

Induksi Poliploid TSS (*True Shallot Seed*) Bawang Merah Varietas Trisula menggunakan Kolkisin

Polyploid Induction of Trisula Shallot Seed by Colchicine

Yusnita Sari¹, Sobir^{2*}, Muhamad Syukur², dan Diny Dinarti²

Diterima 18 Januari 2018/Disetujui 12 September 2019

ABSTRACT

Increase of local shallot bulb size with colchicine can increase the productivity and consumer preferences of Indonesia local shallot. This study aimed to obtain LC₅₀ values of shallot seeds against colchicine and estimate some genetic parameters of agronomic characteristics of putative mutant populations of M1V2 shallot resulting from polyploid induction with colchicine. This research consisted of two separate experiments. The first experiment was the polyploid induction of TSS with five concentrations of colchicine (0%, 0.25%, 0.5%, 0.75%, and 1%) aimed to obtain LC₅₀ values and putative mutants of shallot. The second experiment was the genetic parameters estimation of several agronomic characters of Trisula shallot putative mutants (28 lines) M1V2 generation resulting from polyploid induction with colchicine to estimate some genetic parameters of agronomic characteristics. The augmented design was used in both the first and second experiments. LC₅₀ value of Trisula variety TSS against colchicine was 0.65%. Heritability values of various agronomic characters in putative mutants M1V2 generation ranged from low to high (11.13-83.39%). Ploidy levels of the all M1V1 population were mixoploid, and grouping of putative mutants in the M1V2 generation by cluster analysis was random. This result indicated the randomized effect of colchicine treatment.

Keywords: colchicine, heritability, LC₅₀, mixoploid, polyploidy

ABSTRAK

Peningkatan ukuran umbi bawang merah lokal dengan kolkisin dapat meningkatkan produktivitas dan preferensi konsumen terhadap bawang merah lokal Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai LC₅₀ benih bawang merah terhadap kolkisin serta menduga beberapa peubah genetik karakter agronomi populasi putatif mutan bawang merah generasi M1V2 hasil induksi poliploid dengan kolkisin. Penelitian ini terdiri atas dua percobaan terpisah. Percobaan pertama yaitu induksi poliploid TSS bawang merah dengan 5 konsentrasi kolkisin (0%, 0.25%, 0.5%, 0.75%, dan 1%) bertujuan untuk memperoleh nilai LC₅₀ dan mutan putatif bawang merah. Percobaan kedua yaitu pendugaan peubah genetik beberapa karakter agronomi populasi (28 galur) mutan putatif bawang merah Trisula generasi M1V2 hasil induksi poliploid dengan kolkisin untuk menduga berbagai peubah genetik. Rancangan *augmented* digunakan baik pada penanaman percobaan pertama maupun percobaan kedua. Nilai LC₅₀ TSS bawang merah varietas Trisula terhadap kolkisin sebesar 0.65%. Nilai heritabilitas berbagai karakter agronomi pada mutan putatif generasi M1V2 berkisar antara rendah sampai tinggi (11.13-83.39%). Tingkat ploidi seluruh populasi M1V1 bersifat mixoploid dan pengelompokan pada mutan putatif generasi M1V2 dengan analisis kluster bersifat acak. Hal ini mengindikasikan bahwa induksi poliploid dengan kolkisin pada TSS bawang merah bersifat acak.

Kata kunci: heritabilitas, kolkisin, LC₅₀, mixoploid, poliploid

¹Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia
²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia
E-mail : ridwansobir@gmail.com (*penulis korespondensi)

PENDAHULUAN

Produktivitas bawang merah di Indonesia masih tergolong rendah. Produktivitas bawang merah di Indonesia pada tahun 2013 sebesar 10.2 ton ha⁻¹ (Kementan, 2015), sementara produktivitas bawang merah di negara Thailand dan China dapat mencapai 13 ton ha⁻¹ (FAO, 2015). Selain meningkatkan produktivitas, tantangan lain komoditas bawang merah di Indonesia adalah meningkatkan ukuran umbi bawang merah lokal Indonesia. Preferensi konsumen Indonesia terhadap bawang merah diantaranya adalah bawang yang memiliki umbi padat, ukuran besar (diameter \geq 2.5 cm), bentuk lonjong, rasa pedas, serta memiliki aroma wangi jika digoreng (Sumarni dan Hidayat, 2005; Adiyoga dan Nurmalinda, 2012). Bawang merah lokal yang beredar di Indonesia memiliki keunggulan rasa dan aroma yang lebih disukai konsumen namun ukuran diameter umbi yang dimiliki lebih kecil dibandingkan bawang merah impor.

