

Parameter Genetik dan Seleksi Sorgum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Populasi F4 Hasil Single Seed Descent (SSD)
[Genetic Parameters and Selection of Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] F4 Populations Derived from Single Seed Descent (SSD)]

Yuli Sulistyowati¹, Trikoesoemaningtyas², Didy Sopandie², Sintho Wahyuning Ardie², & Satya Nugroho³

¹Fakultas Pasca Sarjana, IPB, Bogor, Indonesia.

²Departmen Agronomi dan hortikultura Fakultas Pertanian IPB, Bogor, Indonesia.

³Puslit Bioteknologi-LIPI, Cibinong, Indonesia.

Email: trikadytia@gmail.com; ysulistyowati@yahoo.com .

Memasukkan: Juni 2015, **Diterima:** Januari 2016

ABSTRACT

The objective of this study were to obtain information about genetic parameters of agronomic characters of sorghum populations derived from Single Seed Descent (SSD) method, and to estimate selection differensial and also to select of F4 population that have a high yield and medium plant height . The experiment was carried out at Leuwikopo Farm, Darmaga, Bogor from January to April 2014. The genetic material were F4 population derived from SSD. The results showed that based on the skewness and kurtosis values, all of the agronomy characters observed in this study were poligenic controlled and influenced by additive gene action. The genetic coefficient of variability values for all parameters varied from intermediate to high in F4 population. Agronomic characters in F4 responded positively to selection because of high broad sense heritability estimates. Correlation analysis showed that plant height, number of leaves, stem diameter, panicle length, panicle weight and 100 seed weight have significant and positive correlation to grain yield/plant. Differential value with selection intensity 10 % based on grain yield/plant will increase grain yield/plant 83.89 % and plant height 8.91 % in the next generation, whereas differensial value based on grain yield/plant and plant height will increase grain yield/plants 68.33 % and plant height 0.26 % in the next generation. It means that selected plant were expected increasing yield 83.89 % or 68.33 % in next generation.

Keywords: heritability, cefficient genetic variability, correlation analysis, selection differential

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang parameter genetik karakter agronomi populasi sorgum, menduga differensial seleksi dan seleksi populasi F4 yang berdaya hasil tinggi dan mempunyai tinggi tanaman yang sedang. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Leuwikopo, Darmaga, Bogor dari bulan Januari sampai April 2014. Materi genetik yang dipergunakan adalah populasi F4 yang diperoleh dari metode SSD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan nilai *skweness* dan *kurtosis*, semua karakter agronomi yang diamati dikendalikan oleh banyak gen (poligenik) dengan aksi gen aditif. Koefisien keragaman genetik karakter yang diamati berkisar dari sedang sampai luas dengan nilai dugaan heritabilitas arti luas yang tinggi. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, panjang malai, bobot malai dan bobot 100 biji mempunyai korelasi positif dan nyata dengan bobot biji/tanaman. Nilai diferensial seleksi dengan intensitas seleksi 10 % berdasarkan bobot biji/tanaman akan meningkatkan bobot biji bobot biji/tanaman sebesar 83,89% dan tinggi tanaman 8,91%, sedangkan berdasarkan karakter bobot biji/tanaman dan tinggi tanaman akan memberikan dugaan kemajuan genetik bobot biji/tanaman sebesar 68,33% dan tinggi tanaman 0,26 % pada generasi berikutnya.

Kata Kunci : heritabilitas, koefisien keragaman genetik, korelasi, diferensial seleksi

PENDAHULUAN

Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) merupakan salah satu tanaman serealia yang berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia, karena memiliki adaptasi yang luas dan lebih tahan terhadap kekeringan dibandingkan tanaman pangan lain (Sihono 2013). Luas lahan kering di Indonesia mencapai sekitar 148

juta ha, dimana 102,8 juta ha dari lahan tersebut merupakan tanah masam. (Mulyani *et al.* 2004). Penggunaan lahan kering bertanah masam untuk pertanian menjadi sangat penting karena potensi luasannya yang sangat besar.

Menurut Hoeman (2007) budidaya sorgum di Indonesia masih sedikit karena ketersediaan varietas unggul sorgum masih terbatas. Sorgum

bukan tanaman asli Indonesia, sehingga keragaman genetik yang ada masih sangat terbatas. Keragaman genetik dapat ditingkatkan dengan mencari sumber-sumber genetik baru melalui pemuliaan tanaman. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor telah melakukan persilangan antara galur mutan B-69 dengan varietas Numbu. B69 merupakan galur mutan yang dikembangkan oleh BATAN, sedangkan Numbu adalah galur introduksi dari India yang sudah dilepas oleh Pemerintah Indonesia menjadi varietas nasional pada tahun 2001. Berdasarkan penelitian Sungkono *et al.* (2009), Numbu merupakan genotipe toleran tanah masam dan B69 merupakan genotipe peka tanah masam.

Metode seleksi yang biasa digunakan pada tanaman tipe menyerbuki sendiri adalah metode *pedigree*, *bulk* dan *single seed descent* (SSD). Yohannes *et al.* (2015) dan Sihono (2013) menggunakan metode *pedigree* untuk seleksi pada sorgum, sedangkan Doggett (1972) menggunakan seleksi berulang (*recurrent selection*). Belum banyak penelitian pada sorgum menggunakan metode SSD. Metode SSD merupakan pengembangan dari metode *bulk*. Kelebihan metode SSD dibanding metode *bulk* adalah kebutuhan lahan penanaman yang lebih sedikit, dapat mempercepat pembentukan galur murni karena dapat menanam di luar musim (menanam di rumah kaca), dapat mempertahankan keturunan dari sejumlah besar tanaman F2 dengan mengurangi hilangnya genotipe selama generasi segregasi (Phoelman & Sleper 2006). Beberapa peneliti telah menggunakan metode SSD pada berbagai spesies tanaman, seperti pada tanaman padi untuk mendapatkan galur berdaya hasil tinggi sampai generasi F7 (Janwan *et al.* 2013), tanaman kacang panjang generasi F4 (Sarutayophat & Nualsri 2010), pada tanaman barley (Lalic *et al.* 2010), dan kedelai (Miladinovic *et al.* 2011).

