

## Keragaman Genetik Karakter Agronomi dan Amilosa Populasi Sorgum F3 Hasil Persilangan Pulut 3 x Soraya 3

Azhahara Putri Kusuma Wardhani<sup>1</sup>, Desta Wirnas<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agronomi dan Hortikultura Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor (IPB University)

<sup>2</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, (IPB University) Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [desta@apps.ipb.ac.id](mailto:desta@apps.ipb.ac.id)

Disetujui: 30 November 2023 / Published Online Januari 2024

### ABSTRACT

*The use of sorghum as an alternative food in Indonesia has not been sufficiently developed because of the texture of sorghum is not liked by the public. Improvements to the quality of sorghum grains need to be carried out to obtain fluffier grained sorghum and be accepted by the public. This study aimed to obtain information on genetic variation in F3 sorghum populations from Pulut 3 x Soraya 3 and to select sorghum genotypes with low amylose content. This research was conducted from July 2022 to December 2022 at the BBPSI Biogen, Cimanggu, Bogor City, West Java. The results showed that the mean value of quantitative characters varied. The number of genes involved is divided into two kinds, namely many and few genes. Gene actions that appear are epistasis. The results of seed staining on grain's endosperm showed that the majority of F3 sorghum was the waxy type.*

*Keywords: epistasis, gene action, selection, staining, Sorghum bicolor*

### ABSTRAK

Penggunaan sorgum sebagai alternatif pangan di Indonesia belum cukup berkembang karena tekstur sorgum yang pera kurang disukai masyarakat. Perbaikan terhadap kualitas biji sorgum perlu dilakukan untuk memperoleh sorgum berbiji pulen dan diterima masyarakat. Penelitian ini bertujuan mendapatkan informasi keragaman genetik pada populasi F3 sorgum hasil persilangan Pulut 3 x Soraya 3 serta seleksi cepat genotipe sorgum dengan kadar amilosa rendah. Penelitian ini dilaksanakan pada Juli 2022 hingga Desember 2022 di Kebun BBPSI Biogen, Cimanggu, Kota Bogor, Jawa Barat. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata karakter kuantitatif yang beraneka ragam. Jumlah gen yang terlibat terbagi menjadi dua macam yaitu banyak dan sedikit gen. Aksi gen yang muncul yaitu epistasis. Hasil pewarnaan pada endosperma biji menunjukkan sebagian besar sorgum populasi F3 bertipe *waxy*.

Kata kunci: aksi gen, epistasis, seleksi, *Sorghum bicolor*, *staining*

### PENDAHULUAN

Permasalahan pangan menjadi salah satu permasalahan utama di Indonesia. Hal ini dikarenakan laju pertumbuhan masyarakat Indonesia yang setiap tahun semakin meningkat sehingga kebutuhan akan bahan panganpun meningkat. Salah satu upaya pemerintah dalam menangani permasalahan krisis pangan yaitu dengan diversifikasi pangan. Diversifikasi pangan adalah program untuk mengurangi konsumsi pangan utama seperti beras dengan pangan alternatif yang lebih bervariasi dan bermutu lebih baik (Sihombing, 2021). Indonesia kaya akan

berbagai tanaman pangan yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai pangan alternatif. Salah satu tanaman pangan alternatif yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia adalah sorgum.

Sorgum merupakan tanaman pangan terpenting kelima di dunia, sedangkan di Indonesia sorgum berada di peringkat ke tiga tanaman penting setelah padi dan jagung (Suarni, 2016). Kelebihan dalam budidaya tanaman sorgum yaitu sorgum memiliki daya adaptasi luas pada lahan kering serta tanah yang kurang subur (Rifa'i *et al.*, 2015) dan pemeliharanya pun terbilang cukup mudah karena tidak memerlukan teknologi dan perawatan khusus (Tarigan dan

Ismuhadi, 2021). Selain itu, sorgum juga dapat di-*ratoon* atau dipanen lebih dari sekali dalam satu musim tanam (Anggraeni *et al.*, 2015). Kandungan gizi sorgum yaitu 83% karbohidrat, 3.50% lemak dan 10% protein (Siregar dan Mardiyah, 2018). Protein sorgum setara dengan gandum, bahkan lebih tinggi dibandingkan protein dalam beras (Irawan dan Sutrisna, 2011), namun, pemanfaatan sorgum sebagai bahan pangan bagi masyarakat Indonesia masih belum banyak dilakukan karena sorgum varietas nasional tergolong ke dalam sorgum beramilosa tinggi yaitu sekitar 29-30% sehingga biji sorgum memiliki karakteristik biji yang pera (Ardiyanti, 2019). Menurut (Wibawa, 2021), masyarakat Indonesia lebih menyukai beras yang tidak pera atau pulen.

