologis	Hijau kuat [6]	Hijau kuat [6]	Hijau kuat [6]	Hijau kuat [6]
22	Warna polong kering	Kuning tua [10]	Kuning tua [10]	Kuning tua [10]	Kuning tua [10]
23	Posisi polong	Kombinasi [4]	Bagian atas [3]	Kombinasi [4]	Kombinasi [4] : 52,9% Bagian atas [3] : 47,1%
24	Panjang ujung runcing (cm)	0,39 ± 0,02	0,87 ± 0,05	0,69 ± 0,05	0,87 ± 0,03
25	Posisi ujung runcing	Marjinal [1]	Marjinal [1]	Marjinal [1]	Marjinal [1]

No.	Variabel Pengamatan	P ₁ (Kenya)	P ₂ (Lokal)	F ₁ (♀ Lokal × ♂ Kenya)	F ₂
26	Orientasi ujung runcing	Mengarah ke bawah [7]	Lurus [5]	Mengarah ke bawah [7]	Mengarah ke bawah [7] : 59% Lurus [5] : 41%
27	Panjang biji (cm)	0,88 ± 0,02	1,06 ± 0,02	0,78 ± 0,07	0,95 ± 0,03
28	Lebar biji (cm)	0,48 ± 0,02	0,63 ± 0,02	0,49 ± 0,04	0,62 ± 0,02
29	Bobot 100 biji (g)	17,83	30,47	-	25,43
30	Bentuk biji	Berbentuk kubus [3]	Bentuk ginjal [4]	Bentuk ginjal [4]	Berbentuk kubus [3] : 23% Bentuk ginjal [4] : 77%
31	Warna dan Pola kulit biji	Keputihan [8] (NN155D)	Coklat tua [2] (166A)	-	Keputihan (NN155D) : 0% Krem (164A) : 40% Coklat tua (166A) : 60%

Keterangan : Angka di dalam kurung siku merupakan angka klasifikasi yang mengacu pada *International Board for Plant Genetics Resources (Descriptor for Phaseolus vulgaris)*

Krastev (2014) menyatakan bahwa pewarisan sifat pada karakter jumlah nodus akan didominasi oleh tanaman yang memiliki jumlah nodus lebih banyak. Pada karakter jarak buku, dengan nilai heritabilitas yang cenderung tinggi dan memiliki persebaran pada generasi F₂ yang sudah merata, maka karakter ini dapat dijadikan sebagai acuan untuk proses seleksi, dengan harapan ketika dilakukan seleksi pada tanaman yang memiliki jarak buku yang sempit, generasi selanjutnya dari tanaman-tanaman tersebut memiliki karakter jarak buku yang sempit, menyerupai tetua Kenya.

Karakter diameter batang dan jumlah polong per tanaman memiliki kriteria nilai heritabilitas rendah, masing-masing sebesar 5,2% dan 8,1%. Nilai heritabilitas rendah berarti karakter-karakter ini tidak

dapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan seleksi pada populasi F₂. Salah satu faktor yang dapat menyebabkan nilai heritabilitas rendah adalah pengaruh faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi ukuran diameter batang dan banyaknya jumlah polong pada setiap tanaman. Faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi kedua karakter adalah rentang suhu media tanam dan suhu udara masing-masing sebesar 18°C dan 20 – 25°C untuk suhu udara, buncis masih dapat mentoleransi suhu hingga 27°C. Ketika suhu berada di atas 30°C, bunga dan bakal polong akan rontok sehingga jumlah polong menjadi lebih sedikit (Salcedo, 2008), hal ini yang terjadi saat generasi F₂ mulai berbunga. Perubahan lingkungan secara mendadak akan mempengaruhi nilai heritabilitas (Malcom, 2010).

Tabel 3. Komponen varian dan nilai heritabilitas beberapa karakter pada generasi F₂

Parameter Genetik	Tinggi Hipokotil	Tinggi Tanaman	Jumlah Nodus	Jarak Buku	Diameter Batang	Jumlah Polong per Tanaman
Varian tetua Kenya (σ^2_{P1})	0,182	24,438	1,314	16,065	0,637	3,244
Varian tetua lokal (σ^2_{P2})	0,772	141,425	1,582	17,986	0,266	4,996
Varian lingkungan (σ^2_E)	0,477	82,931	1,448	17,026	0,452	4,120
Varian fenotipe F ₂ (σ^2_{F2})	1,733	3027,388	13,379	48,384	0,477	4,484
Heritabilitas arti luas (h^2_{bs})	72,5%	97,3%	89,2%	64,8%	5,2%	8,1%
Varian tetua Kenya (σ^2_{P1})	1,913	0,011	0,007	0,607	0,00737	0,00303
Varian tetua lokal (σ^2_{P2})	2,488	0,023	0,031	0,901	0,00723	0,00547
Varian lingkungan (σ^2_E)	2,200	0,017	0,019	0,754	0,00730	0,00425
Varian fenotipe F ₂ (σ^2_{F2})	5,455	0,050	0,040	3,437	0,01182	0,00427
Heritabilitas arti luas (h^2_{bs})	59,7%	66%	51,7%	78,1%	38,3%	0,32%