Keberhasilan perakitan varietas sorgum ditentukan oleh ketersediaan sumber genetik, variabilitas genetik yang luas, serta pemahaman tentang kendali genetik karakter-karakter yang menjadi tujuan perbaikan. Efektivitas seleksi dapat dilihat dari kemajuan seleksi dengan menghitung nilai diferensial seleksi. Diferensial seleksi merupakan selisih nilai tengah populasi hasil seleksi dengan populasi dasarnya (Roy 2000). Diferensial seleksi menggambarkan keunggulan populasi yang terseleksi dibandingkan populasi dasarnya.

Bobot biji/tanaman merupakan karakter yang berhubungan langsung dengan daya hasil. Oleh karena itu seleksi dilakukan berdasarkan karakter bobot biji/tanaman. Pemilihan karakter sebagai kriteria seleksi memerlukan informasi mengenai keragaman genetik dan heritabilitas. Tinggi tanaman merupakan karakter yang penting karena berkaitan dengan produksi biji dan bioetanol. Untuk kebutuhan produksi biji, tanaman yang rendah akan memudahkan pemeliharaan, pemanenan dan memperkecil resiko rebah. Secara fisiologis tanaman yang tidak terlalu tinggi akan mengalokasikan lebih banyak fotosintat ke biji daripada ke batang, karena merupakan sumber utama dari karbohidrat dan biji merupakan sink utama (Taiz & Zeiger 2002). Di sisi lain, untuk kebutuhan bioetanol tinggi tanaman merupakan salah satu karakter target. Tanaman yang tinggi diharapkan mampu menghasilkan bobot batang yang tinggi sehingga lebih banyak menghasilkan volume nira batang sebagai bahan baku bioetanol.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang parameter genetik karakter agronomi galur-galur sorgum yang dikembangkan melalui metode *single seed descent*, serta mendapatkan galur-galur F4 yang mempunyai potensi hasil tinggi dan tinggi tanaman sedang.

BAHAN DAN CARA KERJA

Percobaan di lapang dilakukan di Kebun Percobaan Leuwikopo Darmaga pada bulan Januari – April 2014. Bahan tanaman yang digunakan adalah genotipe B69 (P1) dan Numbu (P2), masing-masing 20 tanaman dan 308 individu tanaman F4. Penanaman dilakukan secara langsung dengan cara menanam benih pada lubang tanam yang telah ditugal dengan jarak tanam 70 cm x 15 cm sebanyak 3 butir/lubang. Setelah tanaman berumur 2 minggu dilakukan penjarangan dan disisakan 1 bibit/lubang. Pupuk dasar diberikan pada saat tanam dengan dosis 150 kg/ha Urea, 100 kg/ha SP-36, dan 100 kg/ha KCl. Urea diberikan dua kali, yaitu 2/3 bagian saat tanam dan 1/3 bagian setelah tanaman berumur 6 minggu. Pengendalian hama dan penyakit dimulai sejak saat tanam dengan memberikan karbofuran 3G ke dalam lubang tanam dan selanjutnya dilakukan sesuai dengan kondisi tanaman. Karakter pengamatan meliputi :

1. Tinggi tanaman (cm), diukur pada batang utama mulai dari permukaan tanah sampai ujung malai, diamati pada saat menjelang panen.
2. Jumlah daun (helai), diamati saat fase vegetatif akhir.
3. Diameter batang (mm), diukur setelah ruas kedua sekitar 10 cm dari permukaan tanah, diamati pada saat fase vegetatif akhir.
4. Panjang malai (cm), diukur mulai dari pangkal hingga ujung malai, diamati pada saat panen.
5. Bobot malai (g), yaitu bobot malai setelah dikeringkan.
6. Bobot biji per tanaman (g), yaitu bobot seluruh biji yang telah dikeringkan dan dirontokkan dari malai.
7. Bobot 100 biji (g).

Analisis data meliputi ragam fenotipe (σ^2_p), ragam lingkungan (σ^2_e), dan ragam genetik (σ^2_g). Selanjutnya dihitung nilai heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) dari nilai ragam yang diperoleh untuk melihat pengaruh genetik pada karakter yang diamati (Allard 1960).

$$\begin{aligned} \text{Ragam } (\sigma^2) &= \left(\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1} \right) \\ \text{Ragam fenotipe } (\sigma^2_p) &= \sigma^2 F_2 \\ \text{Ragam lingkungan } (\sigma^2_e) &= \frac{\sigma^2 P_1 + \sigma^2 P_2}{2} \\ \text{Ragam genetik } (\sigma^2_g) &= \sigma^2_p - \sigma^2_e \\ \text{Heritabilitas arti luas } (h^2_{bs}) &= \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_p} \end{aligned}$$

Nilai heritabilitas menurut Stanfield (1983) diklasifikasikan menjadi tinggi jika $h^2 \geq 0,50$, sedang jika $0,20 \geq h^2 \geq 0,50$, dan rendah jika $h^2 < 0,20$.