Perbaikan terhadap kualitas biji sorgum perlu dilakukan untuk memperoleh sorgum dengan nasi yang agak pulen sehingga dapat diterima masyarakat sebagai pangan alternatif. Berdasarkan kandungan amilosanya, sorgum memiliki kandungan amilosa sekitar < 2% (*waxy*), *non-waxy* jika kandungan amilosanya sekitar 23% atau lebih (Pedersen *et al.*, 2005). Salah satu metode yang digunakan untuk menduga kandungan amilosa sorgum, yaitu melalui uji *staining* atau pewarnaan biji dengan larutan iodin. Biji yang bewarna magenta ketika diberi larutan iodin diduga memiliki kandungan amilosa rendah dan termasuk ke dalam tipe *waxy* (Pedersen *et al.*, 2004). Biji dengan kandungan amilosa tinggi akan menghasilkan beras yang pera, sedangkan semakin rendah kandungan amilosa maka akan semakin pulen (Arif *et al.*, 2013).

Usaha pengembangan sorgum berbiji pulen telah dilakukan Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB melalui pemuliaan tanaman. Pengembangan varietas sorgum melalui persilangan tanaman telah dilakukan yaitu Pulut 3 x Soraya 3 sehingga dari penelitian tersebut telah diperoleh populasi F3 yang perlu digalurkan untuk mendapatkan populasi tanaman F4. Populasi ini telah diuji untuk mendapatkan informasi tentang keragaman agronomi dan tipe individu sorgumnya berdasarkan uji *staining*. Penelitian ini bertujuan mendapatkan informasi beberapa parameter genetik karakter agronomi pada populasi F3 dan hasil uji *staining* pada biji F4 sorgum hasil persilangan Pulut 3 x Soraya 3.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Balai Besar Pengujian Standar Instrumen (BBPSI) Bioteknologi dan SDG Pertanian Cimanggu, Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor dan

Laboratorium Pemuliaan Tanaman AGH, Dramaga, Kabupaten Bogor. Pelaksanaan penanaman hingga pasca panen dan uji *staining* dimulai pada bulan Juli hingga Desember 2022.

## Percobaan Lapangan

Bahan yang digunakan yaitu benih sorgum F3 hasil persilangan Pulut 3 x Soraya 3 dan benih F4. Pupuk yang digunakan terdiri atas urea, KCL, dan SP-36 dengan dosis masing-masing sebesar 200, 100, dan 100 kg ha<sup>-1</sup>. Alat yang digunakan dalam penelitian ini peralatan standar dalam budidaya tanaman. Penyungkupan malai menggunakan plastik. Alat dan bahan yang akan digunakan dalam uji *staining* yaitu larutan iodin, aquades, gelas ukur, plat tetes, mikropipet dan kamera.

Pengolahan dilakukan dua minggu sebelum tanam dengan cara membajak lahan, pembersihan gulma dan pemberian kapur pertanian. Penanaman dilakukan dengan jarak tanam 70 cm x 20 cm. Benih yang ditanam sebanyak 2-3 benih per lubang tanam. Sebanyak 2/3 pupuk urea dan seluruh pupuk KCL dan SP-36 diberikan pada saat 1 MST dan sisa pupuk urea diberikan pada saat 4 MST. Penyulaman dilakukan pada 1 MST, 2 MST dan 3 MST. Pembumbunan tanaman akan dilakukan pada saat tanaman berumur 5 MST. Pemeliharaan dilakukan dengan penyiangan gulma dan penyungkupan malai tanaman dengan plastik. Penyungkupan malai dilakukan pada 11 MST, yaitu ketika sorgum sudah mulai pengisian biji dan penyerbukan sudah selesai.

Pemanenan dilakukan secara bertahap, ketika 50% tanaman dalam satu baris sudah matang sempurna yang ditandai dengan adanya *black layer* pada biji, biji yang keras dan terdapat tepung. Pemanenan dilakukan dengan memotong bagian leher malai sorgum satu per satu. Pengamatan dilakukan pada karakter kuantitatif dan kualitatif. Karakter kuantitatif yang diamati meliputi jumlah daun, tinggi tanaman, luas daun, diameter batang, panjang malai, diameter malai, cabang primer, cabang sekunder pada tiga titik, cabang tersier pada tiga titik, bobot malai basah, bobot malai kering, bobot biji per malai, dan bobot 100 biji.

## Uji Staining.

Bahan genetik yang digunakan adalah biji F4 yang dipanen dari tanaman F3. Uji *staining* biji dilakukan dengan meneteskan larutan iodin 50 µl yang telah dilarutkan aquades dengan perbandingan 1:1 pada endosperma benih sorgum yang dibelah. Sorgum dengan endosperma berwarna merah kecoklatan mengandung amilosa yang rendah sedangkan endosperma berwarna biru menunjukkan kandungan amilosa yang tinggi.

