

Keragaman Mutan Wijen (*Sesamum indicum* L.) Berdasarkan Karakter Kualitatif

Vina Eka Aristya^{1,2}, Rani Agustina Wulandari², Taryono^{2,3}

¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, Jl. Soekarno Hatta Km.26 No.10, Bergas, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah, Indonesia 50552

²Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta, Indonesia 55281

³Pusat Inovasi Agroteknologi, Universitas Gadjah Mada, Berbah, Yogyakarta, Indonesia 55573
Corresponding author: tariono60@ugm.ac.id

Diterima: 9 Mei 2020 ; direvisi: 10 Oktober 2020 ; disetujui: 6 Januari 2021

ABSTRAK

Sesamum indicum L. adalah salah satu tanaman alternatif penghasil minyak nabati penting. Pendekatan pemuliaan melalui induksi mutasi berusaha untuk menghasilkan variabilitas baru populasi wijen, yang secara umum tersusun dari individu homozigot. Karakter morfologi berguna untuk mengidentifikasi galur dan memastikan hasil pemuliaan mutasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi keragaman morfologi wijen hasil mutasi berdasarkan 26 karakter kualitatif. Penggalan informasi dengan metode analisis kelompok juga dikaji untuk menggambarkan variabilitas genetik pada 57 galur mutan wijen (jenis hitam dan putih) generasi M4 dan M5. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap: tahap pertama terdiri 18 galur generasi M4, dievaluasi pada Maret-Agustus 2015; tahap kedua terdiri atas 39 galur M5, ditanam pada November 2015-April 2016. Pemeriksaan penampilan kualitatif mengikuti panduan *descriptor list* untuk wijen. Secara umum, penilaian representatif dari sifat kualitatif pada galur mutan wijen generasi M4 akan diikuti oleh keturunan generasi M5. Dendrogram dibangun untuk membedakan galur menjadi kelompok berdasarkan matriks tingkat kemiripan. Struktur populasi utama dari 57 galur berdasarkan sifat kualitatif dikategorikan dalam dua kelompok besar. Materi genotipe kelompok I diklasifikasikan menjadi dua sub-kelompok, terdiri 17 dan 31 galur. Sub-kelompok ini menjadi bagian distribusi genotipe terbesar. Kelompok II tersusun oleh 9 galur, mayoritas dari M4. Nilai korelasi antar karakter bervariasi antara 0,7176 hingga 1,0. Keragaman morfologi antar galur wijen dipengaruhi oleh sifat genetik dibandingkan faktor lingkungan. Studi ini membantu seleksi galur terpilih berdasarkan kestabilan fenotipe. Evaluasi keragaman struktur populasi wijen mutan bermanfaat untuk program pemuliaan.

Kata Kunci: *Sesamum indicum* L., galur mutan, karakter kualitatif, analisis kelompok

Diversity of Sesame Mutants (*Sesamum indicum* L.) Based on Qualitative Characters

ABSTRACT

Sesamum indicum L. is one of the alternative crops that produces vegetative oil. The plant breeding approach through mutation induction could produce new genetic variability in sesame populations, which are generally composed of homozygous individuals. The study aims were to determine the diversity of sesame-mutant lines based on 26 qualitative characters. Cluster analysis method was carried out to describe the genetic variability of 57 sesame mutant lines (consist of black and white types) 4th (M4) and 5th generations (M5). The study was done in two phases, the first phases consisted of 18 M4 lines planted in March-August 2015; the second phase consisted 39 M5 lines planted in November 2015-April 2016. Analyses of qualitative morphological characters followed the descriptors list for sesame. In general, a representative assessment of

qualitative traits in M4 lines will be followed by the offspring of M5. Dendogram showed that the 57 mutant lines categorized into two major clusters. Cluster I were composed of two sub-clusters, consisting 17 and 31 lines. This sub-cluster was the largest part of the genotype distribution. Cluster II composed of 9 lines, where M4 were the majority. The correlation value between characters ranged from 0.7176 up to 1.0. Morphological diversity among lines were largely influenced by genetic rather than environmental factors. This study supports the selection of lines based on phenotype stability. Evaluation of the structural diversity of mutant-sesame populations could be applied in sesame-breeding programs.

Keywords: *Sesamum indicum* L., mutant lines, qualitative characters, cluster analysis

PENDAHULUAN

Biji wijen, *Sesamum indicum* L., merupakan bahan pangan fungsional yang penting dengan potensi ekonomi yang menjanjikan, sehingga banyak dikembangkan di seluruh dunia (Kotecka-Majchrzak et al., 2020). Wijen menjadi salah satu tanaman penghasil minyak nabati tertua (Saatchi et al., 2019). Tanaman anggota famili *Pedaliaceae* ini dapat tumbuh di wilayah beriklim tropis dan subtropis (Anthony et al., 2015). Biji wijen memiliki karakter khas yang disukai konsumen dan menjadi bahan berbagai produk olahan industri makanan (Yin et al., 2020). Sesamin, sesamol, sesaminol glukosida, dan vitamin adalah senyawa antioksidan utama dalam biji wijen. Permintaan minyak wijen yang berkualitas terus meningkat karena manfaatnya bagi kesehatan (Murata et al., 2017). Tanaman wijen dapat dibudidayakan di lahan marginal dengan kemampuan produktivitas tinggi (Islam et al., 2016).

Dalam proses pertumbuhan generatif, tanaman wijen bersifat menyerbuk sendiri. Populasi tanaman wijen pada suatu hamparan umumnya merupakan gabungan berbagai individu homozigot dengan sifat genetik sama (Furat & Uzun, 2010). Karena sifat ini, maka variasi genetik tanaman wijen relatif kecil. Upaya pemuliaan tanaman wijen menggunakan metode konvensional dan bioteknologi dapat menghasilkan pencapaian pengembangan yang signifikan. Pendekatan pemuliaan tanaman melalui induksi mutasi membantu menghasilkan variabilitas baru. Mutasi menjadi sarana penting mendorong variasi

genetik baru, terutama pewarisan sifat kualitatif (Begum & Dasgupta, 2014).