Koefisien keragaman genetik (KKG) digunakan untuk menduga luas atau tidaknya keragaman genetik yang dimiliki masing-masing karakter yang dihitung berdasarkan rumus berikut (Knight 1979):

$$KKG = \frac{\sqrt{\sigma^2_g}}{\bar{x}} \times 100\%$$

Keterangan:

σ^2_g = ragam genetik dan \bar{x} = rata-rata populasi
Kriteria: Sempit (0-10%), sedang (10-20%) dan luas (> 20%).

Pendugaan aksi gen dilakukan berdasarkan nilai *skewness* (kemenjuluran kurva) dan *kurtosis*

(keruncingan kurva) (Roy 2000). Jika *skewness* = 0 maka karakter dikendalikan oleh aksi gen aditif, *skewness* < 0 aksi gen aditif dengan epistasis duplikat, *skewness* > 0 aksi gen aditif dengan epistasis komplementer. Kurtosis menggambarkan bentuk dari kurva sebaran. Jika kurtosis bernilai negatif menunjukkan bentuk grafik sebaran *platykurtic*, karakter dikendalikan oleh banyak gen, kurtosis bernilai positif maka grafik berbentuk *leptokurtic* mengindikasikan karakter dikendalikan oleh sedikit gen.

Statistik uji untuk kedua parameter tersebut mengikuti sebaran normal baku yaitu dengan nilai kritis untuk pengujian dua-arah yaitu $Z_{0,05/2} = 1.96$ dan $Z_{0,01/2} = 2.57$. Nilai *skewness*, *kurtosis* dan standard error dihitung menggunakan program SPSS 15.0.

Analisis korelasi digunakan untuk mengetahui karakter yang berkaitan dengan karakter utama, yaitu untuk memperbaiki respon ikutan dalam penerapan seleksi tak langsung. Analisis korelasi dilakukan menggunakan program Minitab 14.

Penghitungan diferensial seleksi dilakukan dengan perhitungan prosentase dari selisih antara rata-rata tanaman terseleksi F4 - rata-rata awal F4 dibagi rata-rata awal F4 x 100 %. Selanjutnya rata-rata awal merupakan nilai rata-rata seluruh populasi F4. Rataan tanaman terseleksi merupakan nilai rata-rata dari semua individu-individu terpilih pada F4.

HASIL

Nilai tengah karakter agronomi

Nilai rata-rata pengamatan karakter agronomi pada populasi F4 ditampilkan pada Tabel 1. Hasil pengamatan karakter agronomi pada sorgum generasi F4 menunjukkan bahwa nilai tengah karakter tinggi tanaman dan panjang malai berada diantara kedua tetua. Sedangkan karakter diameter batang, jumlah daun, bobot biji/tanaman, bobot malai dan bobot 100 butir berada dibawah kedua tetua. Populasi F4 mempunyai kisaran yang lebar yang menunjukkan adanya individu-individu yang berada di bawah dan di atas nilai dari kedua tetua.

Sebaran dan aksi gen

Analisis sebaran frekuensi karakter pertumbuhan yaitu tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun serta karakter komponen hasil yaitu panjang malai, bobot malai dan bobot biji/tanaman

Tabel 1. Keragaman karakter agronomi populasi F4 dengan tetuanya

Karakter	B69	Numbu	P-value	F4	Kisaran F4
Tinggi tanaman (cm)	169,90	245,45	0,000 **	222,90	123,00 – 305,00
Diameter batang (mm)	19,25	17,10	0,007 **	16,52	8,36 – 28,71
Jumlah daun	10,25	10,10	0,606 tn	9,69	7,00 – 12,00
Panjang malai (cm)	26,28	20,45	0,000 **	21,04	12,00 – 29,00
Bobot biji/tanaman (g)	68,24	81,66	0,015 *	64,60	4,62 – 143,51
Bobot malai (g)	81,05	94,50	0,032 *	75,09	7,02 – 165,04
Bobot 100 butir (g)	2,78	3,82	0,000 **	3,05	1,67 – 4,27

Keterangan : *= berbeda nyata pada taraf 5%, **= berbeda nyata pada taraf 1%, tn= berbeda tidak nyata

Tabel 2. Nilai *skewness* dan kurtosis karakter agronomi pada populasi F4

Karakter	Skewness	Z _{skewness}	Aksi gen	Kurtosis	Z _{kurtosis}	Jumlah gen
Tinggi tanaman	-0,082	-0,59 tn	Aditif	0,077	0,28 tn	Banyak
Diameter batang	0,155	1,12 tn	Aditif	-0,563	-2,03 *	Sedikit
Panjang malai	-0,125	-0,90 tn	Aditif	-0,343	-1,24 tn	Banyak
Jumlah daun	-0,180	-1,29 tn	Aditif	-0,444	-1,60 tn	Banyak
Bobot biji/tanaman	0,205	1,48 tn	Aditif	-0,467	-1,69 tn	Banyak
Bobot malai	0,207	1,49 tn	Aditif	-0,472	-1,70 tn	Banyak

Keterangan : *= berbeda nyata pada taraf 5%, tn= berbeda tidak nyata

Tabel 3. Nilai ragam lingkungan (σ^2_e), nilai ragam genetik (σ^2_g), nilai ragam fenotip (σ^2_p), heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) dan koefisien keragaman genetik (KKG)