**Analisis Data**

Analisis data meliputi analisis nilai tengah menggunakan minitab 19 (<https://www.minitab.com/enus/support/downloads/>). Selanjutnya dilakukan uji t-dua arah pada taraf 5% dengan SAS (<https://welcome.oda.sas.com/>), pendugaan aksi gen dan jumlah gen melalui sebaran populasi (Tabel 1), pendugaan nilai komponen ragam, heritabilitas dan koefisien keragaman genetik (KKG). Data kualitatif hasil uji staining dan karakter lainnya dianalisis melalui rasio fenotipe.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kondisi Umum**

Kondisi iklim saat dilakukan penelitian pada bulan Juli hingga November 2022 ditunjukkan pada Tabel 2. Rata-rata suhu harian berkisar 26-26.67 °C. Suhu ideal agar sorgum dapat tumbuh optimum berkisar antara 20-30 °C (Pramono *et al.*, 2019) dengan curah hujan 375-425 mm (Sutrisna, 2013) serta kelembaban relatif 20-40% (Zubair, 2016). Namun, curah hujan dan kelembaban relatif saat penelitian dilakukan melebihi curah hujan dan kelembaban relatif yang optimum bagi sorgum sehingga kondisi ini berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan sorgum yang lebih lambat.

**Analisis Nilai Tengah**

Nilai tengah suatu populasi dapat menentukan kualitas suatu populasi. Menurut Yamin *et al.* (2014), karakter agronomi yang memiliki nilai tengah lebih tinggi dari kedua tetuanya memiliki potensi untuk dilakukan seleksi pada karakter tersebut. Nilai tengah sorgum populasi F3 hasil persilangan pulut 3 dengan Soraya 3 tersaji pada Tabel 3.

Nilai tengah populasi F3 semua berbeda nyata pada taraf 5% terhadap Soraya 3, kecuali pada karakter diameter batang, cabang tersier bawah, bobot malai kering dan bobot biji per malai. Karakter yang berbeda nyata terhadap Pulut 3 hanya karakter jumlah daun, panjang malai diameter malai dan bobot 100 biji. Jumlah daun populasi F3 memiliki nilai tengah lebih tinggi dibandingkan kedua tetuanya sehingga jumlah daun berpotensi untuk diseleksi pada generasi selanjutnya. Jumlah daun berpengaruh terhadap proses fotosintesis. Selain itu, terdapat pula karakter dengan nilai tengah diantara nilai tengah kedua tetuanya yaitu karakter panjang malai, diameter malai, cabang sekunder atas dan tengah dan cabang tersier atas. Hal ini menunjukkan bahwa pada F3 merupakan hasil dari rekombinasi gen-gen yang berasal dari kedua tetua (Sihaloho dan Purba, 2021), sedangkan tinggi tanaman, diameter batang, bobot basah dan bobot kering malai F3 memiliki nilai tengah lebih rendah dibandingkan kedua tetuanya.

Tabel 1. Bentuk grafik skewness dan kurtosis, jumlah gen dan tipe aksi gen yang mengendalikan suatu karakter

Tabel uji kenormalan data	Bentuk grafik	Keterangan
Skewness = 0	Sebaran normal	Aksi gen aditif
Skewness < 0	Sebaran tidak normal	Aksi gen aditif dengan pengaruh epistasis duplikat
Skewness > 0	Sebaran tidak normal	Aksi gen aditif dengan pengaruh epistasis komplementer
Kurtosis = 3	Mesokurtik	
Kurtosis < 3	Platikurtik	Karakter dikendalikan oleh banyak gen
Kurtosis > 3	Leptokurtik	Karakter dikendalikan oleh sedikit gen

Sumber: Roy (2000).

Tabel 2. Nilai rata-rata Kondisi suhu, kelembaban relatif, curah hujan dan kecepatan angin pada bulan Juli-November 2022

Bulan	Suhu (°C)	Kelembaban relatif (%)	Curah hujan (mm)	Kecepatan angin (ms <sup>-1</sup> )
Juli	26.67	82.37	605.64	1
Agustus	26.04	83.03	15.39	1
September	25.98	83.93	329.72	1
Oktober	26.04	85.53	731.024	0.93
November	26.00	86.03	754.04	0.86

Sumber: BMKG (2022).

Tabel 3. Nilai tengah, simpangan baku dan range karakter kuantitatif pada populasi F3 hasil persilangan Pulut 3 x Soraya 3 dan kedua tetuanya