Mutasi berfungsi untuk memodifikasi ideotipe penting untuk menunjukkan keragaman komponen fenotipik terutama penampakan kualitatif secara efisien. Galur mutan wijen memiliki ciri khas pada karakter bunga, kapsul, biji, dan pola percabangan tanaman (Gadri et al., 2020). Perubahan morfologis yang melibatkan pola penurunan sifat antar generasi menjadi dasar untuk program pemuliaan wijen di masa mendatang.

Pemuliaan mutasi merupakan salah satu teknik yang digunakan dalam perbaikan sifat tanaman. Keuntungan mutasi dapat merancang keragaman sifat tanaman yang diturunkan dengan hasil lebih baik secara kualitatif dan kuantitatif (Ahloowali & Maluszynski, 2001). Mutasi menyebabkan perubahan fenotipe suatu organisme. Pemuliaan mutasi adalah metode untuk menciptakan keragaman populasi dan mempermudah pemilihan individu sebagai upaya perbaikan tanaman (Ambavane et al., 2015). Teknik induksi mutasi memainkan peran penting dalam meningkatkan variasi genetik, terutama pada tanaman menyerbuk sendiri dengan variabilitas terbatas.

Organisme mutan dapat diinduksi secara fisik dengan pancaran inti atom sinar gamma (Pavadai et al., 2010). Pemuliaan tanaman wijen dengan iradiasi sumber Co-60 dapat menginduksi sifat poligenik. Pathirana (1992) melaporkan bahwa sinar gamma 450 dan 600 Gy menghasilkan M4 yang toleran terhadap penyakit. Pathirana dan Subasinghe (1993) merekomendasikan iradiasi 100–750

Gy untuk memperoleh tanaman wijen dengan berat akar atau pucuk yang koefisien variasinya tinggi. Sementara itu, Cagirgan (2001) menyatakan bahwa M3 wijen pada kisaran dosis gamma 150–750 Gy dapat memunculkan karakter kapsul tertutup. Boureima et al. (2012) menyatakan generasi mutan hasil iradiasi sinar gamma menunjukkan keragaman penampilan, diantaranya sifat kualitatif pada warna biji putih, percabangan basal, karakter pecah dan bulu kapsul, bunga, stomata, serta daun. Boureima et al. (2016) juga melaporkan induksi 300 dan 400 Gy pada 19 kultivar wijen mampu menghasilkan sifat batang dan kapsul yang lebih baik dari tetua.

Upaya karakterisasi dan dokumentasi genotipe wijen terutama karakter kualitatif secara sistematis masih terbatas (Kim et al., 2002). Karakterisasi keragaman koleksi wijen bermanfaat membantu pemilihan induk dan menjadi bagian evaluasi strategi pemuliaan (Wu et al., 2014). Program seleksi memerlukan pengetahuan tentang keragaman dan hubungan genetik antar galur wijen (Cagirgan, 2006). Pengetahuan tentang variasi genetik antar koleksi wijen akan membantu perbaikan tanaman dalam kondisi terbatas. Karakter kualitatif maupun kuantitatif menjadi sarana penting untuk identifikasi dan deskripsi individu tanaman. Ekspresi sifat kualitatif dikelompokkan ke dalam kategori yang berbeda dari sifat kuantitatif. Karakter kualitatif menunjukkan sifat lebih stabil. Metode analisis kelompok menjadi komponen yang memberikan wawasan tentang keterkaitan genotipe berdasarkan sifat morfologi. Analisis kelompok menyajikan informasi karakter kualitatif wijen dan dapat membedakan populasi antar genotipe secara efektif (Banerjee & Kole, 2009).

Pengaruh induksi mutasi iradiasi sinar gamma pada populasi akan meningkatkan kualitas bahan pengembangbiakan wijen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi mutan hasil induksi mutasi dengan

iradiasi sinar gamma terhadap keragaman fenotipe tanaman wijen hasil yang melibatkan 26 karakter kualitatif.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Sleman, Yogyakarta (7°16' N; 110°21' E). Ketinggian tempat 193 m dpl. Jenis tanah dalam uji coba lapangan adalah Inceptisol. pH tanah terukur sekitar 6.34. Struktur tanah terdiri dari lempung (9,73%), debu (33,63%), dan pasir (56,64%).

Bahan penelitian yang digunakan adalah 18 galur mutan generasi keempat (M4) dan 39 galur generasi kelima (M5) dari dua jenis *Sesamum indicum* lokal (warna biji hitam dan putih). Biji generasi awal wijen yang homogen diberi perlakuan delapan dosis (100-800 Gy) sinar gamma (Co-60). Individu tanaman (M0) yang bertahan hidup dipanen pada setiap dosis untuk menghasilkan bahan benih M1. Generasi mutan kedua (M2) diseleksi pada sifat toleransi salinitas 6 g/L NaCl. Selanjutnya generasi mutan ketiga (M3) ditanam dan dilakukan pengamatan yang menunjukkan penampilan tidak berbeda nyata antar populasi, baik pada wijen putih maupun hitam. Generasi M4 dieksploitasi untuk identifikasi dan seleksi terhadap efek induksi mutasi pada karakter kuantitatif. Seleksi tersebut berdasarkan tinggi tanaman (rerata kriteria 199,75 ± 12,75 cm) dan jumlah kapsul per tumbuhan (rerata kriteria 166,68 ± 64,35 kapsul) (Aristya et al., 2018). Galur wijen M5 merupakan keturunan hasil seleksi individu setiap galur generasi M4. Generasi M5 ditanam, dikaji, dan dibandingkan dengan generasi M4. Fokus penelitian adalah pada pengamatan 26 karakter kualitatif di generasi M4 dan M5 untuk mengevaluasi keragaman dan kestabilan sifat mutan wijen. Penggunaan bahan galur wijen generasi M4 dan M5 untuk studi ini dilandasi oleh sifat segregasi yang secara umum terjadi di generasi tersebut.