Karakter	σ^2_p	σ^2_e	σ^2_g	h^2_{bs}	Kriteria	KKG	Kriteria
Tinggi tanaman	988,553	354,231	634,323	64,17	tinggi	11,30	sedang
Diameter batang	15,305	5,656	9,649	63,04	tinggi	18,80	sedang
Jumlah daun	1,367	0,831	0,537	39,25	sedang	7,56	sempit
Panjang malai	12,426	3,834	8,593	69,15	tinggi	13,93	sedang
Bobot biji/tanaman	873,068	277,326	595,743	68,24	tinggi	37,78	luas
Bobot malai	1157,279	362,736	794,543	68,66	tinggi	37,61	luas
Bobot 100 biji	0,299	0,099	0,200	66,74	tinggi	14,65	sedang

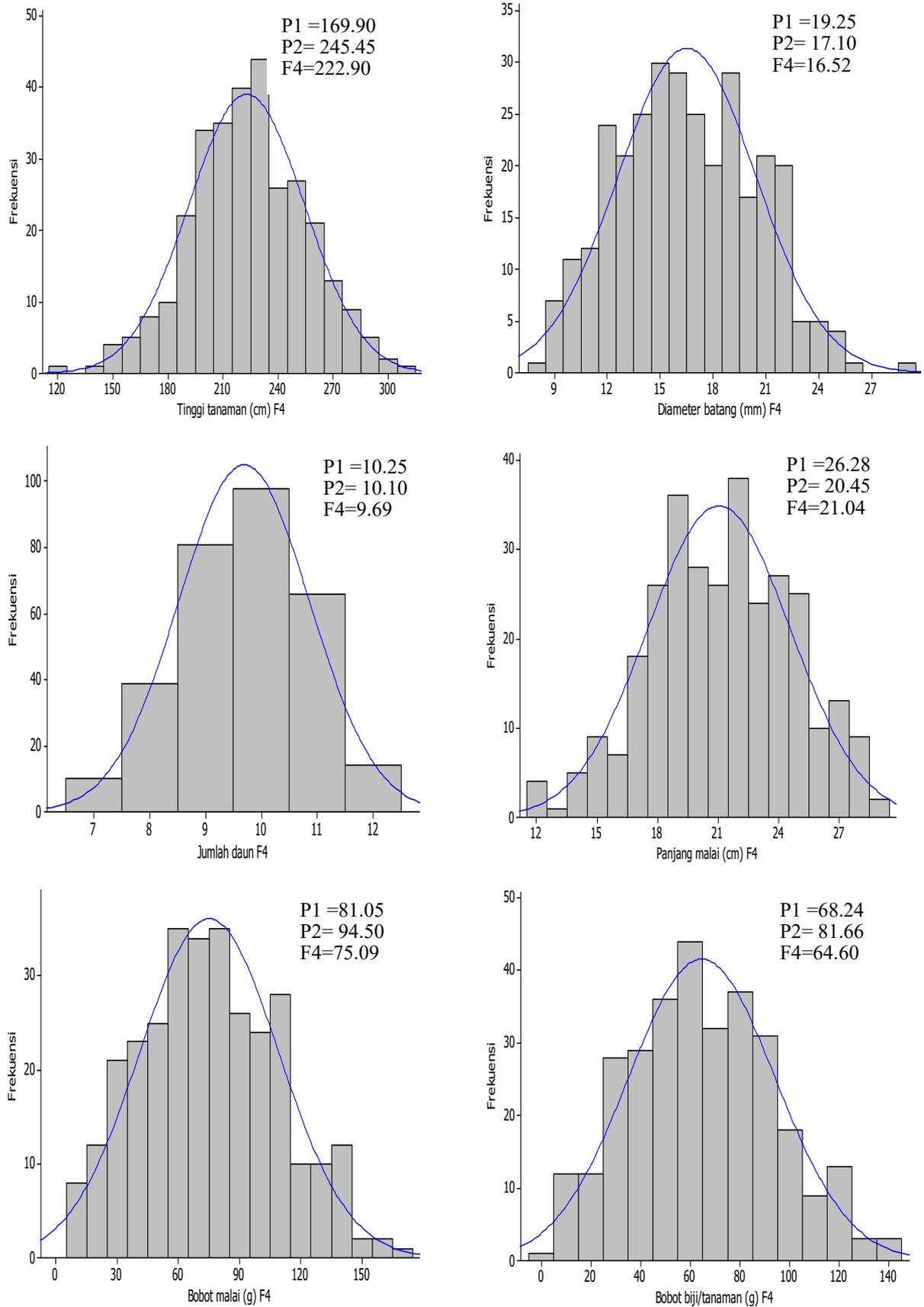
pada populasi F4 menunjukkan pola sebaran kontinyu (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa karakter tersebut bersifat kuantitatif atau dikendalikan oleh banyak gen.

Hasil analisis pendugaan aksi gen dengan uji Z *skewness* dan *kurtosis* pada populasi F4 (Tabel 2) menunjukkan bahwa semua karakter yang diamati tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa karakter tersebut memiliki pola sebaran data mendekati normal dan dikendalikan oleh banyak gen dengan aksi gen aditif.