Karakter	Jangkauan F3	Nilai tengah dan simpangan baku					
		P1		F3		P2	
JD (helai)	8-15	10.01	± 0.31	11.84 <sup>ab</sup>	± 1.55	10.05	± 0.22
LD (cm <sup>2</sup> )	0-672.9	-		375 <sup>a</sup>	± 132.33	508.5	± 47.7
TT(cm)	80.7-246	212.15	± 32.43	137.95 <sup>a</sup>	± 32.19	154.39	± 9.47
DB (cm)	0.45-2.13	1.7	± 0.22	1.34	± 0.32	1.59	± 0.27
PM (cm)	16.6-43	32	± 2.64	28.63 <sup>ab</sup>	± 4.71	22.82	± 0.88
DM (cm)	0.85-8.97	2.34	± 0.69	3.76 <sup>ab</sup>	± 1.29	5.29	± 0.94
CP	30-52	-		38.35 <sup>a</sup>	± 4.64	44.55	± 1.93
CSA	2-12	-		7.56 <sup>a</sup>	± 2.24	4.7	± 0.73
CST	4-13	-		9.44 <sup>a</sup>	± 2.17	9.3	± 0.47
CSB	0-17	-		10.48 <sup>a</sup>	± 2.78	11.2	± 1
CTA	0-40	-		12.44 <sup>a</sup>	± 8.57	4	± 1.45
CTT	0-35	-		15.70 <sup>a</sup>	± 9.53	29.35	± 5.84
CTB	0-55	-		21.63	± 13.05	35.4	± 8.9
BMB (g)	4.3-145	92.75	± 36.96	33.48 <sup>a</sup>	± 28.15	96.5	± 11.13
BMK (g)	2.2-134.1	66.75	± 18.94	26.48	± 23.22	103.73	± 20.7
BBPM (g)	1.3-116.9	-		17.04	± 19.55	75.21	± 16.13
B100B (g)	0.5-3.4	2.47	± 0.07	1.55 <sup>ab</sup>	± 0.55	3.11	± 0.11

Keterangan: TT= tinggi tanaman, JD= jumlah daun, LD= luas daun, DB= diameter batang, PLM= panjang leher malai, PM= panjang malai, DM= diameter malai, CP= cabang primer, CSB= cabang sekunder bawah, CST= cabang sekunder atas, CSA= cabang sekunder atas, CTB= cabang tersier bawah, CTT= cabang tersier tengah, CTA= cabang tersier atas, BMB= bobot malai basah, BMK= bobot malai kering, BBPM= bobot biji per malai, B100B= bobot 100 biji. a= berbeda nyata terhadap Soraya 3, b= berbeda nyata terhadap Pulut 3

### Jumlah Gen dan Tipe Aksi Gen Berdasarkan Sebaran Populasi F3

*Skewness* dan *kurtosis* merupakan statistik deskriptif yang dapat digunakan untuk menduga jumlah dan aksi gen pada suatu populasi bersegregasi (Maryono *et al.*, 2019). Pendugaan banyak gen dan tipe aksi gen merujuk pada Roy (2000) pada Tabel 3. Nilai *skewness* dan *kurtosis* populasi F3 disajikan pada Tabel 4. *Skewness* menunjukkan tipe aksi gen yang mengendalikan suatu karakter sedangkan *kurtosis* menunjukkan jumlah gen yang mengendalikan suatu karakter.

Berdasarkan nilai *kurtosis* populasi F3 pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa sebagian besar karakter dikendalikan oleh jumlah gen yang banyak, kecuali pada karakter bobot malai basah, bobot malai kering dan bobot biji per malai. Grafik yang terbentuk pada ketiga karakter tersebut juga berbeda dari karakter lainnya yaitu leptokurtik, sedangkan pada karakter lainnya grafik berbentuk

platykurtik. Tipe aksi gen yang muncul berdasarkan nilai *skewness* populasi F3 yaitu epistasis duplikat dan komplementer. Epistasis komplementer merupakan interaksi gen ketika fungsi suatu gen dibutuhkan oleh gen lainnya dalam membentuk suatu fenotipe. Adapun epistasis duplikat adalah interaksi antar dua gen yang menghasilkan bahan yang sama dalam membentuk satu fenotipe yang sama (Sayurandi dan Woelan, 2016). Tipe aksi gen epistasis komplementer dapat meningkatkan keragaman karena sifat heterosis, sedangkan epistasis duplikat menyebabkan turunnya tingkat heterosis sehingga keragaman yang dihasilkanpun menurun (Yudilastri *et al.*, 2018). Menurut Trikoesoemaningtyas *et al.* (2017), karakter yang dikendalikan oleh gen epistasis akan menghasilkan keturunan yang lebih baik dari tetuanya, namun tidak dapat diwariskan pada generasi selanjutnya. Oleh karena itu, seleksi pada karakter yang dikendalikan oleh gen-gen epistasis ini sebaiknya dilakukan pada generasi lanjut.