Percobaan di lahan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama yaitu budidaya dan seleksi M4 sejak fase vegetatif pada Maret-Agustus 2015. Penanaman generasi M4 dilakukan pada musim hujan terakhir dan dipanen pada musim kemarau. Tahap kedua adalah budidaya generasi M5 pada November 2015 hingga April 2016. Generasi M5 ditanam pada akhir musim kemarau dan panen pada musim hujan (Tabel 1).

Tabel 1. Deskripsi kondisi lapangan pada per-tanaman wijen M4 dan M5

Deskripsi	M4	M5
Waktu tanam	Maret-Agustus 2015	November 2015-April 2016
Jumlah galur wijen	18	39
Individu yang diamati (tanaman)	1,245	2,692
Curah hujan (mm)	207.00	392.33
Suhu minimal (°C)	21.2	24.1
Suhu maksimal (°C)	30.5	32.0
Kelembaban relatif (%)	80.40	84.33
Kecepatan angin (Knot)	3	3

Percobaan galur M4 dan M5 menggunakan desain Rancangan Kelompok Acak Lengkap, dengan tiga ulangan. Setiap galur ditanam dalam empat baris dengan panjang petak 5 m, jarak antar baris 50 cm, dan jarak antar tanaman dalam baris 25 cm. Wijen ditanam dua biji per lubang untuk memastikan keberhasilan pertumbuhan tanaman. Pupuk organik (2 ton/ha) dan pupuk komposit (nitrogen, fosfor, dan kalium) dengan dosis 100 kg/ha diaplikasikan dua kali selama pertanaman di lahan. Gulma dikendalikan secara manual setiap tiga minggu. Pemanenan dilakukan setelah daun rontok dan polong menguning sekitar 80%.

Lima puluh tujuh genotipe dikarakterisasi berdasarkan data lapangan dan diuraikan pada 26 karakter fenotipik kualitatif berdasarkan *descriptor list* morfologi untuk wijen (IPGRI, 2004). Pengamatan karakter kualitatif utama meliputi jenis pertumbuhan tanaman, kebiasaan tumbuh tanaman, pola percabangan batang, sifat daun, bunga, mahkota bunga, kapsul buah, dan biji wijen.

Dua puluh enam sifat kualitatif disajikan secara numerik mengikuti saran des-

kriptor wijen. Tampilan variasi secara ekstensif digunakan untuk analisis data dan disajikan secara deskriptif. Generasi M4 dan M5 dianalisis secara bersamaan untuk mengetahui kestabilan karakter kualitatif serta efek perlakuan mutasi pada galur dalam generasi dan galur antar generasi. Data yang diperoleh tersebut kemudian distandarisasi sesuai (Pandey et al., 2015) untuk menghilangkan efek pengukuran yang berbeda.

Wijen jenis hitam dan putih meskipun memiliki sifat warna biji yang berbeda, namun hasil kajian di generasi M3 menunjukkan penampilan yang tidak berbeda nyata antar populasi di kedua jenis tersebut. Studi pada kedua jenis wijen generasi M4 dan M5 dilakukan bersamaan untuk menggali perbedaan karakter kualitatif yang lain dan mengkaji apakah galur setiap generasi termuat pada kelompok yang sama.

Penggalian informasi dengan metode analisis kelompok dikaji untuk menggambarkan variabilitas genetik pada 57 galur mutan wijen generasi M4 dan M5. Dendrogram dibangun berdasarkan matriks perbedaan untuk mendapatkan ketelitian terbaik. Data morfologi semua karakter kualitatif dimasukkan dalam analisis untuk membedakan antar galur. Pengelompokan ini diolah menggunakan fasilitas software SAS (Inc, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan mutasi wijen adalah untuk menghasilkan mutan-mutan dengan karakter yang bervariasi, memiliki perbedaan satu sama lain, dan berbeda dengan tetua asal. Studi karakterisasi dan evaluasi *Sesamum indicum* generasi M4 dan M5 terhadap 26 karakter kualitatif menunjukkan keragaman. Hasil pengujian menunjukkan, galur mutan wijen yang dievaluasi memiliki perbedaan pada 6 dari 26 karakter kualitatif yang diamati, yaitu karakter system akar, susunan daun, tipe margin daun basal, sayatan lobus

daun basal, bentuk kapsul bikarpelat, dan warna kulit biji. Ciri morfologi tiap galur mutan wijen generasi M4 dan M5 mempunyai perbedaan karakter yang cukup nyata (Tabel 2). Deskripsi sifat kualitatif yang beragam dalam koleksi menunjukkan bahwa teknik pengambilan sampel sudah tepat dan mewakili kumpulan sifat kualitatif. Frekuensi karakteristik yang diinginkan berpotensi untuk dimanfaatkan dalam pemuliaan wijen (Park et al., 2015).

Arsitektur tanaman memegang peranan penting untuk diskripsi wijen. Mutasi memicu karakter-karakter yang berbeda, namun juga masih menghadirkan karakter yang stabil antar generasi. Hasil pengamatan pada semua genotipe wijen generasi M4 dan M5 menunjukkan sifat penting yang tetap diper-

tahankan serupa dengan tetua yaitu tipe pertumbuhan tanaman *indeterminate*, kebiasaan tumbuh *erect*/tegak, dan pola percabangan basal (Gambar 1).

Bahan tanaman wijen yang digunakan bertipe pertumbuhan *indeterminate*, jenis tanaman ini dianggap menguntungkan karena terus tumbuh berkelanjutan dari daun, bunga, dan kapsul baru selama lingkungannya sesuai untuk pertumbuhan. Tipe ini memiliki tahap perkembangan kapsul yang tidak sama dalam satu tanaman. Kapsul pada posisi tengah dan bawah batang sudah matang, sedangkan kapsul yang berada di ujung batang baru mulai mekar dan belum matang. Kematangan kapsul yang tidak kompak menyebabkan proses panen tidak dapat digabungkan.