Peningkatan ukuran umbi bawang merah lokal diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan preferensi konsumen terhadap bawang merah lokal Indonesia. Peningkatan ukuran umbi bawang merah dapat dilakukan melalui manipulasi penggandaan kromosom (poliploid) dengan memanfaatkan kolkisin. Lundqvist *et al.* (2012) menyatakan bahwa pengaruh poliploidi pada tanaman adalah peningkatan ukuran nukleus, sehingga dapat mengakibatkan penambahan ukuran sel dan jaringan, organ dan tanaman. Kolkisin telah banyak dimanfaatkan dalam biologi dan studi pemuliaan untuk menghasilkan tanaman poliploid (Bharathi *et al.*, 2006). Aplikasi kolkisin pada tanaman telah banyak dilakukan, diantaranya untuk memperbesar ukuran buah melon (*Cucumis melo*) (Aggraito, 2004); memperbesar daun dan batang tanaman pacar air (*Impatiens balsamina*) (Wiendra *et al.*, 2011); meningkatkan ukuran stomata dan epidermis pada bawang wakegi kultivar Sumenep (Setyowati *et al.*, 2013), dan meningkatkan kandungan terpenoid indol alkaloid *Catharanthus roseus* (Xing *et al.*, 2011). Pemberian 0.05% kolkisin pada planlet bawang merah kultivar Sumenep mampu menginduksi tetraploid bawang merah secara *in vitro* (Setyowati *et al.*, 2013). Namun demikian, informasi tentang induksi poliploid

tanaman bawang merah dengan kolkisin khususnya dengan bahan tanam TSS belum banyak diperoleh. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai LC₅₀ pada benih *True Seed Shallot* (TSS) bawang merah terhadap kolkisin serta menduga beberapa peubah genetik karakter agronomi pada populasi putatif mutan bawang merah generasi M1V2 hasil induksi poliploid dengan kolkisin.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2014 sampai dengan Februari 2016 di Kebun Percobaan PKHT – IPB Pasir Kuda, Ciomas, Bogor dan Laboratorium Mikroteknik, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini terdiri atas dua percobaan, yaitu induksi poliploid TSS bawang merah dengan kolkisin dan pendugaan peubah genetik beberapa karakter agronomi populasi mutan putatif bawang merah Trisula generasi M1V2 hasil induksi poliploid dengan kolkisin.

Percobaan pertama terdiri atas satu faktor yaitu konsentrasi kolkisin dengan 5 taraf perlakuan yaitu 0%, 0.25%, 0.5%, 0.75% dan 1%. Percobaan diawali dengan perendaman TSS bawang merah varietas Trisula dalam aquades selama 5 menit. Benih yang tenggelam kemudian direndam dengan larutan kolkisin sesuai dengan konsentrasi perlakuan di dalam gelas plastik selama 24 jam. Setelah 24 jam, TSS disemai pada media tisu basah di dalam kotak plastik dengan jarak semai 1 cm x 1.5 cm. Pindah tanam bibit bawang merah dilakukan setelah bibit berumur 4 minggu setelah semai (MSS). Penanaman di lapang dilakukan menggunakan rancangan *augmented*, dimana pengulangan hanya dilakukan pada perlakuan kontrol (0%) sebanyak 6 ulangan dengan jarak tanam 20 cm x 15 cm. Media tanam yang digunakan merupakan campuran tanah : pupuk kandang : arang sekam dengan perbandingan volume 1:1:1. Pemupukan diberikan 1 minggu sekali setelah tanaman berumur 1 minggu setelah tanam (MST) sampai dengan menjelang panen dengan pupuk majemuk NPK 16-16-16. Pemupukan diberikan dengan *carakocor* dengan konsentrasi 5-10 g L⁻¹ sesuai umur tanaman dan dosis 250 ml per tanaman setiap minggunya. Pemberian fungisida (bahan aktif

mankoze) dan bakterisida (bahan aktif streptomisin sulfat 20%) dilakukan bersamaan dengan pemberian pupuk NPK 16-16-16 dengan konsentrasi 1-2 g L⁻¹. Pemanenan dilakukan setelah batang tanaman agak melunak dan sebagian daun mengering.

Umbi bawang merah hasil percobaan pertama digunakan pada percobaan pendugaan beberapa peubah genetik karakter agronomi galurmutan putatif M1V2 hasil induksi poliploid dengan kolkisin (percobaan kedua). Percobaan ini terdiri atas satu faktor yaitu 28 galur mutan putatif M1V2 dan varietas Trisula sebagai kontrol. Sebelum penanaman, dilakukan pemotongan sepertiga bagian atas umbi untuk menginduksi munculnya tunas. Penanaman dilakukan menggunakan rancangan *augmented* dimana umbi bawang merah varietas kontrol ditanam menggunakan 6 ulangan dan umbi galur mutan putatif M1V2 dilakukan secara acak tanpa ulangan. Pemeliharaan tanaman pada percobaan kedua sama dengan pada percobaan pertama.

