

**Variasi Karakter Agronomi dan Kandungan Amilosa Populasi F3 Sorgum Persilangan
Pulut 3 × Kawali**

***Variation of Agronomic Characteristics and Amylose Content in F3 Sorghum Population Crossing
Pulut 3 × Kawali***

Nafian Alaydi¹, Desta Wirnas^{2*}, Siti Marwiyah²

¹Program Studi Agronomi dan Hortikultura Departemen Agronomi dan Hortikultura,
Institut Pertanian Bogor (IPB University)

²Departemen 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

Disetujui: 2 Desember 2024 / *Published Online* Januari 2025

ABSTRACT

Sorghum is a type of food crop that has the potential as a functional food and fulfill national food diversification. The development of sorghum in increasing the yield and texture quality of the rice produced still needs to be done to increase palatability. This study aimed to obtain information about diversity of agronomic characters and amylose content in the F3 population crossing of Pulut 3 × Kawali. The study used the Single Seed Descent (SSD) method. The results showed a variety of qualitative and quantitative characters based on analysis of mean, Chi-Square, Skewness and Kurtosis, Correlation, and broad meaning Heritability. The amylose content of the waxy type followed the Mendelian ratio based on iodine staining tests on seed endosperm. The differences in characters found in F3 were not significantly different from those of the parent plants. The gene actions found were dominant, epistatic, and additive with a large or small number of genes. Several characters were found to have high diversity and low closeness relationship. Grouping of plant genotypes based on their characters can be used in selecting the next generation.

Keywords: Single Seed Descent, diversity, iodine staining, clusters

ABSTRAK

Sorgum merupakan salah satu jenis tanaman pangan yang berpotensi sebagai pangan fungsional dan memenuhi diversifikasi pangan nasional. Pengembangan sorgum dalam meningkatkan hasil dan kualitas tekstur nasi yang dihasilkan masih perlu dilakukan untuk meningkatkan palatabilitas. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai keragaman genetik karakter agronomi dan kadar amilosa pada populasi F3 hasil persilangan Pulut 3 × Kawali. Penelitian menggunakan metode *Single Seed Descent* (SSD). Hasil penelitian menunjukkan keragaman karakter kualitatif maupun kuantitatif berdasarkan analisis Nilai Tengah, Khi-Kuadrat, *Skewness and Kurtosis*, Korelasi, dan Heritabilitas arti luas. Kandungan amilosa yang bertipe *waxy* mengikuti nisbah Mendel berdasarkan pengujian pewarnaan iodin pada endosperma biji. Perbedaan karakter yang ditemukan pada F3 belum berbeda nyata dibandingkan tanaman tetua. Aksi gen yang ditemukan yaitu dominan, epistasis, dan aditif dengan jumlah gen yang banyak atau sedikit. Beberapa karakter yang ditemukan memiliki keragaman yang tinggi dan keeratan hubungan yang rendah. Pengelompokan genotipe tanaman berdasarkan karakternya dapat digunakan dalam melakukan seleksi pada generasi lanjutan.

Kata kunci: keragaman, klaster, pewarnaan iodin, *Single Seed Descent*

PENDAHULUAN

Indonesia menjadikan ketahanan pangan sebagai salah satu dari 11 prioritas pembangunan nasional (Suryana, 2014). Ketahanan pangan diperlukan untuk menjaga stabilitas negara dalam memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat yang terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk Indonesia. Salah satu aspek yang dapat mendukung terciptanya ketahanan pangan adalah dengan menerapkan diversifikasi pangan. Diversifikasi pangan merupakan usaha pemenuhan kebutuhan pangan nasional agar tidak hanya bergantung pada beras (Ginting *et al.*, 2014). Salah satu pilihan tanaman pangan yang dapat digunakan menjadi pengganti beras adalah sorgum.

Sorgum merupakan salah satu jenis pangan yang dapat dimanfaatkan sebagai pangan fungsional untuk mendukung diversifikasi pangan nasional (Suarni, 2012). Biji sorgum dapat diolah menjadi berbagai jenis makanan dan bahan baku industri (Sirappa, 2003). Sorgum memiliki beberapa keunggulan seperti daya adaptasi agroekologinya yang luas serta lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit (Anas dan Suhanto, 2018). Sorgum termasuk kedalam golongan sereal sehingga memiliki karakteristik yang relatif serupa dengan beras. Komposisi zat gizi sorgum meliputi pati, protein, lemak, vitamin, dan mineral (Widowati, 2010).

Beberapa keunggulan yang dimiliki sorgum membuat sorgum menjadi tanaman potensial sebagai alternatif pangan pokok di Indonesia. Meskipun demikian, masyarakat Indonesia masih belum dapat menerima sorgum karena memiliki tekstur kepulenan yang berbeda dengan beras apabila diolah menjadi nasi. Tekstur tersebut bergantung pada kadar amilosa yang terkandung didalamnya (Stawski, 2008). Kadar amilosa pada padi yang memiliki tekstur sangat pulen berada di kategori sedang yaitu 5-20% (Fitzgerald *et al.*, 2009). Sementara pada sorgum di Indonesia belum memiliki varietas dengan kadar amilosa di kategori sedan. Berdasarkan kandungan kadar amilosa, sorgum terdiri dari sorgum pulut (*waxy sorghum*) yang memiliki kadar amilosa rendah yaitu di bawah 2% dan sorgum non-pulut (*non-waxy sorghum*) yang memiliki kadar amilosa tinggi di atas 20% (Kawahigashi *et al.*, 2013). Sorgum pulut mempunyai tekstur nasi lengket, sedangkan sorgum non-pulut mempunyai tekstur nasi pera. Meskipun demikian, sorgum pulut memiliki kerapatan malai yang sangat jarang (Hidayanti, 2020). Sorgum non-pulut memiliki kerapatan yang tinggi (Siregar dan Mardiyah, 2018). Kelebihan dan kekurangan pada sorgum pulut dan non-pulut memberikan peluang dikembangkannya sorgum