Tabel 2. Karakter kualitatif galur mutan wijen generasi M4 dan M5

No	Karakter	Deskripsi	Frekuensi (%)
1	Tipe pertumbuhan tanaman	1 = <i>Indeterminate</i>	100
2	Kebiasaan tumbuh tanaman	3 = <i>Erect</i>	100
3	Sistem akar	1 = Serabut dangkal 2 = Akar tunggang yang sangat tipis	22.2 77.8
4	Warna batang utama	1 = Hijau	100
5	Bentuk batang pada penampang	2 = Persegi	100
6	Cabang batang	1 = Berlawanan	100
7	Pola percabangan	1 = Percabangan basal	100
8	Warna daun	1 = Hijau	100
9	Bulu daun	0 = Tidak berbulu (tidak ada rambut)	100
10	Susunan daun	1 = <i>Opposite</i> 2 = <i>Alternate</i> 3 = <i>Ternate</i>	17 66 17
11	Bentuk daun	2 = <i>Lanceolate</i>	100
12	Profil daun basal	1 = Datar	100
13	Tipe margin daun basal	1 = <i>Entire</i> 2 = <i>Serrate</i>	27.8 72.2
14	Sayatan lobus daun basal	0 = Tidak ada (seluruh daun) 3 = Lemah 5 = Sedang 7 = Kuat (tiga atau lebih)	66.7 16.7 11 5.6
15	Sudut daun terhadap batang utama	1 = Acute (<90°)	100
16	Jumlah bunga per daun axil	1 = Satu	100
17	Warna eksterior corolla	2 = Putih dengan garis merah muda	100
18	Warna interior corolla	1 = Putih	100
19	Jumlah lokul per kapsul	1 = Empat	100
20	Bentuk kapsul bikarpelat	2 = <i>Narrow oblong</i> 3 = <i>Broad oblong</i>	50 50
21	Susunan kapsul	1 = Monokapsuler	100
22	Pewarnaan antosianin pada kapsul	0 = Tidak ada	100
23	Warna kapsul kering	2 = Jerami/kuning	100
24	Tekstur kulit biji	1 = Halus	100
25	Warna kulit biji	2 = <i>Cream</i> 6 = Coklat tua 12 = Hitam cerah	50 25 25
26	Bentuk biji	1 = Oval dengan sisi cembung	100



Gambar 1. Tipe pertumbuhan wijen (1 = *Indeterminate*); Kebiasaan tumbuh wijen (3 = *Erect*); Pola percabangan wijen (1 = Percabangan basal)

Wijen ideal adalah tanaman herba tahunan dengan pertumbuhan *indeterminate* dengan kebiasaan tumbuh tanaman tegak (*erect*). Pertumbuhan *indeterminate* mampu menghasilkan bunga dan kapsul terus-menerus, tipe bunga *acropetal*, dan tinggi tanaman mencapai 2 m (Uzun et al., 2013). Tegakan tanaman di lapangan berpengaruh besar terhadap kebiasaan pola percabangan basal wijen (Nadeem et al., 2015). Gen dominan tunggal mengendalikan pola dan jumlah cabang batang per tanaman yang kelak berpengaruh dalam menghasilkan biji (Mei et al., 2017).

Adaptasi tanaman wijen terhadap ketersediaan sumber daya dinamis didasarkan pada plastisitas fenotipik yaitu penyebaran dan pertumbuhan akar. Perbedaan karakter morfologi pada sistem perakaran wijen mutan dibedakan menjadi serabut dangkal (Galur 3, 4, 7, 8 generasi M4 diikuti keturunan generasi M5) dan akar tunggang tipis dalam (Galur 1, 2, 5, 6, 9-18 M4 diikuti keturunan di M5). Karakter sistem akar ini memiliki sifat stabil di generasi M4 dan tetap ada hingga generasi M5. Kestabilan ini menjadi dasar untuk seleksi sifat akar tunggang tipis yang dibutuhkan tanaman untuk menghadapi cekaman abiotik (Gambar 2).

Investigasi terhadap wijen dengan sistem akar serabut dangkal dapat menyebabkan tanaman mengalami kekurangan air,



Gambar 2. Sistem akar wijen; 1 = Serabut dangkal; 2 = Akar tunggang yang sangat tipis

karena persaingan yang tinggi antar akar dan antar tanaman pada lapisan tanah bagian atas. Hal ini dapat mengakibatkan lambatnya pertumbuhan dan pengurangan hasil. Sebaliknya wijen dengan sistem akar tunggang tipis yang dalam, memungkinkan akar menjangkau air di lapisan tanah lebih dalam dan memiliki kemampuan yang jauh lebih tinggi untuk pertumbuhan vertikal yang lebih baik (Fadl & Gebauer, 2004). Wijen yang menghasilkan sistem perakaran bercabang dan lebat, seringkali dibarengi dengan akar tunggang yang tumbuh dengan baik. Akar ini dianggap memiliki efek positif untuk tumbuh pada semua sifat fisik dan kandungan hara tanah. Sistem akar tunggang yang luas menunjukkan tanaman memiliki toleransi terhadap cekaman kekeringan (Islam et al., 2016).

Susunan daun menggambarkan posisi daun yang tumbuh pada sebuah batang. Terdapat tiga kategori susunan daun yang berbeda pada galur mutan wijen generasi M4 dan M5, yaitu memiliki pola *opposite*/berlawanan (17%), pola *alternate*/bergantian (66%), dan pola *ternate* (17%) dari keseluruhan populasi yang ada. Susunan *opposite*/berlawanan adalah ketika daun pada batang tersusun saling berhadapan (galur 1, 8, dan 9 di generasi M4 diikuti keturunan di M5).



1 (*Opposite*)



2 (*Alternate*)



3 (*Ternate*)

Gambar 3. Susunan daun wijen

Tanaman berdaun *alternate*/bergantian, daunnya tunggal pada setiap simpul, di sepanjang batang secara bergantian dengan pola spiral (Galur 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 15-18 di generasi M4 diikuti keturunan di M5). Pola daun *ternate* adalah ketika tanaman memiliki daun yang menempel pada batang dalam tiga kelompok atau lebih pada tingkat yang sama, umumnya dengan orientasi simetris (Galur 6, 13, dan 14 di generasi M4 diikuti keturunan di M5). Sifat susunan daun ini dapat menjadi bahan seleksi antar populasi dan antar generasi yang baik karena stabil diturunkan dari generasi M4 ke M5 (Gambar 3).