Pengamatan dilakukan pada seluruh tanaman, baik pada percobaan pertama maupun pada percobaan kedua. Karakter yang diamati pada percobaan pertama terdiri atas jumlah tanaman hidup (diamati pada 4 minggu setelah pindah tanam (MST), tinggi tanaman (diamati pada 8 MST), jumlah daun (diamati pada 8 MST), diameter batang (diamati pada 8 MST), bobot per umbi (diamati setelah daun tanaman layu tanda akan panen), jumlah dan bobot umbi per tanaman (diamati setelah daun tanaman layu tanda akan panen). Karakter yang diamati pada percobaan kedua sama dengan percobaan pertama, namun ditambah dengan karakter: warna daun, bentuk daun, bentuk umbi, warna umbi, diameter daun (diamati pada 8 MST), jumlah anakan (diamati pada 8 MST), panjang umbi (mm), diameter umbi (mm) dan kromosom akar bawang merah. Pengamatan kromosom akar bawang merah mengacu pada Syukur (2013). Nilai LC₅₀ pada percobaan pertama dianalisis dengan perangkat lunak *Curvit Analysis*, sedangkan nilai heritabilitas arti luas (h^2_{bs}) pada percobaan kedua dihitung berdasarkan Kalton *et al.* (1952).

$$h^2_{bs} = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_p} \times 100\%, \sigma^2_e = \sigma^2_{M1V0}, \sigma^2_p = \sigma^2_{M1V2}, \sigma^2_g = \sigma^2_p - \sigma^2_e$$

Keterangan: h^2_{bs} = heritabilitas arti luas; σ^2_e = ragam lingkungan; σ^2_p = ragam fenotipe; σ^2_g = ragam genetik; M1V0 = Tanaman kontrol (bawang merah trisula); M1V2 = Tanaman mutan putatif generasi ke-2.

Klasifikasi nilai heritabilitas berdasarkan Zen dan Bahar (1996) yaitu: heritabilitas rendah : 0-20%, heritabilitas sedang : 20-50% dan heritabilitas tinggi: 50-100%. Selain itu, juga dilakukan analisis klaster menggunakan metode *Gower* dan analisis komponen utama dengan bantuan perangkat lunak STAR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

LC₅₀ TSS Bawang Merah Terhadap Kolkisin

Lethal concentration (LC₅₀) merupakan konsentrasi yang dapat menyebabkan kematian 50% populasi. Nilai LC₅₀ sering digunakan sebagai konsentrasi untuk meningkatkan keragaman tanaman melalui induksi mutasi. Konsentrasi optimum untuk menghasilkan tanaman mutan umumnya pada atau sedikit di bawah konsentrasi LC₅₀ (Sutapa dan Gasmawan, 2016). Hal ini karena keragaman terbesar seringkali dihasilkan pada dosis atau konsentrasi LC₅₀. Nilai LC₅₀ pada penelitian ini dihitung dengan menghubungkan konsentrasi mutagen dengan % benih tumbuh. Benih yang tumbuh adalah TSS yang dapat berkecambah dan tumbuh sampai dengan dapat dipanen umbinya.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi penurunan persentase daya tumbuh benih bawang merah setelah perlakuan kolkisin (Tabel 1). Persentase benih tumbuh pada konsentrasi 0% mencapai 10.64%, namun menurun mencapai 4.55-5.91% saja pada konsentrasi kolkisin 0.25-0.75%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase daya tumbuh benih menurun hingga 50% pada perlakuan 0.25-75%. Terdapat pola hubungan yang linier ($y = 88.6-59.8x$) antara konsentrasi kolkisin dan persentase daya tumbuh benih bawang merah dengan nilai LC₅₀ yang dihasilkan sebesar 0.65% (Tabel 1). Berbeda dengan TSS bawang merah, Mensah *et al.* (2007) melaporkan nilai LC₅₀ biji wijen terhadap kolkisin terdapat pada konsentrasi 0.047%. Sementara itu, Mahajan *et al.* (2015) melaporkan nilai LC₅₀ pada umbi bawang putih terhadap kolkisin dengan perendaman selama 12 jam sebesar 0.058%.