pulut dengan kerapatan malai yang tinggi melalui persilangan tanaman. Persilangan merupakan salah satu metode dalam pemuliaan untuk memperluas keragaman genetik suatu tanaman dengan melakukan penyerbukan silang beberapa tetua yang memiliki susunan genetik berbeda (Alia dan Wilia, 2010).

Pengembangan sorgum melalui persilangan telah dilakukan pada penelitian sebelumnya dengan tanaman F2 Pulut 3 x Kawali. Meskipun demikian, hasil keragaman karakter agronomi yang luas membuat pengembangannya perlu dilanjutkan pada generasi selanjutnya (Burnama, 2022). Kandungan amilosa pada tanaman F3 Pulut x Kawali juga perlu dianalisis untuk dijadikan pertimbangan dalam kegiatan seleksi. Deteksi cepat kandungan amilosa pada sorgum hasil persilangan dapat diketahui melalui metode uji iodine yaitu analisis amilosa dengan prinsip pengikatan I:KI (Ardhiyanti *et al.*, 2014). Uji kandungan amilosa secara kualitatif dilakukan dengan meneteskan larutan iodine pada endosperma biji sorgum yang akan diuji. Hasil pewarnaan iodine akan menunjukkan warna biru gelap apabila kadar amilosanya tinggi dan menjadi merah atau cokelat apabila kadar amilosanya rendah (Pedersen *et al.*, 2004). Penelitian ini bertujuan memperoleh informasi tentang keragaman genetik karakter agronomi serta melihat tipe sorgum berdasarkan kandungan amilosa pada populasi F3 sorgum Pulut 3 x Kawali.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Bioteknologi dan SDG Pertanian (BBPSI), Kecamatan Bogor Barat, Kabupaten Bogor. Kegiatan penanaman dilakukan pada bulan Agustus hingga bulan November 2022. Proses pasca panen dan analisis *staining* dilaksanakan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB pada bulan Juli 2022. Bahan yang digunakan adalah benih tanaman sorgum generasi F3 hasil persilangan Pulut 3 dengan Kawali, tetua betina yaitu Pulut 3, dan tetua jantan yaitu Kawali. Jumlah masing-masing tanaman secara berurutan adalah 500, 60, dan 60 tanaman. Pupuk yang digunakan adalah NPK, dan insektisida non sistemik berbahan aktif deltamethrin 25 g L⁻¹, karbofuran 3G, dan mankozeb 80%. Peralatan budidaya pada umumnya, serta sungkup, label, timbangan digital, meteran, amplop coklat, jangka sorong, alat tulis, kamera, akuades, larutan iodine oven, plat tetes, mikropipet, dan kamera.

Penelitian ini menggunakan metode *Single Seed Descent* (SSD) dengan cara menanam individu tanaman F3 dari hasil persilangan Pulut 3

dengan Kawali. Penanaman dilaksanakan dengan luas lahan 80 m². Pengolahan tanah dilakukan dua minggu sebelum tanam. Lahan diolah dengan cangkul dan mesin traktor. Luas lahan yang dibutuhkan 80 m². Penanaman dilakukan dengan membuat lubang tanam benih menggunakan alat tugal dengan jarak tanam 70 cm × 20 cm. Setiap lubang ditanami 3 butir benih pada kedalaman ± 2 cm dan insektisida bahan aktif karbofuran. Penyulaman pada tanaman mati dilakukan 1-3 minggu setelah penanaman (MST) menggunakan tanaman yang sudah disiapkan diawal penanaman sehingga memiliki umur tanam yang sama.

Pemberian pupuk NPK dilakukan dengan memberikan pupuk urea dosis 200 kg ha⁻¹, SP-36 dosis 100 kg ha⁻¹, dan KCl dosis 100 kg ha⁻¹. Pemupukan urea dilakukan pada 1 MST dengan 2/3 dosis dan 4 MST dengan 1/3 dosis. Pemupukan SP-36 dan KCl dilakukan hanya pada 1 MST. Penjarangan dilakukan pada 4 MST bersamaan dengan pemupukan kedua. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pengendalian gulma, pengendalian hama penyakit, dan penyungkupan. Penyiraman dilakukan ketika kondisi lahan sorgum sudah kering. Pengendalian gulma dilakukan sebelum pemupukan kedua. Pengendalian hama dan penyakit dengan cara penyemprotan menggunakan insektisida nonsistemik yang berbahan aktif deltametrin dengan konsentrasi 1 mL L⁻¹. Penyungkupan malai sorgum dilakukan 4 minggu sebelum panen ketika biji sudah matang susu dengan menggunakan plastik bening yang telah diberi lubang. Pemanenan menggunakan gunting pangkas dengan memotong leher malai tanaman. Pemanenan dilakukan secara bertahap jika 50% bulir dalam satu malai sudah masak sempurna atau sudah muncul lapisan hitam (*black layer*) di pangkal biji.