Ragam Genetik dan Heritabilitas

Nilai koefisien keragaman genetik dan heritabilitas disajikan pada Tabel 3. Pada populasi F4 masih terdapat keragaman genetik, dengan nilai koefisien keragaman genetik berkisar antara sempit sampai luas. Nilai duga heritabilitas digunakan untuk mengetahui proporsi ragam genetik dibandingkan dengan ragam lingkungannya, sehingga dapat diketahui sejauh apa suatu karakter dapat diwariskan dari tetua kepada keturunannya. Nilai heritabilitas pada populasi F4 menunjukkan

Pendugaan Parameter Genetik dan Seleksi Sorgum [*Sorghum bicolor*(L.) Moench]



Gambar 1. Sebaran fenotipe karakter agronomi populasi F4. P1 = B69 , P2 = Numbu

Tabel 4. Korelasi antar karakter agronomi sorgum populasi F4

Peubah	TT	DB	JD	PM	DM	BB	BM
DB	0,123*						
JD	0,439**	0,456**					
PM	0,398**	0,417**	0,126*				
DM	0,261**	0,672**	0,480**	0,348**			
BB	0,435**	0,654**	0,440**	0,506**	0,812**		
BM	0,419**	0,668**	0,450**	0,503**	0,826**	0,996**	
100B	0,506**	0,047 tn	0,104 tn	0,312**	0,065 tn	0,302**	0,273**

Keterangan : * : berkorelasi nyata pada taraf 5%, ** : berkorelasi sangat nyata pada taraf 1%, tn: tidak nyata. TT : Tinggi tanaman, DB : Diameter Batang, JD : Jumlah daun, PM : Panjang malai, DM : Diameter malai, BB : Bobot biji per tanaman, BM : Bobot malai, 100B : Bobot 100 biji

Tabel 5. Diferensial seleksi berdasarkan karakter bobot biji/tanaman sorgum populasi F4

Karakter	Rata-rata Populasi Awal	Rata-rata Populasi Terseleksi	Diferensial Seleksi (%)
Tinggi tanaman	222,90	242,77	8,91
Diameter batang	16,52	19,94	20,69
Jumlah daun	9,69	10,37	6,97
Panjang malai	21,03	23,25	10,52
Bobot biji/tanaman	64,60	118,79	83,89
Bobot malai	75,09	137,33	82,88
Bobot 100 biji	3,05	3,40	11,50

nilai heritabilitas yang tinggi kecuali jumlah daun.

Analisis Korelasi Populasi F4

Hasil korelasi karakter-karakter agronomi pada populasi F4 menunjukkan bahwa semua karakter yang diamati berkorelasi positif dan nyata terhadap bobot biji/tanaman (Tabel 4). Dengan demikian perbaikan pada karakter-karakter tersebut akan diikuti oleh peningkatan terhadap bobot biji/tanaman. Hasil yang serupa juga diperoleh dari penelitian Ibrahim *et al.* (2014) bahwa hasil biji/tanaman sorgum berkorelasi positif dan nyata dengan komponen hasil baik pada lingkungan cekaman kekeringan maupun tidak.

Diferensial Seleksi Populasi F4

Nilai diferensial seleksi berdasarkan karakter bobot biji/tanaman ditampilkan pada Tabel 5. Seleksi dengan intensitas 10% akan meningkatkan bobot biji/tanaman sebesar 83,89 % pada generasi berikutnya. Populasi awal dari F4 adalah 308 individu sehingga intensitas seleksi 10% akan

Tabel 6. Diferensial seleksi berdasarkan karakter bobot biji/tanaman dan tinggi tanaman sorgum populasi F4

Karakter	Rata-rata Populasi Awal	Rata-rata Populasi Terseleksi	Diferensial Seleksi (%)
Tinggi tanaman	222,90	223,50	0,26
Diameter batang	16,52	19,39	17,35
Jumlah daun	9,69	10,27	5,93
Panjang malai	21,03	23,03	9,49
Bobot biji/tanaman	64,60	108,74	68,33
Bobot malai	75,09	126,19	68,06
Bobot 100 biji	3,05	3,13	2,64

diperoleh 30 individu. Peningkatan bobot biji/tanaman ini juga diiringi oleh peningkatan nilai tengah karakter lain yang diamati. Karakter tinggi tanaman juga mengalami peningkatan sebesar 8,91 %. Sedangkan seleksi berdasarkan 2 karakter yang dilakukan secara simultan yaitu bobot biji/tanaman dan tinggi tanaman akan memberikan peningkatan terhadap bobot biji/tanaman sebesar 68,33% dengan nilai differensial seleksi untuk tinggi tanaman hanya 0,26 % (Tabel 6). Dengan demikian akan diperoleh tanaman yang mempunyai potensi hasil tinggi dengan tinggi tanaman yang tidak terlalu tinggi atau sedang.

PEMBAHASAN

Kisaran yang lebar pada populasi F4 menunjukkan terdapat keragaman pada populasi F4 yang terjadi karena kedua tetua memiliki latar

belakang genetik yang berbeda. Genotipe B69 merupakan galur mutan hasil radiasi varietas Durra oleh BATAN. Numbu adalah introduksi dari India yang telah dilepas oleh Pemerintah menjadi varietas nasional pada tahun 2001. Persilangan akan menyebabkan terjadinya rekombinasi gen-gen dari tetua. Menurut Sjamsudin (1990), keragaman genetik dapat terjadi karena adanya gen-gen yang bersegregasi dan berinteraksi dengan gen lain, terutama pada generasi awal sehingga tingkat heterosigositasnya tinggi. Hal ini berarti pada populasi F4 terdapat segregan transgresif yang ditunjukkan oleh kisaran nilai yang lebar yang lebih tinggi atau lebih rendah dari kedua tetua. Segregan transgresif terjadi karena akumulasi gen-gen yang menguntungkan dari kedua tetua akibat terjadinya rekombinasi gen (Noori & Harati 2005). Hal ini dapat memberikan peluang untuk melakukan seleksi atau memilih galur dengan keragaan yang lebih baik dari tetua.