Karakter panjang biji memiliki kriteria nilai heritabilitas sedang, yaitu sebesar 38,3%, sedangkan karakter lebar biji memiliki kriteria nilai heritabilitas yang sangat rendah, yaitu sebesar 0,32%. Nilai heritabilitas sedang menunjukkan karakter panjang biji memiliki kontribusi seimbang antara varian genotipe dengan varian lingkungan, sehingga masih ada harapan jika menanam biji yang pendek maka akan tumbuh tanaman dengan panjang biji seperti tetua Kenya. Namun pada kenyataannya, pada generasi F₂, biji yang pendek juga belum dapat mengekspresikan hal tersebut.

Karakter-karakter pada variabel hasil seperti panjang polong, lebar polong, panjang ujung runcing, dan jumlah biji per polong memiliki nilai heritabilitas yang tergolong sedang hingga tinggi, tetapi karakter-karakter tersebut tidak dijadikan fokus untuk kriteria seleksi pada penelitian ini. Secara keseluruhan, hampir semua karakter generasi F₂ memiliki kriteria nilai heritabilitas yang tergolong sedang hingga

tinggi, tetapi belum dapat dijadikan acuan untuk melakukan seleksi berdasarkan karakter-karakter tersebut dikarenakan belum ada tanaman yang memiliki karakter tetua Kenya. Nilai heritabilitas yang terlalu tinggi atau terlalu rendah juga dapat disebabkan karena pendugaan nilai bias dan *over estimate* jika hanya dilakukan pada satu lingkungan (Syukur, 2007), selain itu jumlah populasi yang masih terlalu sedikit juga mempengaruhi pendugaan nilai heritabilitas.

Pendugaan Jumlah Lokus Gen Pengendali

Karakter-karakter kualitatif yang memiliki perbedaan diantara kedua tetua adalah karakter tipe pertumbuhan, posisi polong, dan warna biji. Tetua Kenya memiliki tipe pertumbuhan semak *indeterminate* dengan posisi polong menyebar dari bawah hingga atas tanaman, tetua lokal memiliki tipe pertumbuhan *indeterminate* dengan posisi polong sebagian besar terletak di bagian atas

tanaman, sedangkan pada generasi F₂ terekspresi tipe pertumbuhan baru dengan tipe tumbuh *indeterminate*, mengikuti tetua lokal, –dengan posisi polong yang menyebar dari bawah hingga atas tanaman, mengikuti tetua Kenya. Tar'an *et al.* (2002) menyatakan bahwa persilangan antara buncis dengan tipe tumbuh *determinate* dan buncis dengan tipe tumbuh *indeterminate* menghasilkan populasi generasi F₂ dengan rasio tipe tumbuh yang sesuai dengan rasio Mendel 1:2:1, tetapi ada kemungkinan bahwa gen yang mengatur tipe pertumbuhan lebih dari satu dan berada pada lokus yang berbeda, sehingga belum dapat disimpulkan bahwa karakter tipe tumbuh dikendalikan oleh satu gen pada satu lokus. Dari tujuh belas tanaman yang teramati, delapan tanaman memiliki tipe pertumbuhan tipe 6 dan sembilan tanaman memiliki tipe pertumbuhan tipe 5 (klasifikasi tipe pertumbuhan menurut *International Board for Plant Genetics Resources* (1982)). Tipe pertumbuhan generasi F₂ memiliki nilai X² sebesar 1,210 dengan nilai probabilitas 0,546 pada model dua lokus yang menggunakan rasio 9:6:1, maka dapat diduga bahwa tipe pertumbuhan dikendalikan oleh lebih dari satu gen yang berada pada dua lokus. Rasio 9:6:1 menunjukkan terjadinya dominansi penuh pada kedua pasang gen, tetapi fenotip baru akan terbentuk dari interaksi antara gen dominan pada kedua pasang gen (Strickberger, 1985).

Pada karakter posisi polong, dilakukan uji pada model satu lokus maupun dua lokus. Hal ini dilakukan karena belum ada penelitian yang menyatakan secara jelas mengenai jumlah gen pengatur posisi polong. Selain itu, karakter posisi polong dan karakter tipe pertumbuhan memiliki hubungan, sehingga diduga juga dikendalikan oleh satu atau lebih gen dalam satu atau dua lokus. Dari tujuh belas tanaman, sembilan tanaman memiliki posisi polong tersebar dari bawah sampai atas batang utama dan delapan tanaman memiliki posisi polong yang terfokus pada bagian atas tanaman. Jika diuji menggunakan rasio model dua lokus, rasio 9:7 memiliki nilai X² sebesar 0,076 dengan nilai besar lebih dari 0,05, sehingga dapat diduga bahwa karakter posisi polong dikendalikan oleh lebih dari satu gen pada dua lokus, dimana terjadi dominansi penuh pada kedua pasang gen, tetapi ketika salah satu pasang gen (A atau B) homozigot resesif maka akan epistasis kepada gen lainnya (Strickberger, 1985).