Kegiatan pasca panen sorgum meliputi penjemuran malai, perontokan biji, pengepakan dan penyimpanan biji sorgum. Proses penjemuran malai dilakukan langsung di bawah sinar matahari dilakukan selama 3-4 hari untuk mengurangi kadar air pada biji sorgum. Perontokan biji dilakukan

secara manual dengan dipukul-pukul menggunakan tongkat. Pengepakan biji dilakukan per malai dengan kertas amplop coklat dan dikelompokkan menurut genotipe. Amplop tersebut kemudian dimasukkan ke dalam box penyimpanan di ruang penyimpanan. Percobaan uji cepat keberadaan amilosa menggunakan larutan pewarna iodin, sampel dipanaskan dengan 1 mL H₂O dalam oven 95 °C selama satu jam lalu dinginkan sampai suhu kamar (25 °C) untuk gelatinasi pati. Larutan pewarna iodin sebanyak 50 µl (2.5 g KI, 250 mg I₂, 125 mL H₂O) ditambahkan ke setiap sampel (Pedersen *et al.*, 2004). Hasil penelitian dianalisis menggunakan uji *t-student* pada nilai tengah F3 dan tetua. Pengujian *skewness* dan *kurtosis* pada sebaran populasi F3, pendugaan aksi gen, dan pendugaan jumlah gen yang terlibat. Heritabilitas arti luas dari keragaman karakter kuantitatif yang diperoleh dan khi-kuadrat pada karakter kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lingkungan

Tabel 1 menunjukkan kondisi suhu penanaman dengan rata-rata suhu harian per bulan berkisar dari 25.48–26.05 °C. Hal ini sesuai dengan syarat tumbuh tanaman sorgum dengan kondisi suhu optimum berkisar antara 21–35 °C (Subagio dan Aqil, 2014). Curah hujan per bulan yang menunjukkan rata-rata 211.1–492.3 juga telah sesuai dengan syarat tumbuh tanaman sorgum karena curah hujan yang dibutuhkan 375–425 mm (Zubair, 2016). Meskipun demikian kelembapan harian per bulan menunjukkan rata-rata yang tidak sesuai dengan kelembapan relatif 20–40%. Hal ini memungkinkan adanya pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman sorgum karena kelembapan yang tinggi dapat mengakibatkan pertumbuhan cendawan yang tinggi sehingga pada saat vegetatif awal akan terganggu (Pertiwi, 2014).

Tabel 1. Kondisi rata-rata suhu minimum, maksimum, dan harian, kelembapan, dan curah hujan per bulan Oktober 2022 Maret 2023

Bulan	Suhu minimum (°C)	Suhu maksimum (°C)	Suhu harian (°C)	Kelembapan harian (°C)	Curah hujan per bulan (mm)
Agustus	21.70	32.37	26.04	82.93	384.9
September	21.85	31.23	26.00	86.03	344.2
Oktober	21.90	31.57	26.04	85.53	499.6
November	21.84	31.22	26.00	86.03	321.1

Analisis Nilai Tengah

Analisis nilai tengah pada populasi sorgum F3 diperlukan untuk mengetahui perbedaan karakter dibandingkan dengan kedua tetuanya. Analisis nilai tengah beserta simpangan baku F3 dengan kedua tetua yaitu Pulut 3 dan Kawali tersaji pada Tabel 2. Berdasarkan analisis dapat diketahui bahwa karakter tinggi tanaman, bobot basah malai berbeda nyata dengan kedua tetua. Karakter panjang leher malai, jumlah cabang primer, panjang rachis dan jumlah node berbeda nyata dengan tetua Kawali, sementara karakter jumlah daun, diameter batang dan malai berbeda nyata dengan tetua pulut. Nilai tengah yang berbeda nyata serta lebih tinggi dibandingkan tetua menunjukkan karakter yang lebih baik dari kedua tetua (Rini *et al.*, 2018). Simpangan baku dapat menunjukkan keragaman yang dimiliki sorgum populasi F3. Semakin tinggi simpangan baku menunjukkan keragaman yang semakin tinggi dan memperbesar peluang penyeleksian atau perbaikan karakter pada generasi selanjutnya (Arifriana dan Sjamsijah, 2017).

Pendugaan Aksi Gen

Aksi gen berpengaruh dalam menentukan pengendalian suatu karakter dalam tanaman dengan mengamati pola segregasi karakter kuantitatifnya (Hartati, 2013). Karakter kuantitatif pada dasarnya dikendalikan oleh keberagaman jumlah gen sehingga perlu dianalisis melalui kemenjuluran (*skewness*) dan keruncingan

(*kurtosis*). *Skewness* yang nyata dapat memberi informasi terjadinya aksi epistasis komplementer apabila positif (+) dan apabila negatif (-) menunjukkan pengaruh epistasis duplikat. *Skewness* yang tidak nyata memberi informasi terjadinya aksi gen aditif. *Kurtosis* digunakan untuk mengetahui pengaruh gen yang sedikit apabila bernilai positif (+) dengan sebaran *leptokurtik* dan pengaruh gen yang banyak apabila bernilai negatif (-) dengan sebaran *platikurtik*. *Kurtosis* yang tidak nyata akan menyebar secara *mesokurtik* dan menunjukkan pengaruh aksi gen aditif apabila *Skewness* tidak nyata atau dominan apabila *Skewness* nyata (Roy, 2000).