Sebaran data dapat dilihat melalui nilai *skewness* dan *kurtosis*. Nilai kemencung kurva (*skewness*) dapat digunakan untuk mengetahui aksi gen yang mengendalikan suatu karakter dan nilai keruncingan kurva (*kurtosis*) dapat digunakan untuk menduga jumlah gen pengendalinya (Roy 2000).

Analisis sebaran fenotipe karakter agronomi pada populasi F4 menunjukkan pola sebaran kontinyu (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa karakter tersebut bersifat kuantitatif dan dikendalikan oleh banyak gen. Menurut Poelhman dan Slepser (2006) karakter agronomi biasanya dikendalikan oleh beberapa gen pada lokus yang berbeda dimana efek masing-masing gen kecil (gen minor) dan bersifat aditif.

Dugaan jumlah gen yang mengendalikan karakter yang diamati disajikan pada Tabel 2. Menurut Jayaramachandran *et al.* (2010) kurtosis akan terjadi jika beberapa gen berkontribusi terhadap sebaran fenotipe atau ada ketidakseimbangan efek genetik aditif pada lokus yang berbeda. Nilai kurtosis yang berbeda nyata dengan uji statistik menunjukkan kurva sebaran berbentuk *leptocurtic* dan berarti karakter tersebut dikendalikan oleh sedikit gen. Jika nilai kurtosis tidak berbeda nyata menunjukkan kurva sebaran berbentuk *platycurtic* atau dikendalikan banyak gen.

Hasil analisis pendugaan aksi gen dengan uji *Z skewness* dan *kurtosis* yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa semua karakter yang diamati

tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa karakter tersebut memiliki pola sebaran data mendekati normal dan dikendalikan oleh banyak gen dengan aksi gen aditif.

Hasil penelitian Yeye *et al.* (2015) menunjukkan bahwa *heading date*, jumlah daun, tinggi tanaman dan bobot 1000 butir pada sorgum dikendalikan oleh aksi gen aditif. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa gen-gen yang menguntungkan pada kedua tetua berkontribusi terhadap ekspresi karakter-karakter tersebut. Dengan demikian ada potensi untuk menggunakan karakter tersebut sebagai kriteria seleksi pada generasi awal.

Koefisien keragaman genetik (KKG) karakter agronomi pada populasi F4 menunjukkan kriteria yang berkisar sedang sampai luas, kecuali jumlah daun yang menunjukkan koefisien keragaman sempit. Koefisien keragaman genetik sempit menunjukkan bahwa pada karakter tersebut tidak terdapat keragaman di antara individu dalam populasi sehingga seleksi tidak akan efektif terhadap karakter jumlah daun. Menurut Haq *et al.* (2008) keragaman genetik yang sempit mengindikasikan individu dalam populasi relatif seragam sehingga seleksi berdasarkan karakter tersebut kurang efektif. Apabila keragaman genetik luas maka keberhasilan seleksi akan semakin besar dalam meningkatkan frekuensi gen yang diinginkan. Koefisien keragaman genetik yang tinggi untuk karakteri bobot biji/tanaman sorgum telah dilaporkan oleh Sharma *et al.* (2008) dan Chavan *et al.* (2010). Metode SSD dilakukan dengan menanam satu biji dari setiap tanaman untuk ditanam pada generasi selanjutnya. Prosedur ini dilakukan mulai generasi F2 hingga generasi F4. Dengan demikian keragaman pada populasi F4 dapat mewakili keragaman pada F2.

Karakter yang diamati pada populasi F4 mempunyai nilai heritabilitas arti luas kriteria tinggi, kecuali untuk jumlah daun. Nilai heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa karakter tersebut lebih banyak dikendalikan oleh faktor genetik dibandingkan faktor lingkungan (Poehlman & Slepser 2006).

Seleksi dilakukan berdasarkan bobot biji/tanaman karena karakter tersebut berkaitan langsung dengan daya hasil atau produktivitas. Menurut Ali *et al.* (2012) seleksi langsung menggunakan bobot biji/tanaman efektif untuk meningkatkan daya hasil populasi sorgum. Bobot biji/ tanaman mempunyai nilai heritabilitas arti luas yang tinggi dan keragaman genetik yang luas sehingga dapat dijadikan sebagai

kriteria seleksi. Seleksi terhadap karakter yang memiliki keragaman genetik dan fenotipik yang luas diharapkan dapat membawa kemajuan genetik yang besar (Hiremath *et al.* 2011).

Percobaan ini di titik beratkan pada pencapaian produktivitas atau daya hasil. Karakter agronomi yang paling menentukan parameter tersebut adalah bobot biji/tanaman. Produksi tanaman yang baik dipengaruhi oleh pertumbuhan tanaman yang baik. Oleh sebab itu informasi mengenai keeratan hubungan antara karakter agronomi yang lain terhadap bobot biji/tanaman menjadi penting dilakukan.

Analisis korelasi menggambarkan hubungan antar karakter sehingga dapat digunakan untuk mengetahui hubungan antara karakter penunjang dengan karakter utama atau hasil. Korelasi antar karakter dapat digunakan untuk menduga suatu karakter tertentu melalui karakter lain yang relatif mudah diamati. Koefisien korelasi merupakan indikator derajat kedekatan hubungan antar karakter (Ibrahim *et al.* 2014). Karakter hasil merupakan karakter yang kompleks, yang dipengaruhi oleh karakter-karakter lain dan lingkungan. Informasi mengenai hubungan antara hasil dan komponennya akan membantu mengevaluasi kontribusi komponen-komponen tersebut terhadap hasil, dan membantu seleksi secara simultan dalam pengembangan varietas (Kumar *et al.* 2012).