Tabel 1. Persentase daya berkecambah, persentase daya tumbuh, persamaan dan LC₅₀ benih bawang merah varietas Trisula terhadap kolkisin

Konsentrasi Kolkisin(%)	% Benih Berkecambah	% Benih Tumbuh	Persamaan	LC ₅₀ (% Konsentrasi Kolkisin)
0.00	31.4	10.6	y= 88.6 - 59.8x (Linear fit)	0.65
0.25	28.6	5.9		
0.50	33.6	5.1		
0.75	21.4	4.6		
1.00	15.1	1.3		

Keragaan Tanaman Bawang Merah Populasi M1V1

Hasil analisis data menunjukkan bahwa terdapat peningkatan nilai ragam pada semua karakter tanaman yang diamati setelah perlakuan kolkisin. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan kolkisin pada biji efektif meningkatkan keragaman tanaman bawang merah. Hasil pengamatan juga memperlihatkan terdapat pola peningkatan nilai ragam sampai konsentrasi 0.75% lalu menurun pada konsentrasi 1% (Tabel 2). Hal ini terjadi diduga karena konsentrasi 0.75% merupakan konsentrasi yang paling mendekati LC₅₀ biji bawang merah Varietas Trisula, dimana LC₅₀ biji bawang merah terdapat pada konsentrasi 0.65% (Tabel 1). Keragaman genetik tertinggi seringkali dihasilkan pada kisaran LC₂₀ sampai LC₅₀ (Nugroho, 2016) atau LD₂₀-LD₅₀ (Maharani *et al.*, 2015).

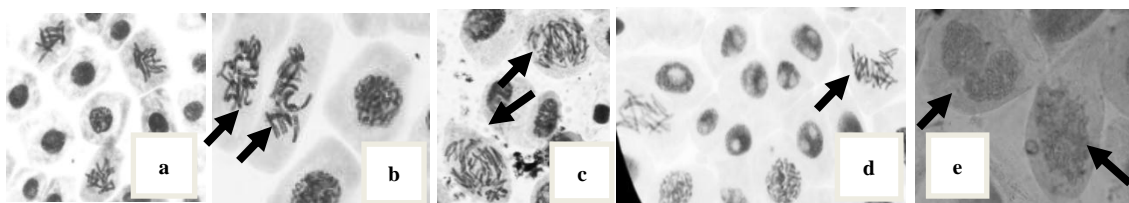
Penampilan Kromosom Akar Bawang Merah Populasi M1V1

Hasil pengamatan kromosom menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah kromosom akar bawang merah pada semua konsentrasi kolkisin kecuali kontrol (0%). Namun demikian, tingkat ploidi yang dihasilkan pada seluruh populasi M1V1 bersifat mixoploid dimana pada suatu individu terdapat sel dengan ploidi yang berbeda-beda (Gambar 1). Tingkat ploidi yang mixoploid mengindikasikan induksi poliploid dengan kolkisin bersifat acak. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Suminah *et al.* (2002) yang melaporkan bahwa terdapat ploidi yang berbeda-beda antar sel yang diamati (mixoploid) pada akar bawang merah yang sama hasil perendaman dengan larutan kolkisin 0.2 dan 1%.

Tabel 2. Nilai tengah dan ragam bawang merah generasi M1V1

Konsentrasi (%)	TT (cm)		JD		JUP		BU (g)		DBat (mm)		BUP (g)	
	\bar{x}	σ^2	\bar{x}	σ^2	\bar{x}	σ^2	\bar{x}	σ^2	\bar{x}	σ^2	\bar{x}	σ^2
0.00	30.4	8.4	5.1	4.2	1.8	0.2	8.6	9.0	5.4	3.5	6.0	1.1
0.25	26.5	17.4	5.9	12.8	1.5	0.7	8.9	45.1	5.1	3.5	4.6	1.6
0.50	29.6	49.2	5.3	7.5	1.7	0.2	9.7	38.9	5.0	7.2	5.5	6.5
0.75	34.4	68.8	7.7	11.3	2.4	0.6	18.4	60.2	5.2	7.9	7.3	5.1
1.00	30.8	6.1	3.8	6.8	1.7	0.3	6.9	35.8	5.0	13.0	5.0	3.8

Keterangan: TT = Tinggi tanaman, JD = Jumlah daun, DBat = Diameter batang, BU = Bobot per umbi, JUP = Jumlah umbi per tanaman, BUP = Bobot umbi per tanaman, \bar{x} = Rataan, σ^2 = Ragam.



Gambar 1. Kromosom akar bawang merah kontrol dan mutan putatif generasi M1V1. a. Kolkisin 0% (kontrol), b. Kolkisin 0.25%, c. Kolkisin 0.5%, d. Kolkisin 0.75% dan e. Kolkisin 1%. Tanda panah menunjukkan adanya jumlah kromosom yang lebih banyak pada mutan putatif dibandingkan dengan kontrol (a).