Data pada Tabel 3 menunjukkan pengamatan analisis *Skewness* dan *Kurtosis* sorgum F3 menghasilkan beberapa karakter yang menunjukkan aksi gen epistasis komplementer yaitu JD, LD, TT, DM, dan B100, sementara karakter yang menunjukkan aksi gen epistasis duplikat yaitu PM dan PR. Hasil pengamatan tersebut ternyata memiliki perbedaan dengan hasil penelitian pada generasi F2 dimana TT memiliki aksi gen dominan, DM memiliki aksi gen aditif, dan B100 memiliki aksi gen duplikat (Burnama, 2022).

Karakter yang menunjukkan aksi gen aditif yaitu DT, JCS, dan JN sementara karakter yang menunjukkan aksi gen dominan yaitu PLM, BBM, BKM, JCP, JCT, BB. Perbedaan kembali ditemukan pada PLM dan BBM yang memiliki aksi gen komplementer serta DT yang memiliki aksi gen dominan pada generasi F2.

Tabel 2. Nilai tengah dan simpangan baku F3 dengan tetua hasil persilangan Pulut 3 × Kawali

Karakter	Kisaran	Nilai tengah dan simpangan baku		
		F3	Kawali	Pulut 3
Jumlah daun	3-15	8 ^b ± 2.2	10 ± 1.72	10 ± 0.71
Luas daun (cm ²)	131-919	477.1 ± 130.95	516.64 ± 74.29	
Diameter batang (mm)	0.96-3.88	1.94 ^b ± 0.48	1.76 ± 0.36	1 ± 0.49
Tinggi tanaman (cm)	69-268	163 ^{ab} ± 38.10	184.46 ± 26.57	177 ± 40.28
Panjang leher malai (cm)	0-39.8	13.6 ^a ± 8.65	4.6 ± 1.14	
Panjang malai (cm)	12.4-44	28.5 ± 4.95	27.35 ± 2.05	28.7 ± 5.87
Diameter malai (mm)	1.12-8.34	4.44 ^b ± 9.38	5.47 ± 1.06	2.41 ± 1.09
Bobot basah malai (g)	13.8-221	70 ^{ab} ± 50.08	124 ± 51.89	131 ± 63.86
Bobot kering malai (g)	22-141.5	71.2 ± 34.12	84.3 ± 36.64	97.17 ± 49.89
Jumlah cabang primer	24-69	41 ^a ± 8.90	54.5 ± 4.88	
Jumlah cabang sekunder	2-13	8.33 ± 2.35	8.17 ± 1.42	
Jumlah cabang tersier	6-47	21.3 ± 9.93	19 ± 7.16	
Panjang rachis (cm)	0-29.5	16.2 ^a ± 6.15	20.05 ± 3.05	
Jumlah node	1-11	6 ^a ± 2.44	9.5 ± 1.80	
Bobot biji (g)	4.9-133	50.7 ± 26.45	48.45 ± 24.06	
Bobot 100 biji (g)	0.7-6.7	2.5 ± 0.68	2.05 ± 0.51	2.4 ± 0

Tabel 3. Pendugaan aksi gen karakter agronomi pada populasi F3 sorgum hasil persilangan Pulut 3 × Kawali

Karakter	S	SE _S	Z _S	K	SE _K	Z _K	Jumlah dan tipe aksi gen
Jumlah daun	1.54	0.18	8.35**	6.07	0.36	16.85**	Sedikit, EK
Luas daun	-1.47	0.18	-8.15**	5.47	0.36	15.19**	Sedikit, EK
Diameter batang	-0.33	0.18	-1.85 ^{tn}	1.80	0.36	4.99**	Sedikit, AD
Tinggi tanaman	0.75	0.18	4.18**	1.65	0.36	4.59**	Sedikit, EK
Panjang leher malai	0.61	0.18	3.37**	-0.05	0.36	-0.14 ^{tn}	Banyak, Dm
Panjang malai	-0.37	0.18	-2.07*	1.20	0.36	3.33**	Sedikit, ED
Diameter malai	0.03	0.18	0.18 ^{tn}	-0.54	0.36	-1.49 ^{tn}	Banyak, EK
Bobot basah malai	0.72	0.18	3.99**	-0.48	0.36	-1.33 ^{tn}	Banyak, Dm
Bobot kering malai	0.41	0.18	2.26*	-0.61	0.36	-1.70 ^{tn}	Banyak, Dm
Jumlah cabang primer	0.40	0.18	2.24*	-0.15	0.36	-0.42 ^{tn}	Banyak, Dm
Jumlah cabang sekunder	-0.28	0.18	-1.54 ^{tn}	-0.50	0.36	-1.40 ^{tn}	Banyak, AD
Jumlah cabang tersier	0.44	0.18	2.46*	-0.17	0.36	-0.47 ^{tn}	Banyak, Dm
Panjang rachis	-0.69	0.18	-3.82**	0.73	0.36	2.02*	Sedikit, ED
Jumlah node	-0.15	0.18	-0.86 ^{tn}	-0.66	0.36	-1.82 ^{tn}	Banyak, AD
Bobot biji	0.69	0.18	3.83**	0.17	0.36	0.47 ^{tn}	Sedikit, Dm
Bobot 100 biji	1.75	0.18	9.74**	9.05	0.36	25.13**	Sedikit, EK

Karakter yang memiliki aksi gen aditif dan dominan pada F2 seharusnya diturunkan pada tanaman F3, namun karena pengaruh banyak atau sedikitnya gen yang berperan memungkinkan terjadinya segregasi transgresif efek kendali gen over dominan dan aditif yang menutupi sehingga mengubahnya menjadi aksi gen epistasis pada tanaman F3 (Maryono, 2019).