Hasil korelasi karakter agronomi pada populasi F4 menunjukkan bahwa karakter tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, panjang malai, diameter malai dan bobot malai berkorelasi positif dan nyata terhadap bobot biji/tanaman (Tabel 4). Dengan demikian perbaikan pada karakter-karakter tersebut akan diikuti oleh peningkatan terhadap bobot biji/tanaman. Hal ini juga berarti bahwa secara fisiologi karakter bobot biji/tanaman merupakan sebuah fungsi yang kompleks yang dipengaruhi oleh banyak karakter. Hasil analisis korelasi memperlihatkan bahwa karakter yang mempunyai korelasi paling tinggi dan nyata dengan bobot biji / tanaman adalah bobot malai ($r=0,996$) diikuti diameter batang ($r=0,654$). Menurut Nyadanu & Dikera (2014) adanya korelasi positif dan nyata antar karakter menyebabkan seleksi yang dilakukan pada suatu karakter akan mengikutsertakan secara simultan karakter lain yang berkorelasi positif.

Jumlah daun, tinggi tanaman dan diameter batang merupakan variabel pertumbuhan vegetatif. Ketiga karakter tersebut berkorelasi positif dan sangat

nyata dengan bobot biji/tanaman. Semakin banyak jumlah daun maka proses fotosintesis semakin meningkat. Peningkatan fotosintesis akan diikuti oleh peningkatan aktivitas sel dalam melakukan pembelahan, pembesaran dan pemanjangan. Peningkatan aktivitas sel tersebut akan mengakibatkan peningkatan tinggi tanaman dan pembesaran diameter batang. Pertumbuhan tanaman yang baik pada akhirnya akan memberikan daya hasil yang juga baik yang ditunjukkan oleh bobot biji/tanaman.

Panjang malai dan bobot malai mempunyai korelasi positif dan sangat nyata dengan bobot biji/tanaman. Malai merupakan tempat biji sorgum berada. Di tengah malai terdapat sumbu malai tempat cabang malai menempel. Biji terletak pada cabang malai. Oleh karena itu diduga semakin panjang malai akan semakin banyak cabang malai dan jumlah biji yang pada akhirnya akan meningkatkan bobot biji/tanaman. Bobot malai mempunyai korelasi yang paling tinggi dengan bobot biji/tanaman ($r=0,996$). Secara visual bobot malai lebih mudah diamati daripada bobot biji/tanaman sehingga dapat digunakan sebagai indikator pendugaan terhadap bobot biji/tanaman.

Penelitian Ibrahim *et al.* (2014) juga menunjukkan bahwa hasil biji/tanaman sorgum berkorelasi positif dan nyata dengan komponen hasil baik pada lingkungan cekaman kekeringan maupun kondisi tidak tercekam kekeringan. Penelitian Tesso *et al.* (2011) menunjukkan bahwa terdapat korelasi secara positif dan nyata antara hasil tanaman sorgum dengan tinggi tanaman, jumlah daun, lebar malai dan bobot malai.

Seleksi bertujuan untuk memperoleh peningkatan frekuensi gen-gen yang diinginkan pada generasi berikutnya. Efektivitas seleksi untuk karakter kuantitatif dapat diketahui dari nilai diferensial seleksi. Diferensial seleksi merupakan selisih nilai tengah populasi hasil seleksi dengan populasi dasarnya (Roy 2000). Diferensial seleksi dapat menggambarkan keunggulan individu-individu yang terpilih dibandingkan dengan populasi dasarnya.

Seleksi pada penelitian ini ditujukan untuk pembentukan galur sorgum dengan ideotipe bobot biji/tanaman yang besar dan tinggi tanaman yang sedang agar memudahkan pemeliharaan dan pemane-nan. Karakter tinggi tanaman terbagi kedalam tiga kategori yaitu rendah (76 – 150 cm), sedang (151 – 225 cm) dan tinggi (>225 cm) (Elangovan *et al.*

2014). Dalam penelitian ini nampak bahwa peningkatan bobot biji/tanaman juga diiringi oleh peningkatan nilai tengah karakter lain yang diamati yaitu tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, bobot malai dan bobot 100 biji. Hal ini sesuai dengan hasil analisis korelasi yang menunjukkan adanya korelasi positif semua karakter terhadap bobot biji/tanaman.

Seleksi berdasarkan lebih dari satu karakter disebut seleksi multikarakter. Seleksi berdasarkan karakter bobot biji/tanaman dan tinggi tanaman diharapkan dapat diperoleh tanaman berdaya hasil tinggi dengan tinggi tanaman yang sedang Hasil seleksi menggunakan dua karakter tersebut memberikan peningkatan terhadap bobot biji/tanaman sebesar 68,33% dengan nilai differensial seleksi untuk tinggi tanaman hanya 0,26 % pada generasi selanjutnya.