Komponen Ragam dan Heritabilitas Galur Mutan Putatif M1V2

Hasil analisis komponen ragam dan heritabilitas, menunjukkan bahwa nilai heritabilitas berada pada kisaran rendah sampai tinggi (11.13-83.39%). Karakter-karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi merupakan karakter yang berkaitan dengan ukuran umbi dan ukuran daun, yaitu karakter bobot umbi pertanaman, bobot per umbi, diameter umbi, panjang umbi, dan diameter daun (Tabel 3). Hal ini diduga terjadi karena adanya perbesaran ukuran sel tanaman akibat adanya peningkatan jumlah kromosom. Ajayi *et al.* (2017) melaporkan bahwa terdapat nilai heritabilitas yang tinggi pada karakter panjang polong (98%) dan bobot biji (99%) pada generasi M2 dan M3 tanaman kacang tunggak hasil induksi mutasi dengan kolkisin. Nilai heritabilitas yang tinggi mengindikasikan adanya keragaman genetik yang tinggi pada karakter-karakter tersebut.

Keragaan Mutan Putatif Bawang Merah Generasi M1V2

Hasil pengamatan terhadap karakter kualitatif pada tabel 4 menunjukkan bahwa

mutan putatif yang diuji memiliki 2 warna daun, yaitu daun berwarna hijau (25 mutan putatif) dan daun berwarna hijau keabuan (3 mutan putatif). Hasil pengamatan pada tipe daun menghasilkan 2 tipe daun yaitu daun rebah (16 mutan putatif) dan daun intermediet (12 mutan putatif). Hasil pengamatan pada bentuk umbi menghasilkan 3 tipe bentuk umbi yaitu yaitu bentuk membulat (17 mutan putatif), bulat mendatar (1 mutan putatif), dan oval (10 mutan putatif). Sementara itu, hasil pengamatan pada warna umbi (IPGRI, 2001) menghasilkan 4 tipe warna umbi, yaitu warna umbi cokelat (6 mutan putatif), cokelat tua (4 mutan putatif), ungu terang (17 mutan putatif) dan ungu tua (1 mutan putatif). Perlakuan kolkisin 0.01% dan 0.05% mengakibatkan terjadinya perubahan warna daun dan warna luar buah tanaman stroberi (Susianti *et al.*, 2015), sementara Rohmah *et al.* (2017) menyatakan bahwa tidak terdapat perubahan bentuk stomata daun tanaman zaitun setelah perlakuan kolkisin dengan konsentrasi 0.25, 0.5, 0.75 dan 1%.

Tabel 3. Nilai duga komponen ragam dan heritabilitas arti luas galur mutan putatif bawang merah M1V2

Karakter	σ^2_p	σ^2_e	σ^2_g	Heritabilitas	
				Nilai	Kriteria
Tinggi Tanaman	59.85	33.65	26.19	43.77	Sedang
Jumlah Daun	88.87	74.64	14.23	16.02	Rendah
Jumlah Anakan	3.36	2.76	0.60	17.99	Rendah
Bobot Umbi pertanaman	201.14	86.26	114.87	57.11	Tinggi
Jumlah Umbi	6.00	3.03	2.97	49.53	Sedang
Bobot Umbi	4.94	1.07	3.88	78.36	Tinggi
Diameter Batang	3.04	2.70	0.34	11.13	Rendah
Diameter Daun	1.31	0.42	0.89	68.08	Tinggi
Diameter Umbi	12.59	5.01	7.58	60.19	Tinggi
Panjang Umbi	11.86	1.97	9.89	83.39	Tinggi

Keterangan : σ^2_p = Ragam fenotipe, σ^2_e = Ragam lingkungan, σ^2_g = Ragam genetik.