Karakter tipe margin daun basal wijen mutan generasi M4 akan diturunkan pada generasi M5. Terdapat dua tipe yaitu bersifat *entire*/halus (27.8%) dan *serrate*/bergerigi (72.2%). Istilah *entire*/halus mengacu pada tepi daun yang tidak bergigi atau bergerigi dan halus (Galur 3, 6-8, 16 di M4 diikuti keturunan di galur M5). *Serrate*/bergerigi ialah tipe tepi daun dengan gigi yang terus

menerus, tajam, dan asimetris mengarah ke depan (Galur 1, 2, 4, 5, 9-15, 17, 18 di M4 diikuti keturunan di galur M5) (Gambar 4).

Daun basal adalah daun yang tumbuh dari bagian batang paling bawah tanaman. Visualisasi daun bawah batang utama wijen pada jenis hitam dan putih pada awal berbunga berdasarkan keadaan tersering diperoleh tipe sayatan lobus daun basal bervariasi di generasi M4 namun selalu konsisten diikuti oleh keturunan generasi M5. Pengamatan Sebagian besar galur memiliki sifat tipe sayatan lobus daun basal tidak ada /seluruh daun (66.7%) di Galur 1, 2, 5-10, 12, 15, 16, dan 18 M4 diikuti keturunan pada M5. Tipe lemah (16.7%) berada di Galur 4, 13, dan 17 di M4 diikuti keturunan di M5. Penampilan sayatan lobus daun sedang (11%) dijumpai di Galur 3 dan 11 dari M4 dan M5. Hanya satu galur (Galur 14 M4 diikuti keturunan di M5) daun basal berciri tipe kuat/tiga atau lebih lobus (5.6%) di (Gambar 5).



1 (*Entire*)

2 (*Serrate*)

Gambar 4. Tipe margin daun basal wijen



Dari kiri: 0 (tidak ada/seluruh daun), 3 (lemah), 5 (sedang), 7 (kuat/tiga atau lebih)

Gambar 5. Sayatan lobus daun basal wijen



Gambar 6. Bentuk kapsul bikarpelat



Gambar 7. Warna kulit biji wijen, a. 2 (*Cream*), b. 12 (Hitam cerah), c. 6 (Coklat tua)

Buah *Sesamum indicum* berbentuk kapsul, tegak, tetragenous dan *dehiscence* menjadi dua katup saat matang. Variasi terbatas diamati untuk jumlah lokul kapsul per kapsul pada kapsul dari tengah batang utama. Semua galur generasi M4 dan M5 menunjukkan ada empat lokul kapsul per kapsul. Susunan kapsul tiap node bersifat monokapsuler. Karakter pewarnaan kapsul pada tahap belum matang menunjukkan tidak ada antosianin. Dilaporkan juga warna kapsul wijen saat kering ialah seperti jerami/kuning. Kapsul dari tengah batang utama galur mutan generasi M4 dan M5 jenis hitam menunjukkan bentuk kapsul bikarpelat atau *narrow oblong*/lonjong sempit (50%). Bentuk kapsul wijen jenis putih dilihat dari bagian tengah batang utama ialah *broad oblong* atau lonjong lebar (50%) (Gambar 6).

Karakter kapsul merupakan salah satu ciri penting untuk program pemuliaan tanaman. Pola pewarisan suatu sifat kualitatif biasanya bersifat monogenetik, yang berarti sifat tersebut hanya dipengaruhi oleh satu gen. Karakter kapsul yang disebabkan oleh mutasi tunggal merupakan contoh sifat kualitatif yang baik. Lingkungan memiliki pengaruh sangat kecil terhadap fenotipe sifat ini

(Weiss, 1971). Bentuk kapsul bikarpelat, baik *narrow oblong* maupun *broad oblong* menunjukkan bahwa pewarisan genetik dari sifat-sifat ini stabil antar generasi (Wei, X et al., 2015). Fitur bentuk kapsul bikarpelat penting diketahui dan akan berpengaruh positif terhadap hasil biji per kapsul per tanaman dan hasil biji per hektar (Ozcinar and Sogut, 2017). Genotipe dengan karakter bentuk kapsul yang khas menjadi perhatian pemulia karena paling berkontribusi untuk hasil biji, kandungan minyak dan komposisi asam lemak biji wijen (Mawcha et al., 2020; Nweke et al., 2012).

Lima puluh tujuh galur mutan wijen menunjukkan tekstur kulit biji *smooth*/halus dan bentuk biji oval dengan sisi cembung. Perbandingan penampilan biji antara generasi M4 dengan M5 merupakan hal utama pengamatan. Hasil percobaan 18 galur generasi M4 dan 39 galur generasi M5 membuktikan ciri yang tidak konsisten pada warna kulit biji. Jenis wijen putih berwarna *cream* memiliki presentase 50% dari keseluruhan populasi. Jenis wijen hitam menunjukkan warna hitam cerah (25%) di M4 dan warna coklat tua (25%) di M5 (50%). Karakter kualitatif warna kulit biji wijen pada generasi M4 yang ber-

ubah pada generasi M5 menandakan belum stabilnya sifat ini dan belum bisa menjadi landasan untuk seleksi sifat antar galur (Gambar 7).

Atribut morfologi pigmentasi biji sangat bervariasi dengan polimorfisme tinggi antar genotipe wijen (Prasad & Gangopadhyay, 2011). Sifat yang sangat bervariasi ini umumnya ditemukan pada warna kulit biji, mulai dari putih hingga hitam, melalui semua warna diantaranya (Pandey et al., 2013). Warna kulit biji merupakan ciri untuk menentukan arah kandungan lemak dan protein biji (Ozcinar & Sogut, 2017).