Heritabilitas

Hasil pengamatan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa karakter LD, TT, PLM, PM, DM, BBM, BKM, JCP, JCS, JCT, PR, dan B100 memiliki nilai heritabilitas arti luas yang tinggi yaitu di atas 50%. Karakter JD, DT, JCT, dan JN memiliki nilai heritabilitas arti luas sedang karena berada pada 20-50%, sementara karakter BB termasuk kedalam kategori rendah karena berada dibawah 20%. Keragaman heritabilitas pada karakter kuantitatif juga berkaitan dengan nilai Koefisien Keragaman Genetik (KKG). Nilai KKG karakter PLM, BBM, BKM, dan B100 masuk kedalam kategori luas, sementara karakter DM, PM, JCT, PR, dan JN masuk kedalam kategori sedang. Karakter yang masuk kedalam kategori KKG rendah yaitu JD, LD, DT, TT, PM, JCP, JCS, dan BB. Karakter dengan KKG rendah mengindikasikan bahwa karakter tersebut tidak efektif apabila diseleksi (Febrianto *et al.*, 2015).

Penampilan suatu tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, dan interaksi antar keduanya. Suatu populasi tanaman dapat menunjukkan adanya perbedaan antara tanaman yang satu dengan tanaman yang lainnya yang disebut dengan keragaman (Dewanti, 2015).

Besarnya keragaman pada karakter kuantitatif tanaman sorgum F3 Pulut x Kawali dapat diketahui melalui nilai heritabilitas (Sari *et al.*, 2014). Heritabilitas merupakan salah satu parameter genetik yang digunakan dalam menduga apakah faktor genetik atau faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap keragaman penampilan karakter tanaman (Suprpto dan Kairudin, 2007).

Pendugaan Kandungan Amilosa dan Pewarnaan Iodin

Kandungan amilosa pada sorgum dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan tekstur nasi yang akan dihasilkan apabila dimasak. Amilosa membuat pati memiliki keterbatasan dalam mengikat air yang lebih rendah sehingga apabila kandungan amilosa semakin tinggi menyebabkan nasi semakin keras (pera). Kandungan amilosa pada sorgum F3 Pulut 3 x Kawali diketahui dengan melakukan uji iodin atau penetesan larutan lugol pada bahan percobaan. Hasil pewarnaan menunjukkan 125 biji *non-waxy* dan 58 *waxy*.

Hasil pengujian Khi-Kuadrat pada Tabel 5 menunjukkan bahwa nisbah segregasi yang dihasilkan pada pewarnaan endosperma sorgum F3 hasil persilangan Pulut 3 x Kawali sesuai dengan nisbah Mendel apabila menggunakan taraf 0.01 karena memiliki perbandingan 3:1. Nisbah tersebut juga mengindikasikan bahwa karakter tersebut dikendalikan oleh satu gen dengan aksi gen dominan resesif. Hal ini sesuai dengan penelitian Falusi (2008) tentang pola pewarisan sifat bentuk daun pada kenaf dikendalikan oleh satu gen dominan.

Tabel 4. Nilai ragam, heritabilitas arti luas, dan koefisien keragaman genetik pada populasi F3

Karakter	σ^2_p	σ^2_e	σ^2_g	h^2_{bs}	KKG
Jumlah daun	4.82	2.46	2.37	38.72	16.60
Luas daun	17146.97	5518.80	11628.17	67.81	22.86
Diameter batang	0.23	0.13	0.10	43.96	16.34
Tinggi tanaman	1451.599	213.57	1238.03	85.29	21.50
Panjang leher malai	74.88	1.29	73.59	98.27	60.88
Panjang malai	24.53	4.22	20.31	82.79	15.94
Diameter malai	2.56	1.12	1.43	56.08	25.84
Bobot basah malai	2507.84	-1385.66	3893.5	155.25	75.45
Bobot kering malai	1164.35	-1146.83	2311.18	198.49	62.49
Jumlah cabang primer	79.24	23.83	55.41	69.92	17.46
Jumlah cabang sekunder	5.50	2.01	3.50	63.51	23.32
Jumlah cabang tersier	98.64	51.27	47.38	48.03	31.54
Panjang rachis	37.76	9.29	28.47	75.39	34.87
Jumlah node	5.97	3.23	2.74	45.85	28.32
Bobot biji	699.62	578.65	120.96	17.29	20.61
Bobot 100 biji	3.45	0.26	3.19	92.47	66.94

Tabel 5. Nilai Khi-Kuadrat pewarnaan endosperma sorgum F3 menggunakan larutan iodin

Karakter	Nisbah segregasi	X ² tabel 0.01	X ² tabel 0.05	X ² hitung	Aksi gen
Warna Endosperma	3:1	6.64	3.84	4.37	Dominan Resesif

Nisbah kecocokan 3:1 menunjukkan bahwa 3/4 bagian dari populasi F3 memiliki karakter warna endosperma biru tua dan 1/4 bagian lainnya berwarna merah kecokelatan. Warna biru tua pada endosperma juga menunjukkan kandungan amilosa yang tinggi, sementara warna merah kecokelatan menunjukkan kandungan amilosa yang rendah.