Tabel 4. Keragaan karakter kualitatif galur bawang merah M1V2

Mutan Putatif	Warna Daun	Tipe Daun	Bentuk Umbi	Warna Umbi
TR 025-1-1	Hijau	Rebah	Membulat	Ungu terang
TR 025-1-2	Hijau	Rebah	Membulat	Ungu terang
TR 025-1-3	Hijau	Rebah	Membulat	Cokelat
TR 025-11-2	Hijau	Rebah	Oval	Ungu terang
TR 025-12-1	Hijau	Intermediet	Oval	Ungu terang
TR 025-2-1	Hijau	Intermediet	Membulat	Ungu terang
TR 025-6-1	Hijau	Rebah	Membulat	Ungu tua
TR 025-7-1	Hijau	Intermediet	Membulat	Cokelat tua
TR 05-10-2	Hijau	Rebah	Membulat	Cokelat
TR 05-1-3	Hijau	Rebah	Membulat	Ungu terang
TR 05-10-4	Hijau	Rebah	Membulat	Cokelat
TR 05-10-1	Hijau	Rebah	Oval	Cokelat
TR 05-11-1	Hijau	Rebah	Membulat	Ungu terang
TR 05-12-2	Hijau	Intermediet	Membulat	Cokelat tua
TR 05-5-1	Hijau keabuan	Rebah	Bulat mendatar	Ungu terang
TR 05-5-2	Hijau keabuan	Rebah	Membulat	Ungu terang
TR 05-5-3	Hijau keabuan	Rebah	Membulat	Cokelat tua
TR 05-8-1	Hijau	Intermediet	Membulat	Ungu terang
TR 05-8-2	Hijau	Intermediet	Oval	Ungu terang
TR 05-8-3	Hijau	Intermediet	Membulat	Ungu terang
TR 05-8-5	Hijau	Intermediet	Oval	Ungu terang
TR 05-8-4	Hijau	Intermediet	Oval	Cokelat
TR 05-9-1	Hijau	Rebah	Oval	Ungu terang
TR 075-10-2	Hijau	Rebah	Membulat	Ungu terang
TR 075-5-1	Hijau	Intermediet	Oval	Cokelat
TR 075-8-2	Hijau	Intermediet	Oval	Ungu terang
TR 075-8-1	Hijau	Intermediet	Oval	Ungu terang
TR 075-9-2	Hijau	Rebah	Membulat	Cokelat tua
TRISULA	Hijau	Intermediet	Membulat	Ungu terang

Hasil pengamatan terhadap karakter vegetatif dan hasil menunjukkan bahwa pada setiap karakter yang diamati terdapat mutan putatif yang berbeda nyata dengan kontrol. Namun demikian, pada karakter bobot per umbi dan panjang umbi dihasilkan mutan putatif paling banyak yang berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 5).

Pada karakter bobot per umbi terdapat 22 mutan putatif generasi M1V2 yang berbeda dengan kontrol, dimana sebanyak 11 mutan putatif memiliki bobot per umbi yang nyata lebih tinggi dibandingkan kontrol. Sementara itu, pada karakter panjang umbi terdapat 21 mutan putatif yang berbeda dengan kontrol, dimana sebanyak 14 mutan putatif memiliki panjang umbi yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Herman *et al.* (2012) melaporkan bahwa terdapat 8 galur kacang hijau generasi

M2 hasil induksi mutasi dengan kolkisin yang berbeda dengan varietas kontrolnya.

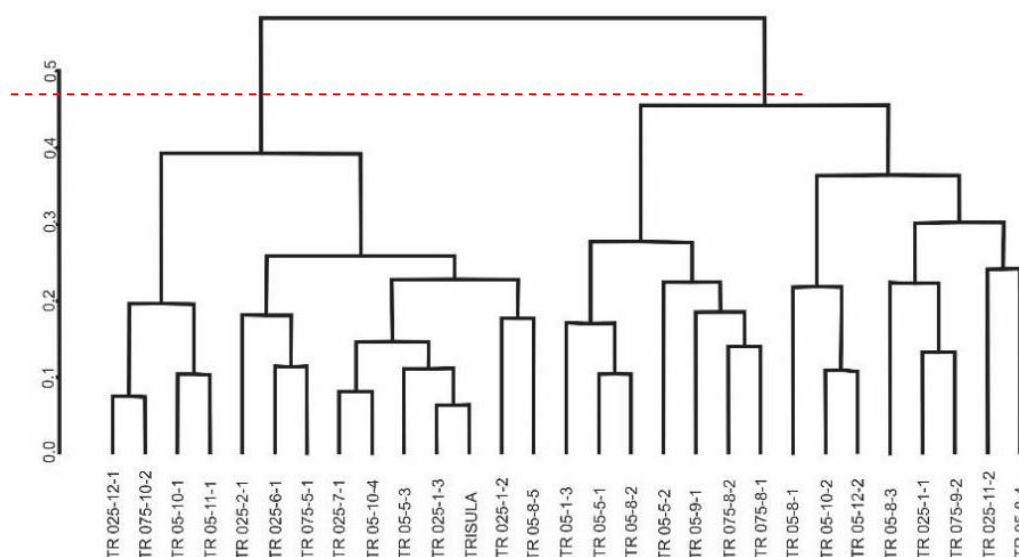
Analisis Klaster

Analisis klaster dapat digunakan untuk memperoleh informasi tingkat kemiripan dari berbagai genotipe yang diuji. Hasil analisis klaster menunjukkan bahwa tingkat ketidakmiripan dari galur-galur pada populasi M1V2 hasil induksi poliploid dengan kolkisin mencapai lebih dari 50%. Pada tingkat ketidakmiripan 40%, galur-galur bawang merah pada populasi M1V2 mengelompok menjadi 3 kelompok (Gambar 2) berdasarkan ukuran umbi dan tidak berdasarkan konsentrasi kolkisin. Hal ini mengindikasikan bahwa induksi poliploid dengan kolkisin pada TSS bersifat acak.