Karakter warna biji memiliki hubungan dengan karakter pola warna pada biji, dikendalikan oleh tujuh gen yang berada pada lebih dari satu lokus (Prakken, 1970), sehingga karakter ini diuji menggunakan rasio model dua lokus. Dari 30 biji yang didapatkan, delapan belas biji berwarna coklat tua, dua belas biji berwarna krem, tetapi tidak biji berwarna putih belum terekspresi. Rasio Mendel yang sesuai dengan segregasi pada populasi generasi

F₂ adalah rasio 9:6:1, dengan nilai X² sebesar dua dan nilai probabilitas di atas 0,05. Diduga bahwa karakter warna biji dan pola warna biji dikendalikan oleh lebih dari satu gen pada dua lokus, dimana dominansi penuh pada kedua pasang gen; fenotip baru akan terbentuk dari interaksi antara gen dominan dan interaksi antara gen homozigot resesif (Strickberger, 1985).

KESIMPULAN

Generasi F₁ memiliki sifat-sifat kombinasi kedua tetua, maka dapat diyakini bahwa generasi tersebut adalah hasil persilangan kedua tetua. Nilai heritabilitas arti luas pada karakter kuantitatif tergolong sedang hingga tinggi, namun karakter-karakter tersebut belum dapat dijadikan sebagai acuan di dalam tahap seleksi. Karakter-karakter yang terekspresi pada generasi F₁ dan F₂ lebih banyak dipengaruhi oleh tetua lokal, sehingga dapat diasumsikan bahwa terjadi dominansi positif oleh tetua betina (kultivar lokal) pada sebagian besar karakter yang diwariskan. Karakter seperti kultivar Kenya, terutama pada karakter tinggi tanaman dan tipe pertumbuhan belum terlihat pada generasi F₂. Pada karakter kualitatif seperti tipe pertumbuhan, posisi polong, dan warna biji dapat diduga dikendalikan oleh beberapa gen pada dua lokus.

DAFTAR PUSTAKA

- Allard, R.W. 1960. *Principles of Plant Breeding*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- International Board for Plant Genetic Resources. 1982. *Descriptors for Phaseolus vulgaris*. IBPGR Secretariat, Rome.
- KEMENTAN. 2017. *Statistik Pertanian 2017*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia
- Kornegay, J., J.W. White, & O.O. de la Cruz. 1992. Growth habit and gene pool effects on inheritance of yield in common bean. *Journal Euphytica* 62: 171-180.
- Krastev, V., D. Dimova, & D. Svetleva. 2014. *Inheritance of some quantitative traits in common bean cross (BAT 477 X Dobroudjanski Ran)*. Agricultural University – Plovdiv, Bulgaria.
- Malcom, J.W. 2011. Smaller, scale-free gene networks increase quantitative trait heritability and result in faster population recovery. *Plos One Vol 6(2)*.
- OECD. 2016. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Safety Assessment of Transgenic Organism in the Environment*, Volume 6: OECD Consensus Documents. OECD Publishing, Paris.
- Pierce, B.A. 2012. *Genetics: A Conceptual Approach*, Fourth Edition. W. H. Freeman and Company, New York.
- Rachman, E.S. 2017. *Pendugaan Parameter Genetik pada Dua Populasi F₃ Buncis (Phaseolus vulgaris L.)*. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Skripsi.

- Rahayu, A. & U. Sumpena. 2015. *Perbandingan Hasil Produksi Beberapa Galur Tanaman Buncis Tegak (Phaseolus vulgaris L.) Hasil Introduksi dengan Varietas Balitsa 1 dan 2*. Prosiding pada Seminar Nasional “Swasembada Pangan”, Lampung 29 April 2015.
- Salcedo, J.M. 2008. *Regeneration Guidelines: Common Bean*. Bioversity International, Regional Office for the Americas, Colombia.
- Strickberger, M.W. 1985. *Genetics*, Third Edition. Macmillan Publishing Company, New York.
- Syukur, M. 2007. *Analisis Genetik dan Studi Pewarisan Sifat Ketahanan Cabai (Capsicum annuum L.) terhadap Antraknosa yang Disebabkan oleh Colletotrichum acutatum*. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Institut Pertanian Bogor. Disertasi.
- Tar'an, B., T.E. Michaels, & P. Pauls. 2002. Genetic mapping of agronomic traits in common bean. *Crop Science Vol 42*.
- Waluyo, N. & D. Djuariah. 2013. Varietas-varietas buncis (*phaseolus vulgaris* l.) yang telah dilepas oleh Balai Penelitian Tanaman Sayuran. *Iptek Tanaman Sayuran No. 002*.