Karakter Kualitatif

Karakter kualitatif merupakan karakter yang dapat diamati secara langsung karena dikendalikan oleh sedikit gen. Interaksi antar alel dalam lokus yang sama juga cenderung tertekan ekspresinya sehingga memiliki aksi gen yang dominan atau over-dominan (Oktaviyanti, 2018). Karakter kualitatif pada sorgum F3 hasil persilangan Pulut 3 x Kawali meliputi bentuk malai, warna malai, kerapatan malai, keberadaan anakan tanaman, keberadaan anakan malai, warna biji, warna Sekam, dan kandungan amilosa. Hasil pengamatan karakter kualitatif dapat dilihat pada Tabel 6 dengan mengacu pada standar karakter pengamatan UPOV 2015.

Khi-kuadrat digunakan untuk menguji kesesuaian antara nilai pengamatan dan nilai harapan. Pengujian pada karakter kualitatif menghasilkan pengaruh nyata pada karakter kandungan amilosa, warna biji, dan warna sekam. Hal ini menunjukkan bahwa karakter kandungan

amilosa, warna biji, dan warna sekam sesuai dengan nisbah Mendel sehingga pendugaan jumlah gen yang sedikit dan aksi gen dominan yang memengaruhinya dapat diketahui (Hartati *et al.* 2013). Seleksi berdasarkan karakter tersebut juga akan efektif apabila dilakukan pada generasi selanjutnya. Karakter kualitatif lainnya yang tidak sesuai dengan nisbah Mendel menunjukkan keberagaman gen yang memengaruhi dan aksi gen yang masih belum stabil sehingga tidak efektif apabila dilakukan seleksi pada generasi berikutnya. Meskipun demikian, karakter-karakter tersebut memiliki peluang keragaman yang tinggi sehingga dapat memperbesar pilihan pemulia dalam melakukan seleksi pada generasi lanjut.

Dendrogram

Dendrogram atau *Clustering* merupakan salah satu metode yang bertujuan untuk melakukan pengelompokan data berdasarkan kemiripan/jarak antar data. *Clustering* memiliki karakteristik dimana anggota dalam satu kluster memiliki kemiripan yang sama atau jarak yang sangat dekat, sementara anggota antar kluster memiliki kemiripan yang sangat berbeda atau jarak yang jauh (Badiaraja *et al.*, 2021). *Clustering* dapat mempermudah pemuliaan dalam menentukan suatu karakter seleksi berdasarkan pendataan genotipe tanaman yang diinginkan

Tabel 6. Karakter kuantitatif Sorgum dari tetua dan populasi F3

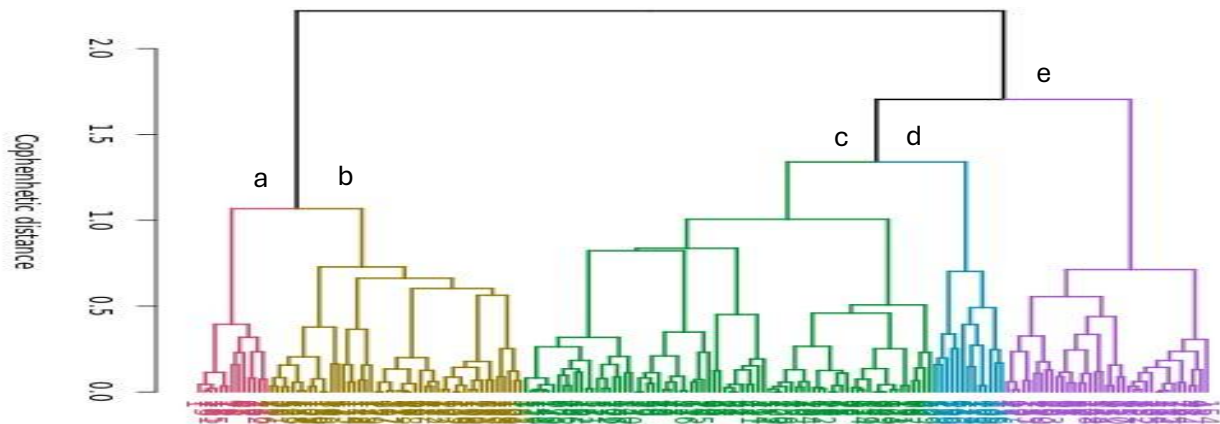
Karakter	F3	Kawali	Pulut 3	Harapan
Keberadaan Anakan Tanaman	1 Ada 182 Tidak ada	30 Tidak ada	30 Tidak Ada	Tidak ada
Jumlah Malai	8 Lebih dari satu 175 Satu	30 Satu	30 Satu	Satu
Bentuk Malai	23 Lebar bawah 68 Lebar tengah 58 Lebar atas 34 Piramida terbalik	30 Lebar tengah	30 Lebar atas	Lebar tengah
Warna Malai	46 Kuning 40 Oranye 84 Coklat 13 Merah	30 Putih	30 Coklat	Putih
Kemudahan Rontok	124 Mudah 59 Sulit	30 Mudah	30 Sulit	Mudah
Kerapatan Malai	43 Sangat jarang 54 Jarang 74 Sedang 12 Padat	30 Sedang	30 Jarang	Padat
Warna Biji	9 Putih 13 Putih-merah 23 Putih-kuning 20 Kuning 19 Oranye 12 Oranye-merah 81 Coklat 6 Merah	30 Putih-kuning	30 Coklat	Putih
Warna Sekam	9 Putih 12 Putih-merah 22 Putih-kuning 20 Kuning 19 Oranye 12 Oranye-merah 81 Coklat 8 Merah	30 Putih-kuning	30 Merah	Putih
Kandungan Amilosa	125 <i>Non-waxy</i> 58 <i>Waxy</i>	30 <i>Non-waxy</i>	30 <i>Waxy</i>	<i>Waxy</i>