Tabel 4. Pendugaan jumlah dan aksi gen karakter agronomi pada populasi F3

Karakter	Skewness	Aksi gen	Kurtosis	Jumlah Gen
JD (helai)	-0.31	Epistasis duplikat	-0.44	Banyak gen, Platikurtik
LD (cm <sup>2</sup> )	-0.89	Epistasis duplikat	1.07	Banyak gen, Platikurtik
TT (cm)	1.24	Epistasis komplementer	1.44	Banyak gen, Platikurtik
DB (cm)	-0.19	Epistasis duplikat	0.72	Banyak gen, Platikurtik

Tabel 4. Pendugaan jumlah dan aksi gen karakter agronomi pada populasi F3 (*Lanjutan*)

Karakter	Skewness	Aksi gen	Kurtosis	Jumlah Gen
PM (cm)	0.39	Epistasis komplementer	1.49	Banyak gen, Platikurtik
DM (cm)	0.76	Epistasis komplementer	2.07	Banyak gen, Platikurtik
CP (buah)	0.63	Epistasis komplementer	0.32	Banyak gen, Platikurtik
CSA	-0.16	Epistasis duplikat	-0.36	Banyak gen, Platikurtik
CST	-0.45	Epistasis duplikat	0.03	Banyak gen, Platikurtik
CSB	-0.30	Epistasis duplikat	0.95	Banyak gen, Platikurtik
CTA	0.64	Epistasis komplementer	0.22	Banyak gen, Platikurtik
CTT	0.11	Epistasis komplementer	-0.86	Banyak gen, Platikurtik
CTB	0.36	Epistasis komplementer	-0.20	Banyak gen, Platikurtik
BMB (g)	1.83	Epistasis komplementer	3.66	Sedikit gen, Leptokurtik
BMK (g)	2.30	Epistasis komplementer	6.82	Sedikit gen, Leptokurtik
BBPM (g)	2.82	Epistasis komplementer	9.96	Sedikit gen, Leptokurtik
B100B (g)	1.32	Epistasis komplementer	2.37	Banyak gen, Platikurtik

Keterangan: S= *skewness*, K= *kurtosis*, TT= tinggi tanaman, JD= jumlah daun, LD= luas daun, DB= diameter batang, PM= panjang malai, DM= diameter malai, CP= cabang primer, CSB= cabang sekunder bawah, CST= cabang sekunder atas, CSA= cabang sekunder atas, CTB= cabang tersier bawah, CTT= cabang tersier tengah, CTA= cabang tersier atas, BMB= bobot malai basah, BMK= bobot malai kering, BBPM= bobot biji per malai, B100B= bobot 100 biji.

### Heritabilitas dan Koefisien Keragaman Genetik

Heritabilitas adalah parameter yang digunakan untuk mengukur suatu genotipe pada populasi dalam mewariskan karakter yang dimilikinya. Heritabilitas digunakan untuk menduga besarnya pengaruh lingkungan pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selain itu, heritabilitas akan berguna dalam pemilihan genotipe ketika proses seleksi (Nilawati *et al.*, 2017). Keragaman fenotipe suatu tanaman dipengaruhi oleh keragaman genotipe dan lingkungan. Keragaman fenotipe diduga dari keragaman populasi F3 dan keragaman lingkungan diduga dari ragam tetua. Nilai heritabilitas, komponen ragam dan KKG populasi F3 sorgum tertera pada Tabel 5.

Kriteria heritabilitas menurut Sobir dan Syukur (2015), terbagi dalam 3 kategori yaitu rendah (<20%), sedang (20% - 50%) dan tinggi (>50%). Nilai heritabilitas sorgum populasi F3 Pulut 3 x Soraya 3 pada setiap karakter yang diamati berbeda-beda. Karakter bobot malai basah didapatkan nilai heritabilitas yang rendah. Kategori heritabilitas sedang dapat ditemukan pada karakter tinggi tanaman, diameter batang, bobot malai kering dan bobot biji per malai. Sedangkan pada karakter jumlah daun, luas daun, panjang malai, diameter malai, cabang primer, cabang sekunder atas, cabang sekunder tengah, cabang sekunder bawah, cabang tersier atas, cabang tersier tengah,

cabang tersier bawah, dan bobot 100 biji termasuk dalam kategori nilai heritabilitas tinggi. Menurut Yunandra *et al.* (2017), heritabilitas tinggi menandakan bahwa fenotipe suatu tanaman lebih dipengaruhi oleh genotipe dibandingkan lingkungan. Karakter dengan nilai heritabilitas tinggi lebih baik diseleksi pada generasi awal, sedangkan karakter dengan nilai heritabilitas rendah atau sedang lebih baik diseleksi pada generasi lanjut.

Berdasarkan kriteria koefisien keragaman genetik (KKG) menurut Alnopri (2004), nilai KKG terbagi dalam 3 kategori yaitu rendah (0% - 10%), sedang (10% - 20%) dan tinggi (>20%). Nilai KKG seluruh karakter kuantitatif terkategori tinggi kecuali jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang, panjang malai dan cabang primer. Tingginya nilai KKG pada suatu karakter menunjukkan bahwa terdapat peluang untuk perbaikan efektif karakter tersebut memalui seleksi (Febrianto *et al.*, 2015). Widyapangesthi *et al.* (2022) juga menyatakan bahwa keragaman genetik yang luas atau tinggi menunjukkan keragaman sifat individu yang tinggi dalam suatu populasi dan frekuensi gen yang diinginkanpun semakin tinggi sehingga peluang mendapatkan genotipe yang lebih baik semakin besar. Adapun keragaman genetik yang sempit atau rendah menunjukkan keseragaman sifat dalam populasi sehingga perbaikan sifat kurang efektif.