Tabel 5. Nilai tengah beberapa karakter vegetatif dan hasil mutan putatif M1V2

Mutan Putatif	TT	JD	JA	DB	DD	BUP	JUP	BU	DU	PU
TR 025-1-1	41.6 ^a	32 ^a	6 ^a	5.46	5.31 ^a	26.8	7 ^a	3.83 ^b	22.22 ^a	24.52 ^a
TR 025-1-2	40.0	41 ^a	8 ^a	4.80 ^b	3.57 ^b	43.6 ^a	8 ^a	5.45	20.29	24.36 ^a
TR 025-1-3	39.0	26	5	5.08 ^b	3.83	25.5	5	5.10	24.11 ^a	22.02
TR 025-11-2	44.0 ^a	50 ^a	9 ^a	6.32	4.37	49.6 ^a	13 ^a	3.82 ^b	22.68 ^a	25.39 ^a
TR 025-12-1	27.0 ^b	15 ^b	6 ^a	3.33 ^b	2.70 ^b	8.1 ^b	5	1.62 ^b	13.10 ^b	17.91 ^b
TR 025-2-1	28.5 ^b	30 ^a	8 ^a	6.53	2.29 ^b	33.6 ^a	9 ^a	3.73 ^b	20.46	20.53 ^b
TR 025-6-1	34.3 ^b	27	6 ^a	5.00 ^b	3.43 ^b	22.0	8 ^a	2.75 ^b	17.91 ^b	22.08
TR 025-7-1	27.5 ^b	23	5	4.61 ^b	2.57 ^b	34.3 ^a	5	6.86 ^a	21.25	22.62
TR 05-10-2	35.0	31 ^a	7 ^a	6.06	3.68 ^b	48.8 ^a	7 ^a	6.97 ^a	21.94	24.97 ^a
TR 05-1-3	37.5	20	4	7.22	5.03 ^a	41.3 ^a	4 ^b	10.33 ^a	21.09	22.17
TR 05-10-4	32.5 ^b	28	6 ^a	5.75	2.68 ^b	33.6 ^a	5	6.72 ^a	19.16	21.65
TR 05-10-1	30.0 ^b	20	4	4.55 ^b	3.11 ^b	22.0	4 ^b	5.50	18.93	19.85 ^b
TR 05-11-1	34.0 ^b	18 ^b	4	4.59 ^b	3.95	18.3 ^b	6	3.05 ^b	16.96 ^b	19.21 ^b
TR 05-12-2	35.1	40 ^a	7 ^a	6.90	4.46	51.3 ^a	7 ^a	7.33 ^a	27.22 ^a	27.73 ^a
TR 05-5-1	50.4 ^a	18 ^b	4	6.91	5.07 ^a	27.4	4 ^b	6.85 ^a	24.11 ^a	27.15 ^a
TR 05-5-2	49.5 ^a	14 ^b	3 ^b	5.46	4.34	15.0 ^b	3 ^b	5.00	19.25	26.87 ^a
TR 05-5-3	44.2 ^a	22	5	5.95	3.26 ^a	30.4	5	6.08 ^a	22.06	26.23 ^a
TR 05-8-1	46.5 ^a	34 ^a	4	8.53 ^a	4.19	59.6 ^a	9 ^a	6.62 ^a	25.94 ^a	28.57 ^a
TR 05-8-2	42.3 ^a	21	3 ^b	7.52 ^a	4.96 ^a	31.7	4 ^b	7.93 ^a	27.51 ^a	26.37 ^a
TR 05-8-3	41.0	44 ^a	8 ^a	7.60 ^a	3.55 ^b	11.5 ^b	3 ^b	3.83 ^b	17.15 ^b	25.74 ^a
TR 05-8-5	47.7 ^a	33 ^a	5	6.57	3.36 ^b	43.4 ^a	6	7.23 ^a	20.57	20.54 ^b
TR 05-8-4	48.0 ^a	38 ^a	6 ^a	11.18 ^a	4.21	43.7 ^a	11 ^a	3.97 ^b	18.23 ^b	19.48 ^b
TR 05-9-1	52.0 ^a	28	5	8.27 ^a	5.79 ^a	25.9	5	5.18	23.44 ^a	30.73 ^a
TR 075-10-2	27.0 ^b	15	4	4.06 ^b	3.28 ^b	10.2 ^b	4 ^b	2.55 ^b	13.68 ^b	17.57 ^b
TR 075-5-1	35.2	32 ^a	8 ^a	5.03 ^b	4.13	18.2 ^b	5	3.64 ^b	16.34 ^b	21.41 ^b
TR 075-8-2	49.0 ^a	23	3 ^b	9.23 ^a	6.63 ^a	30.3	3 ^b	10.10 ^a	21.87	27.77 ^a
TR 075-8-1	49.0 ^a	13 ^b	2 ^b	8.41 ^a	6.66 ^a	28.1	5	5.62	22.91 ^a	25.23 ^a
TR 075-9-2	41.0	37 ^a	8 ^a	6.82	5.93 ^a	20.4 ^b	6	3.4 ^b	19.24	21.55 ^b
Trisula	37.8	23.8	5	6.43	4.22	27.04	5	5.23	20.52	22.64