Clustering pada karakter kuantitatif dan kualitatif Sorgum F3 Pulut 3 x Kawali menghasilkan 5 kluster yang pada gambar 3.2 diwakili oleh warna merah (a), kuning (b), hijau (c), biru (d), dan ungu (e). Kluster dengan genotipe terbanyak ditemukan pada kluster (c) dengan 76 genotipe. Hal ini menunjukkan bahwa kluster hijau dapat mewakili seluruh populasi dalam hasil pengamatan karakter kualitatif maupun kuantitatif. Meskipun demikian, setiap kluster memiliki ciri khas pembagian kemiripan karakter seperti pada Tabel 7.

Karakter kualitatif kluster a dan c memiliki kesamaan warna malai kuning, namun memiliki

perbedaan pada tipe sorgum. Kluster (a) dan (b) serta kluster (c), (d), dan (e) memiliki kesamaan tipe sorgum namun warna malainya berbeda. Perbedaan karakter kuantitatif dapat dilihat berdasarkan nilai luas daun, tinggi tanaman, bobot basah, bobot kering, dan bobot biji.

Luas daun tertinggi terdapat pada kluster (c), tinggi tanaman pada kluster (e), Bobot basah, kering, dan biji terdapat pada kluster (c). Pembagian kluster pada sorgum F3 Pulut 3 x Kawali dapat dijadikan acuan dalam menentukan seleksi karakter pada generasi selanjutnya sesuai dengan kepentingan pemuliaan.

Gambar 1. *Clustering* genotipe Sorgum F3 Pulut 3 x Kawali berdasarkan karakter kualitatif yang diamati

Tabel 8. Kemiripan karakter pada setiap kluster

Kluster	Kualitatif warna malai	Tipe sorgum	Luas daun (cm ²)	Tinggi (cm)	Kuantitatif bobot basah (g)	Bobot kering (g)	Bobot biji (g)
a	Yellow	Waxy	517.2	156.9	84.6	82.0	46.6
b	Brown	Waxy	452.6	158.4	53.6	56.0	42.9
c	Putih	Non waxy	531.3	165.6	122.0	104.0	72.4
d	Yellow	Non waxy	352.4	164.4	38.4	44.1	31.2
e	Orange	Non waxy	408.4	167.7	43.8	49.6	32.7

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Perbedaan keragaman karakter secara umum yang ditemukan pada F3 belum berbeda dengan tanaman tetua. Aksi gen yang ditemukan pada karakter kuantitatif relatif beragam yaitu dominan, epistasis, dan aditif dengan jumlah gen banyak ataupun sedikit. Kandungan amilosa yang bertipe *waxy* mengikuti nisbah Mendel sehingga mampu dijadikan acuan untuk kegiatan seleksi pada generasi lanjutan. Karakter yang ditemukan pada karakter kualitatif memiliki keragaman yang tinggi sementara keeratan hubungan antar karakter kuantitatifnya rendah. Pengelompokan genotipe tanaman berdasarkan karakter kualitatif maupun kuantitatif dapat diwakili oleh kluster hijau dalam melakukan seleksi pada generasi lanjutan.

Saran

Pengamatan pada karakter kuantitatif dan kualitatif yang dilakukan pada penelitian F3 sorgum Pulut 3 x Kawali perlu dilanjutkan pada generasi F4. Penanaman pada generasi F4-F5 dapat menggunakan metode *Single Seed Descent* untuk meningkatkan efektivitas seleksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alia, Y., W. Wilia. 2010. Persilangan empat varietas kedelai dalam rangka penyediaan populasi awal untuk seleksi. *J. Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*. 13(1):39-42.
- Anas, A., A. Suhanto. 2018. Keragaan penampilan lima genotipe sorgum manis (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) introduksi Jepang di Jatinangor. *Zuriat*. 29(2):80-87. DOI: <https://doi.org/10.24198/zuriat.v29i2.20809>
- Ardhiyanti, S.D., U.S. Nugraha, S.D. Indrasari, Kusbiantoro. 2014. Penetapan nilai acuan amilosa beberapa varietas padi menggunakan metode pengikatan Iodin (I): Kalium Iodida (KI) melalui uji banding antar laboratorium. *Widyarise*. 17(3):353-362.
- Arifriana, N.B., N. Sjamsijah. 2017. Respon Seleksi Tanaman F3 Pada Beberapa Genotipe Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Agriprima*. 1(1):46-53. DOI: <https://doi.org/10.25047/agriprima.v1i1.10>.
- Badiaraja, P.H., S. Zubaidah, H. Kuswanto. 2021. Maternal effect of agronomic and morphological characters on cluster structure of F3 soybean lines. *Biodiversitas*. 22(2):969-982. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220253>.