Tabel 5. Nilai komponen ragam, heritabilitas dan koefisien keragaman genetik

Karakter	$\sigma^2_F$	$\sigma^2_E$	$\sigma^2_G$	$h^2_{bs}$ (%)	KKG (%)
Jumlah daun (helai)	2.40	0.07	2.33	97.08 T	12.89 S
Luas daun (cm <sup>2</sup> )	17496.20	2278.50	15217.70	86.98T	32.90 T
Tinggi tanaman (cm)	1036.28	570.50	465.78	44.95 S	15.63 S
Diameter batang (cm)	0.10	0.06	0.04	40.00 S	14.93 S
Panjang malai (cm)	22.17	3.86	18.31	82.59 T	14.95 S
Diameter malai (cm)	1.66	0.34	1.32	79.52 T	30.56 T
Cabang primer (buah)	21.49	3.73	17.76	82.64 T	10.99 S
Cabang sekunder atas	5	0.54	4.46	89.20 T	27.93 T
Cabang sekunder tengah	4.72	0.22	4.50	95.34 T	22.47 T
Cabang sekunder bawah	7.73	1.01	6.72	86.93 T	24.74 T
Cabang tersier atas	73.38	2.11	71.27	97.12 T	67.86 T
Cabang tersier tengah	90.84	34.13	56.71	62.43 T	47.97 T
Cabang tersier bawah	170.24	79.20	91.04	53.48 T	44.11 T
Bobot malai basah (g)	792.18	745.13	47.05	5.94 R	20.49 T
Bobot malai kering (g)	539.09	393.63	145.46	26.98 S	45.55 T
Bobot biji per malai (g)	382.36	260.33	122.03	31.91 S	64.83 T
Bobot 100 biji (g)	0.30	0.01	0.24	96.67 T	34.74 T

Keterangan:  $\sigma^2_F$ = ragam fenotipe,  $\sigma^2_E$ = ragam lingkungan,  $\sigma^2_G$ = ragam genotipe,  $h^2_{bs}$ = heritabilitas arti luas dan KKG= koefisien keragaman genetik, R= nilai terkategori rendah, S= nilai terkategori sedang, T= nilai terkategori tinggi

### Karakter Kualitatif Sorgum F3

Karakter kualitatif yang diamati pada populasi F3 sorgum Pulut 3 x Soraya 3 meliputi keberadaan anakan, kerapatan malai, warna biji, dan kandungan amilosa tersaji pada Tabel 6. Keberadaan anakan ditinjau berdasarkan ada atau tidaknya anakan pada masing-masing individu sorgum. Menurut UPOV (2015), kerapatan malai dibagi menjadi lima kelas yaitu sangat jarang, jarang, medium, cukup kompak dan kompak. Bentuk malai terbagi dalam lima tipe yaitu piramida terbalik, lebar bagian bawah, lebar bagian tengah, lebar bagian atas dan piramida. Tipe sorgum dapat diamati melalui kandungan amilosa pada biji sorgum. Kandungan Amilosa dapat diamati dengan melihat warna endosperma biji sorgum yang sudah ditetesi larutan iodin. Warna coklat kemerahan menunjukkan sorgum yang memiliki kandungan amilosa rendah (sorgum bertipe *waxy*), sedangkan warna biru menunjukkan sorgum yang mengandung amilosa tinggi (sorgum bertipe *non-waxy*).

Hasil pengamatan kualitatif keberadaan anakan umumnya menunjukkan bahwa populasi F3 sorgum pulut 3 x Soraya 3 tidak memiliki anakan. Menurut Wijaya *et al.* (2019), jumlah anakan dikendalikan oleh faktor genetik dan lingkungan. Komponen daya hasil selain dari panjang dan

diameter malai ditentukan dari kerapatan malai. Kerapatan malai menentukan penyebaran biji. Apabila malai memiliki kerapatan yang jarang maka lebih banyak rongga kosong pada malai, begitu juga dengan malai yang rapat akan lebih teratur dan terisi (Marlina *et al.*, 2015). Namun pada populasi F3, kerapatan malai masih didominasi dengan kerapatan sangat jarang. Bentuk malai sorgum menjadi penanda jenis sorgum (Kusumawati *et al.*, 2013). Pada sorgum populasi F3 terdapat empat bentuk malai dan cenderung memiliki persebaran bentuk yang cukup merata antara tiga bentuk yaitu tipe lebar bagian tengah, lebar bagian atas dan piramida. Adapun tipe lebar bagian bawah hanya terdapat pada tiga genotipe dan tipe piramida terbalik tidak ditemukan.