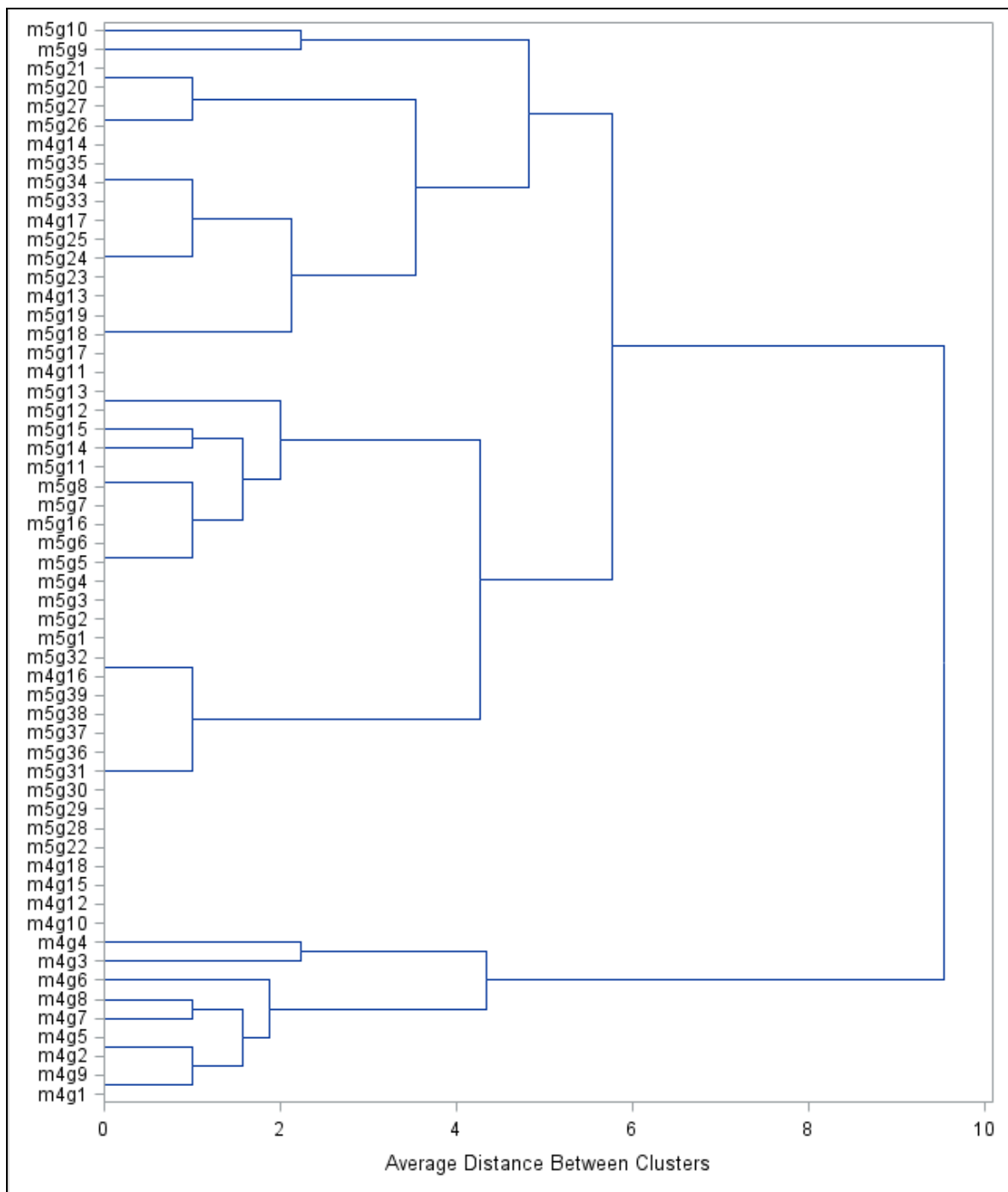
Galur mutan wijen yang dibudidayakan pada musim yang berbeda memiliki kondisi iklim yang berbeda pula. Variasi morfologi antar galur pada 26 sifat kualitatif yang diuji menarik untuk disimak karena membuktikan bahwa sifatnya lebih dipengaruhi oleh genotipe dibandingkan faktor lingkungan. Hal ini dibuktikan bahwa secara umum sifat kualitatif wijen generasi M4 akan diikuti dengan penurunan sifat pada galur generasi M5.

Metode analisis kelompok hierarkis didasarkan pada karakterisasi fenotipik semua genotipe yang digambarkan dengan dendrogram berdasarkan kesamaan koefisien. Lima puluh tujuh galur mutan wijen diklasifikasikan menjadi dua kelompok besar (I dan II) dengan sub-kelompok. Kelompok I berdasarkan deskriptor morfologi menjadi sasaran jumlah genotipe maksimum (48 galur). Genotipe kelompok I berdasarkan karakter kualitatif masing-masing dibagi lagi menjadi bagian yang lebih kecil. Kelompok I diklasifikasikan menjadi dua sub-kelompok, pertama terdiri dari 17 galur, dan kedua memiliki 31 galur sebagai kelompok terbesar. Kelompok II memiliki dua sub-kelompok dan hanya berisi sembilan genotipe *indigenous*. Secara keseluruhan sebagian besar galur mutan ditempatkan di kelompok I dan mayoritas koleksi M4 ada di kelompok II. Menarik untuk dicatat bahwa koleksi mutan wijen sebagian besar berada di sisi I. Gambaran umum dari

nilai korelasi antar sifat bervariasi mulai dari 0,7176 hingga 1,0. Standar deviasi dari total contoh yang digunakan berdasarkan data morfologi yaitu 0,876027. Secara umum, distribusi genotipe tidak mencerminkan asal tetua generasi. Pola pengelompokan berdasarkan data morfologi menunjukkan bahwa komposisi kelompok terdiri dari genotipe-genotipe dengan asal tetua yang berbeda (Gambar 8).