KESIMPULAN

Karakter agronomi pada populasi F4 dikendalikan secara poligenik dengan aksi gen aditif. Nilai heritabilitas arti luas dan koefisien keragaman genetik pada populasi F4 berkisar dari sedang sampai tinggi. Karakter tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, panjang malai, bobot malai dan bobot 100 biji pada populasi F4 berkorelasi positif dan nyata dengan bobot biji/tanaman. Diferensial seleksi dengan intensitas seleksi 10% berdasarkan karakter bobot biji/tanaman akan meningkatkan bobot biji/tanaman sebesar 83,89%, sedangkan berdasarkan karakter bobot biji/tanaman dan tinggi tanaman akan memberikan dugaan kemajuan sebesar 68,33% pada generasi berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, HI., KM. Mahmoud, & AA. Amir. 2012. Estimation of genetic variability, heritability and genetic advance in grain sorghum population *American-Eurasian Journal Agriculture and Enviroment Science*. 12 (4): 414-422.
- Allard, RW. 1960. *Principles of Plant Breeding*. New York: J. Wiley and Sons
- Chavan, SK., RC. Mahajan, & SU. Fatak. 2010. Genetic variability studies in sorghum. *Karnataka Journal Agriculture Science*. 23(2): 322-323.
- Doggett, H. 1972. Recurrent selection in sorghum population. *Heredity*. 28: 9-29.
- Elangovan, M., GC. Reddy, PK. Babu, & MJ. Rani. 2014. Preliminary evaluation of mini-core collection of sorghum for utilization. <http://www.researchgate.net/publication/259893199>.
- Haq, UW., MF. Malik, M. Rashid, M. Munir, & Z. Akram. 2008. Evaluation and estimation of heritability and genetic advancement for yield related attributes in wheat lines. *Pakistan Journal of Botany*. 40(4): 1699-1702.
- Hiremath, CP., HL. Nadaf, & CM. Keerthi. 2011. Induced genetic variability and correlation studies for yield and its component traits in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Elec Journal of Plant Breeding*. 2(1): 135-142.
- Hoeman, S. 2007. Peluang dan potensi pengembangan sorgum manis. Makalah pada workshop "Peluang dan tantangan sorgum manis sebagai bahan baku bioetanol". Ditjen Perkebunan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Ibrahim, EB., AWH. Abdalla, EA. Ibrahim, & AM. Naim. 2014. Association Between Yield Components of Sorghum (*Sorghum bicolor* L. (Moench)) Under Different watering Intervals. *International Journal of Sustainable Agricultural Research* 1(3): 85-92.
- Janwan, M., T. Sreewongchai, & Sripichitt. 2013. Rice breeding for high yield by advanced single seed descent method of selection. *Journal of Plant Sciences*. 8(1): 24-30.
- Jayaramachandran, M., N. Kumaravadivel, S. Eapen, & G. Kandasamy. 2010. Gene action for yield attributing characters in segregating generation (M2) of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Elec Journal of Plant Breeding*. 1 (4): 802-80.
- Knight, R. 1979. *Practical in Statistic and Quantitative Genetic*. Brisbane (AU): Australian Vice-Chancelors Committee.
- Kumar, NV., CVCM. Reddy, & PVRM. Reddy. 2012. Study on character association in Rabi Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Plant Arch*. 12(2):1049-1051.
- Lalic, A., D. Novoselovic, J. Kovacevic, G. Drezner, D. Barbic, I. Abicic, & K. Dvojkovic. 2010.

- Genetic gain and selection criteria effects on yield and yield components in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Periodicum Biologorum*. 112 (3) : 311 -316.
- Miladinovic, J., JW. Burton, SB. Tubic, D. Miladinovic, V. Djordjevic, & V. Djukic. 2011. Soybean breeding: comparison of the efficiency of different selection methods. *Turkey Journal Agriculture*. 35 (2011) 469-480
- Mulyani, A., Hikmatullah, & H. Subagyo. 2004. Karakteristik dan potensi tanah masam lahan kering di Indonesia. Dalam Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor : 1-32.
- Noori, SAS., & M. Harati. 2005. Breeding for salt resistance using transgressive segregation in spring wheat. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*. 16(3): 217-222.
- Nyadanu, D., & E. Dikera. 2014. Exploring variation, relationship and heritability of traits among selected accession of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) in the upper east region of ghana. *Journal of Plant Breeding and Genetics*. 2(3): 101-107.
- Roy, D. 2000. *Plant Breeding: Analysis and exploitation of variation*. Calcutta: Narosa Publishing House.
- Sarutayophat, T. & N. Charassri. 2010. The efficiency of pedigree and single seed descent selections for yield improvement at generation 4 (F4) of two yardlong bean populations. *Kasetsart Journal of National Science*. 44 : 343 - 352 .
- Sihono. 2013. Uji adaptasi galur mutan harapan sorgum manis hasil iradiasi di Citayam Bogor. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR-BATAN. Bandung, 4 Juli 2013. 353-359.
- Sjamsudin, E. 1990. Pendugaan heritabilitas kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) tipe virginia di Quensland Australia. *Buletin Agronomi*. 29 (1): 1-7.
- Stanfield, WD. 1983. Theory and Problems of Genetics. 2nd ed. New York (US): McGraw-Hill.
- Sungkono, Trikoesoemaningtyas, D. Wimas, D. Sopandie, & MA. Yudiarto. 2009. Pendugaan parameter genetik dan seleksi galur mutan sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) di tanah masam. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 37(3): 220-225.
- Taiz, L., & E. Zeiger. 2002. Plant Physiology. 3rd ed. Sunderland (US): Sinauer Associates Publishing Company.
- Yeye, MY., I. Esther, DA. Aba, & US. Abdullahi. 2015. Inheritance of low phytate in africa biofortified sorghum. *Academic Reseach International*. 6(2): 55-64.
- Yohannes, T., M. Weldetson, N. Abraha, Z. Manyasa, & T. Abraha. 2015. Combine selection for earlines and yield in pedigree developed sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) progenies in Eritrea. *Journal of Plant Breeding and Genetics*. 3(1). In Press
- Tesso, T., A. Tirfessa, & H. Mohammed. 2011. Association between morphological traits and yield components in the durra sorghums of Ethiopia. *Hereditas* 148(3): 98-109).