Tipe sorgum pada populasi F3 menunjukkan sebagian besar individu sorgum bertipe *waxy*. Terdapat dua warna yang muncul berdasarkan hasil pewarnaan *staining* yaitu merah kecoklatan dan biru keunguan. Tipe sorgum yang ditunjukkan dengan endosperma berwarna merah kecoklatan mengandung amilosa yang rendah dan termasuk dalam tipe *waxy*. Adapun sorgum dengan endosperma berwarna biru keunguan menunjukkan kandungan amilosa yang tinggi atau disebut tipe *non-waxy*.

Tabel 6. Hasil pengamatan karakter kualitatif populasi F3 sorgum Pulut 3 x Soraya 3

Karakter	Hasil	Dugaan Rasio
Ada tidaknya anakan	33 ada 82 tidak ada	1 : 2
Kerapatan malai	53 sangat jarang : 30 jarang 10 sedang 22 rapat	5 : 3 : 1 : 2
Bentuk malai	37 lebar bagian tengah : 3 lebar bagian bawah 39 lebar bagian atas : 36 Piramida terbalik	12 : 1 : 13 : 12
Tipe sorgum berdasarkan kandungan amilosa	99 coklat kemerahan ( <i>waxy</i> ) 16 biru keunguan ( <i>non-waxy</i> )	6 : 1

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Semua karakter yang diamati memiliki keragaman genetik yang ditunjukkan oleh nilai heritabilitas yang tergolong sedang sampai tinggi, kecuali bobot malai basah. Semua karakter yang diamati dikendalikan gen epistasis, namun dengan jumlah gen yang berbeda. Karakter yang dikendalikan oleh gen epistasis dan sedikit gen terdapat pada karakter bobot malai basah, bobot malai kering dan bobot biji per malai dan karakter yang dikendalikan gen epistasis dan banyak gen terdapat pada karakter jumlah daun, luas daun, tinggi tanaman, diameter batang, panjang malai, diameter malai, cabang primer, sekunder dan tersier dan bobot 100 biji. karakter yang memiliki nilai heritabilitas terkategori tinggi adalah jumlah daun, luas daun, panjang malai, diameter malai, cabang primer, sekunder, tersier dan bobot 100 biji. Karakter dengan heritabilitas yang terkategori sedang adalah tinggi tanaman, diameter batang, bobot malai kering dan bobot biji per malai. Adapun karakter dengan heritabilitas rendah yaitu bobot malai basah. Tipe sorgum berdasarkan hasil uji *staining* menunjukkan sebagian besar individu dalam populasi Soraya 3 x pulut 3 termasuk ke dalam tipe *waxy*.

### Saran

Seleksi untuk perbaikan hasil sebaiknya dilakukan digenerasi lanjut, sedangkan seleksi untuk sifat *waxy* dapat dilakukan pada generasi awal. Metode single seed descent dapat diterapkan untuk menggalurkan populasi hasil persilangan Pulut 3 x Soraya 3.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian didanai oleh Dirjen Pendidikan Tinggi, Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi dalam skema Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi pada tahun 2022-2023.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyanti, S.E. 2019. Potensi produksi ratun dan kesesuaian sebagai sumber pangan galur-galur harapan sorgum [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Arif, A.B., A. Budiyanto, Hoerudin. 2013. Nilai indeks glikemik produk pangan dan faktor-faktor yang memengaruhinya. J. Litbang Pertan. 32(3):91-99.
- [BMKG] Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika. 2022. Data Harian Stasiun Klimatologi Jawa Barat. <http://dataonline.bmkg.go.id/home>.
- Febrianto, E.B., Y. Wahyu, D. Wirnas. 2015. Keragaan dan keragaman genetik karakter agronomi galur mutan putative gandum generasi M5. J. Agron. Indonesia. 43(1):52-58. <https://doi.org/10.24831/jai.v43i1.9591>
- Kusumawati, A., N.E. Putri, I. Suliansyah. 2013. Karakterisasi dan evaluasi beberapa genotipe sorgum (*Sorghum bicolor* L) di sukarni kabupaten solok. J. Agroteknologi. 4(1):7-12.
- Nilawati, D.W. Ganefianti, D. Suryati. 2017. Variabilitas genetik dan heritabilitas pertumbuhan dan hasil 26 genotipe tomat. Akta Agrosia. 20(1):25-34. <https://doi.org/10.31186/aa.20.1.25-34>
- Pedersen, J.F., S.R. Bean, D.L. Funnell, R.A. Graybosch. 2004. Rapid iodine staining techniques for identifying the waxy phenotype in sorghum grain and waxy genotype in genotype in sorghum pollen. Crop Sci. 44(3):764-767. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.7640>
- Pedersen, J.F., S.R. Bean, R.A. Graybosch, S.H. Park, M. Tilley. 2005. Caharacterization of waxy grain sorghum lines in relation to granule-bound starch synthase. Euphytica. 144:151-156. <https://doi.org/10.1007/s10681-005-5298-5>