Penelitian lain menyebutkan tidak ada hubungan antara keragaman genetik dan asal galur dalam komposisi kelompok, tetapi beberapa genotipe memiliki kecenderungan untuk menjadi satu kelompok (Tabatabaei et al., 2011). Dendrogram yang dibangun berdasarkan matriks ketidaksamaan berupaya untuk memastikan keragaman genetik dan mengevaluasi perbedaan galur wijen dalam program pemuliaan (Pandey et al., 2015). Genotipe wijen dapat memiliki variabilitas genetik bawaan besar dan harus dipertimbangkan saat merencanakan strategi pemuliaan (Sharma et al., 2014). Akses keragaman genetik yang luas diperlukan untuk keberhasilan program pemuliaan wijen.

Kemampuan mengidentifikasi variasi genetik sangat diperlukan untuk pengelolaan hasil pemuliaan secara efektif (Yogranjan et al., 2015). Dalam konteks penelitian ini, hubungan antar karakter kualitatif dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan antar galur dan membantu memahami struktur genetik populasi wijen yang selanjutnya berfungsi saat seleksi. Dendrogram yang disajikan dapat digunakan untuk membantu program pemuliaan wijen dengan melihat stabilitas sifat antar generasi. Mutan wijen generasi M4 dan M5 menunjukkan 25 karakter yang telah stabil. Hanya satu karakter (warna kulit biji wijen jenis hitam) yang belum stabil dan menyebabkan beberapa generasi M4 berada dalam satu kluster dengan M5 sementara yang lainnya berbeda kluster.



Gambar 8. Dendrogram analisis kelompok galur mutan wijen generasi M4 dan M5 melalui matriks berjarak berdasarkan 26 karakter kualitatif (catatan: m=generasi mutan; g=galur)

KESIMPULAN

Mutasi pada galur M4 menyebabkan perubahan pada enam dari 26 karakter kualitatif yang diamati, yaitu sistem akar, susunan daun, tipe margin daun basal, sayat-

an lobus daun basal, bentuk kapsul bikar-pelat, dan warna kulit biji. Dua puluh lima karakter kualitatif galur mutan wijen generasi M4 telah stabil dan penurunan sifat dilanjutkan ke generasi M5, kecuali sifat warna kulit biji wijen jenis hitam. Studi analisis

kelompok dapat diterapkan pada data kualitatif dan berfungsi untuk memperjelas genotipe dengan fenotipe yang serupa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian terlaksana atas dukungan dana dari Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture (SEARCA). Terima kasih kepada D.N. Mulasari, A.P. Wibawa, A.N. Putri, dan O. Mahendra atas bantuan yang tak ternilai dalam percobaan lapangan. Penghargaan disampaikan kepada Tim Editor Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri atas saran yang menjadikan naskah ini lebih berkualitas untuk publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahloowali, B., Maluszynski, M., 2001. Induced mutations: a new paradigm in plant breeding. *Euphytica* 118, 167–173.
- Ambavane, A., Sawardekar, S., Sawantdesai, S., Gokhale, N., 2015. Studies on mutagenic effectiveness and efficiency of gamma rays and its effect on quantitative traits in finger millet (*Eleusine coracana* L. Gaertn.). *J. Radiat. Res. Appl. Sci.* 8, 120–125.
- Anthony, O., Ogunshakin, R., Vaghela, S., B, P., 2015. Towards sustainable intensification of sesame-based cropping systems diversification in northwestern India. *J. Food Secur.* 3, 1–5.
- Aristya, V.E., Taryono, Wulandari, R.A., 2018. Yield components of some sesame mutant populations induced by gamma irradiation. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri* 10, 64–71.
- Banerjee, P.P., Kole, P.C., 2009. Combining Ability Analysis for Seed Yield and Some of its Component Characters in Sesame (*Sesamum indicum* L.). *Int. J. Plant Breed. Genet.* 3, 11–21.
- Begum, T., Dasgupta, T., 2014. Induced genetic variability, heritability, and genetic advance in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Sabrao J. Breed. Genet.* 46, 21–33.
- Boureima, S., Diouf, M., Amoukou, A., Damme, V., 2016. Screening for sources of tolerance to drought in sesame induced mutants: Assessment of indirect selection criteria for seed yield. *Int. J. Pure & Appl. Biosci.* 4, 45–60.
- Boureima, S., Oukarroum, A., Diouf, M., Cisse, N., Van Damme, P., 2012. Screening for drought tolerance in mutant germplasm of sesame (*Sesamum indicum*) probing by chlorophyll a fluorescence. *Environ. Exp. Bot.* 81, 37–43.
- Cagirgan, M.I., 2006. Selection and morphological characterization of induced determinant mutants in sesame. *F. Crop. Res.* 96, 19–24.
- Cagirgan, M.I., 2001. Mutation techniques in sesame (*Sesamum indicum* L.) for intensive management: confirmed mutants, in: *Sesame Improvement by Induced Mutations*. IAEA-TECDOC1195, IAEA, Vienna, pp. 31–40.
- Fadl, K.E.M., Gebauer, J., 2004. Crop performance and yield of groundnut, sesame and rosella in an agroforestry cropping system with *Acacia senegal* in North Kordofan (Sudan). *J. Agric. Rural Dev. Trop. Subtrop.* 105, 149–154.
- Furat, S., Uzun, B., 2010. The use of agromorphological characters for the assessment of genetic diversity in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Plant Omi. J.* 3, 85–91.
- Gadri, Y., Williams, L.E., Peleg, Z., 2020. Tradeoffs between yield components promote crop stability in sesame. *Plant Sci.* 295, 110105.
- Inc, S.A.S.I., 2013. Base SAS {textregistered} 9.4. Procedures Guide: Statistical Procedures 2nd edition.