- Burnama, P.W. 2022. Keragaman karakter agronomi dan kandungan amilosa pada populasi F₂ sorgum hasil persilangan pulut 3 × kawali [skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Dewanti, D., P. Basunanda, A. Purwanto. 2015. Variabilitas karakter fenotipe dua populasi jagung manis (*Zea mays* L. kelompok saccharata). Vegetalika. 4(4):35-47.
- Febrianto, E.B., Y. Wahyu, D. Wurnas. 2015. Keragaan dan keragaman genetik karakter agronomi galur mutan putatif gandum generasi M₅. J. Agron. Indonesia. 43(1):52-58. DOI: <https://doi.org/10.24831/jai.v43i1.9591>.
- Falusi, O.A. 2008. Inheritance of characters in kenaf (*Hibiscus cannabinus*). Afr. J. Biotechnol. 7(7):904-906.
- Oktaviyanti, R.N. 2018. Pola segregasi pada beberapa karakter tanaman kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) generasi F₂ hasil persilangan HC48 dan SM004 [skripsi]. Malang (ID: Universitas Brawijaya).
- Fitzgerald, M.A., C.J. Bergman, A.P. Resurreccion, J. Moller, R. Jimenez, R.F. Reinke, M. Martin, P. Blanco, F. Molina, M.H. Chen, et al. 2009. Addressing the dilemmas of measuring amylose in rice. Cereal Chem 86(5):492-498. DOI: <https://doi.org/10.1094/CCHEM-86-5-0492>.
- Ginting, E., R. Yulifianti, M. Jusuf. 2014. Ubijalar sebagai bahan diversifikasi pangan lokal. Pangan. 23(2):194-207.
- Hartati, S., M. Barmawi, N. Sa'diyah. 2013. Pola segregasi karakter agronomi tanaman kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) generasi F₂ hasil persilangan wilis x b3570. Agrotek Tropika. 1(1):8-13. DOI: <https://doi.org/10.23960/jat.v1i1.1876>.
- Hidayanti, N. 2020. Karakterisasi sorgum varietas lokal, varietas nasional, dan galur-galur hasil pemuliaan [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Kawahigashi, H., M. Oshima, T. Nishikawa, H. Okuizumi, S. Kasuga, J. Yonemaru. 2013. A novel waxy allele in sorghum landraces in east asia. Plant Breed. 132(3):305-310. DOI: <https://doi.org/10.1111/pbr.12054>.
- Maryono, M.Y., Trikoesoemaningtyas, D. Wurnas, S. Human. 2019. Analisis genetic dan seleksi segrekan transgresif pada pulasi F₂ sorgum hasil persilangan B69× Numbu dan B69×Kawali. J. Agron. Indonesia. 47(2):162-170. DOI: <https://doi.org/10.24831/jai.v47i2.24991>.
- Nugraha, A.A., N.R. Ardiarini, Kuswanto. 2017. Uji keseragaman galur dan kekerabatan antar galur kacang bogor (*Vigna subterranean* (L) Verdc.) hasil *single seed descent*. Jurnal Produksi Tanaman. 5(7):1196-1206.
- 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 sorghum pollen. Crop Science. 44:764-767. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.7640>.
- Pertiwi, N.P. 2014. Evaluasi galur-galur generasi awal sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) hasil persilangan B-69 x Numbu [skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Rini, F.M., D. Wurnas, A. Nindita. 2018. Keragaman populasi F₂ padi (*Oryza sativa* L.) pada kondisi cekaman suhu tinggi. Bul Agrohorti. 6(3):326-335. DOI: <https://doi.org/10.29244/agrob.v6i3.21095>.
- Roy, D. 2000. *Plant Breeding. The Analysis and Exploitation of Variability*. New Delhi: Narosa Publishing House
- Sari, W.P, Damanhuri, Respatijarti. 2014. Keragaman dan heritabilitas 10 genotip pada cabai besar (*Capsicum annuum* L.). J. Produksi Tanaman. 2(4):301-307.
- Sirappa, M.P. 2003. Prospek pengembangan sorgum di indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan, dan industri. J. Litbang Pertanian. 22(4):133-140.
- Siregar, D.S., A. Mardiyah. 2018. Uji adaptasi beberapa varietas sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) pada lahan sawah tadah hujan di desa matang seutui kota langsa. Agrosamudra. 5(2):80-86.
- Stawski, D. 2008. New determination method of amylose content in potato starch. Food Chemistry. 110:777-781. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.009>.
- Suarni. 2012. Potensi sorgum sebagai bahan pangan fungsional. Iptek Tanaman Pangan. 7(1):58-66.
- Subagio, H., M. Aqil. 2014. Perakitan dan pengembangan varietas unggul sorgum untuk pangan, pakan, dan bioenergi. Iptek Tanaman Pangan. 9(1):42
- Suryana, A. 2014. Menuju ketahanan pangan indonesia berkelanjutan 2025: tantangan dan penanganannya. Forum Penelitian Agro Ekonomi. 32(2):123-135. DOI: <https://doi.org/10.21082/fae.v32n2.2014.123-135>.

- Suprpto, N. Kairudin. 2007. Variasi genetik. heritabilitas. tindak gen dan kemajuan genetik kedelai (*Glycine max* Merrill) pada Ultisol. J. Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia. 9(2):183-190. DOI: <https://doi.org/10.31186/jipi.9.2.183-190>.
- Widowati, S. 2010. Karakteristik mutu gizi dan diversifikasi pangan berbasis sorgum. Pangan. 19(4):373-382.
- Wirnas, D., N. Oktanti, H.N. Rahmi, D. Andriani, Faturrahman, E.P. Rini, S. Marwiyah, Trikoesoemaningtyas, D. Sopandie. 2021. Genetic analysis for designing an ideotype of high-yielding sorghum based on existing lines performance. Biodiversitas. 22(12):5286-5292. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d221208>.