- Pramono, E., M. Kamal, K. Setiawan, M.A. Tantia. 2019. Pengaruh lama simpan dan suhu ruang penyimpanan pada kemunduran dan vigor benih sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.) varietas samurai-1. J. Agrotek Tropika. 7(2):383-389. <https://doi.org/10.23960/jat.v7i2.3261>
- Rifa'i, H., S. Ashari, Damanhuri. 2015. Keragaan 36 aksesi sorgum (*Sorghum bicolor* L.). J. Produksi Tanaman. 3(4):330-337.
- Roy, D. 2000. Plant Breeding: The Analysis and Exploitation of Variability. New Delhi: Narosa Publishing House.
- Sayurandi, S. Woelan. 2016. Pendugaan aksi gen pada karakter komponen hasil dan daya hasil lateks beberapa genotipe karet hasil persilangan tetua klon IAN 873 x PN 2760. J. Penelitian Karet. 34(2):141-150. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v34i2.287>
- Sihaholo, A.N., J. Purba. 2021. Evaluasi karakter vegetatif F3 tanaman kedelai (*Glycine max* L.) hasil seleksi pedigree pada tanah masam dataran tinggi. Agro Bali: Agricultural Journal. 4(1):87-93. <https://doi.org/10.37637/ab.v0i0.686>
- Sihombing, Y. 2021. Diversifikasi pangan lokal untuk mendukung ketahanan pangan pada masa pandemi covid-19. Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian. 19(1):1-12. <https://doi.org/10.29103/aaj.v6i1.5782>
- Siregar, D.S., A. Mardiyah. 2018. Uji adaptasi beberapa varietas sorgum (*Sorghum bicolor* L.) pada lahan sawah tadah hujan di desa matang seuitui kota langsa. AGROSAMUDRA. 5(2):80-86.
- Suarni. 2016. Peranan sifat fisikokimia sorgum dalam diversifikasi pangan dan industri serta prospek pengembangannya. J. Litbang Pertanian. 35(3):99-110. <https://doi.org/10.21082/jp3.v35n3.2016.p99-110>
- Sutrisna, B.P. 2018. Juknis Usahatani Sorgum. Balai Pengajian Teknologi Pertanian Jawa Barat.
- Tarigan, D.M., I. Ismuhadi. 2021 Karakter morfologi dan hasil sorgum manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) yang diberi palm oil mill effluent dan KCl di lahan konversi kelapa sawit. Agrium. 24(1):22-27. <https://doi.org/10.30596/agrium.v23i2.6913>
- Trikoesoemaningtyas, D. Wirnas, E.L. Saragih, E.P. Rini, M. Sari, S. Marwiyah, D. Soepandi. 2017. Kendali genetik karakter morfologi dan agronomi pada tiga populasi sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). J. Agron. Indonesia. 45(3):285-291. <https://doi.org/10.24831/jai.v45i3.18387>
- [UPOV] International Union for The Protection of New Varieties of Plants. 2015. Sorghum Bicolor (L.) Moench. [https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/en/tc\\_51/tg\\_122\\_4\\_proj\\_4.pdf](https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/en/tc_51/tg_122_4_proj_4.pdf).
- Wibawa, R.F. 2021. Keragaman karakter agronomi dan kadar gula serta kemampuan meratun galur-galur sorgum multiguna IPB [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Widyapangesthi, D.A., I.R. Moeljani, D.P. Soedjarwo. 2022. Keragaman genetik dan heritabilitas M1 mentimun (*Cucumis sativus* L.) lokal madura hasil iradiasi sinar gamma <sup>60</sup>CO. 19(2):191-196. <https://doi.org/10.29103/agrium.v19i2.7841>
- Wijaya, A.K., Liman, Muhtarudin, E.R. Safitri. 2019. Pengaruh jenis dan dosis penggunaan pupuk kandang pada sorgum terhadap fase vegetatif pada pematangan kedua. J. Agrotek Tropika. 7(3):511-518. <https://doi.org/10.23960/jat.v7i3.3153>
- Wirnas, D., N. Oktanti, H.N. Rahmi, D. Andriani, Faturrahman, E.P. Rini, S. Marwiyah, Trikoesoemaningtyas, D. Sopandie. 2021. Genetic for designing an ideotype of high-yielding sorghum based on existing lines performance. Biodiversitas. 22(12):5286-5292. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d22i1208>
- Yamin, M., D. Efendi, Trikoesoemaningtyas. 2014. Keragaman genetik dan seleksi genotipe gandum F3 (OASIS x HP1744) di dataran tinggi. Perbal. 3(1):1-19.
- Yudilastri, T., M. Syukur, Sobir. 2018. Pewarisan karakter hasil dan komponen hasil pada dua populasi persilangan cabai rawit hijau (*Capsicum annum* L.). J. Agron. Indonesia. 46(3):283-289. <https://doi.org/10.24831/jai.v46i3.21534>
- Zubair, A. 2016. *Sorghum Tanaman Multimanfaat*. Bandung: Unpad Press.