- IPGRI, 2004. Descriptors for Sesame (*Sesamum* spp.). Rome, Italy.
- Islam, F., Gill, R.A., Ali, B., Farooq, M.A., Xu, L., U, N., Zhou, W., 2016. Sesame, in: Breeding Oilseed Crops for Sustainable Production. Academic Press, Inc, Massachusetts, pp. 135–147.
- Kim, D.H., Zur, G., Danin-Poleg, Y., Lee, S., Shim, K., Kang, C., Kashi, Y., 2002. Genetic relationships of sesame germplasm collection as revealed by inter-simple sequence repeats. *Plant Breed.* 121, 259–262.
- Kotecka-Majchrzak, K., Sumara, A., Fornal, E., Montowska, M., 2020. Oilseed proteins—Properties and application as a food ingredient. *Trends Food Sci. & Technol.* 106, 160–170.
- Mawcha, K.T., Gebru, M.M., Assefa, M.K., Mesfin, M., Gebre, G.G., 2020. Morphological Characterization and Genetic Diversity of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Varieties Cultivated in Ethiopia. *Open Agric. J.* 14, 117–129.
- Mei, H., Liu, Y., Du, Z., Wu, K., Cui, C., Jiang, X., Zhang, H., Zheng, Y., 2017. High-Density Genetic map construction and gene mapping of basal branching habit and flowers per leaf axil in sesame. *Front. Plant Sci.* 8, 1–10.
- Murata, J., Ono, E., Yoroizuka, S., Toyonaga, H., Shiraishi, A., Mori, S., Tera, M., Azuma, T., Nagano, A.J., Nakayasu, M., 2017. Oxidative rearrangement of (p)-sesamin by CYP92B14 co-generates twin dietary lignans in sesame. *Nat. Commun.* 1, 1–10.
- Nadeem, A., Kashani, S., Ahmed, N., Buriro, M., Saeed, Z., F, M., Ahmed, S., 2015. Growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) under the influence of planting geometry and irrigation regimes. *Am. J. Plant Sci.* 6, 980–986.
- Nweke, F.N., Ubi, B.E., Kunert, K., 2012. Application of microsatellite polymorphisms to study the diversity in seed oil content and fatty acid composition in Nigerian sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions. *African J. Biotechnol.* 11, 8820–8830.
- Ozcinar, A.B., Sogut, T., 2017. Analysis of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Accessions Collected from Different Parts of Turkey Based on Qualitative and Quantitative Traits. *J. Crop Breed. Genet.* 3, 45–51.
- Pandey, S., Das, A., Dasgupta, T., 2013. Genetics of seed coat color in sesame (*Sesamum indicum* L.). *African J. Biotechnol.* 12, 6061–6067.
- Pandey, S., Das, A., Rai, P., Dasgupta, T., 2015. Morphological and genetic diversity assessment of sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions differing in origin. *Physiol. Mol. Biol. Plants* 21, 519–529.
- Park, J.H., Suresh, S., Raveendar, S., Baek, H.J., Kim, C.K., Lee, S., Cho, G.T., Ma, K.H., Lee, C.W., Chung, J.W., 2015. Development and Evaluation of Core Collection Using Qualitative and Quantitative Trait Descriptor in Sesame (*Sesamum indicum* L.) Germplasm. *Korean J. Crop Sci.* 60, 75–84.
- Pathirana, R., 1992. Gamma ray induced field tolerance to Phytophthora blight in sesame. *Plant Breed.* 108, 314–319.
- Pathirana, R., Subasinghe, S., 1993. Response of two sesame cultivars to seed irradiation with gamma rays. *J. Natl. Sci. Found. Sri Lanka* 21, 183–188.
- Pavadai, P., Girija, M., Dhanavel, D., 2010. Effect of gamma rays on some yield parameters and protein content of soybean in M2, M3 and M4 generation. *J. Exp. Sci.* 1, 8–11.
- Prasad, R., Gangopadhyay, G., 2011. Phenomic analyses of Indian and exotic accession of sesame (*Sesamum indicum* L.). *J. Plant Breed. Crop Sci.* 3, 336–352.
- Saatchi, A., Kiani, H., Labbafi, M., 2019. A new functional protein-polysaccharide conjugate based on protein concentrate from sesame processing by-products: Functional and

- physico-chemical properties. *Int. J. Biol. Macromol.* 122, 659–666.
- Sharma, E., Shah, T.I., Khan, F., 2014. A review enlightening genetic divergence in *Sesamum indicum* based on morphological and molecular studies. *Int. J. Agric. Crop Sci.* 7, 1–9.
- Tabatabaei, I., Pazouki, L., Bihamta, M.R., Mansoori, S., Javaran, M.J., Niinemets, Ü., 2011. Genetic variation among Iranian sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions vis-à-vis exotic genotypes on the basis of morpho-physiological traits and RAPD markers. *Aust. J. Crop Sci.* 5, 1396–1407.
- Uzun, B., Yol, E., Furat, S., 2013. Genetic advance, heritability and inheritance in determinate growth habit of sesame. *Aust. J. Crop Sci.* 7, 978–983.
- Wei, X., Liu, K., Zhang, Y., Feng, Q., Wang, L., Zhao, Y., Li, D., Zhao, Q., Zhu, X., Zhu, X., Li, W., Fan, D., Gao, Y., Lu, Y., Zhang, X., Tang, X., Zhou, C., Zhu, C., Liu, L., Zhong, R., Tian, Q., Wen, Z., Weng, Q., Han, B., Huang, X., Zhang, X., 2015. Genetic discovery for oil production and quality in sesame. *Nat. Commun.* 6, 1–10.
- Weiss, E.A., 1971. *Castor, sesame and safflower*. Leonard Hill, London.
- Wu, K., Yang, M., Liu, H., Tao, Y., Mei, J., Zhao, Y., 2014. Genetic analysis and molecular characterization of Chinese sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars using insertion-deletion (InDel) and simple sequence repeat (SSR) markers. *BMC Genet.* 15, 35.
- Yin, W., Washington, M., Ma, X., Yang, X., Lu, A., Shi, R., Zhao, R., Wang, X., 2020. Consumer acceptability and sensory profiling of sesame oils obtained from different processes. *Grain & Oil Sci. Technol.* 3, 39–48.
- Yogranjan, G.K., Satpute, Mishra, S.P., 2015. Genetic and genomic intervention to upsurge nutritive values of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Asian J. Sci. Technol.* 6, 1296–1303.