Keterangan: a = Berbeda nyata (positif) dengan varietas pembandingan Trisula berdasarkan uji-T pada taraf α 5%, b = Berbeda nyata (negatif) dengan varietas pembandingan Trisula berdasarkan uji-T pada taraf α 5%, TT = Tinggi tanaman, JD = Jumlah daun, JA = Jumlah anakan, DB = Diameter batang, DD = Diameter daun, DU = Diameter umbi, PU = Panjang umbi, BU = Bobot per umbi, JUP = Jumlah umbi pertanaman, BUP = Bobot umbi pertanaman



Gambar 2. Pengelompokan galur-galur M1V2 berdasarkan analisis kluster dengan tingkat ketidakmiripan 40%.

KESIMPULAN

Lethal concentration (LC_{50}) kolkisin pada TSS bawang merah varietas Trisula terhadap kolkisin terdapat pada konsentrasi 0.65%. Nilai heritabilitas mutan putatif generasi M1V2 berada pada kisaran tinggi sampai rendah (11.13-83.39%). Karakter yang memiliki nilai heritabilitas tinggi yaitu karakter yang berhubungan dengan ukuran umbi dan ukuran daun. Tingkat ploidi seluruh populasi M1V1 yang bersifat mixoploid dan pengelompokan yang tidak berdasarkan konsentrasi kolkisin pada mutan putatif generasi M1V2 mengindikasikan bahwa induksi poliploid dengan kolkisin pada TSS bawang merah bersifat acak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyoga, W., Nurmalinda. 2012. Analisis konjoin preferensi konsumen terhadap atribut produk kentang, bawang merah, dan cabai merah. *J. Hort.*22(3):292-302.
- Ajayi, A.T., A.F. Ologundudu, V.O. Azuh, O.F. Daramola, A.R. Kajogbola. 2017. Colchicine-induced genetic variations in M2 and M3 generations of cowpea

(*Vigna unguiculata* L. Walp). *Jordan J. of Agricultural Sci.* 13(2): 293-304.

- Anggraito, Y.U. 2004. Identifikasi berat, diameter, dan tebal daging buah melon (*Cucumis melo* L.) kultivar action 434 tetraploid akibat perlakuan kolkisin. *Berk. Penel. Hayati.*10: 37-42.
- Bharathi, P., D. Philomina, S. Chakkaravarhi. 2006. Antimitotic effect of colchicine from six different species of gloriosa in onion roots (*Allium cepa*). *J. Med. Sci.* 6(3): 420-425.
- [FAO] Food and Agricultural Organization. 2015. Statistic crop production. <http://faostat3.fao.org>. [13 Juli 2015].
- Herman, S., Fitmawati, D.I. Roslim, Faturrahman, O. Nuzila. 2012. Penilaian dan seleksi galur kacang hijau (*Phaseolus radiata*) hasil kolkisin M1 dan M2. *Dinamika Pertanian.* 27(3):167-172.
- [IPGRI] International Plant Genetic Resources Institute. 2001. *Descriptors for Allium (Allium spp.)*. Roma (IT): International Plant Genetic Resources Institute.

- Kementerian Pertanian. 2015. Basis data statistik pertanian di Indonesia. <http://aplikasi.pertanian.go.id>. [13 Juli 2015].
- Kalton, R.R., A.G. Smit, R.C. Leffel. 1952. Parent-inbred progeny relationship of selected orchardgrass clones. *Agronomy Journal*. 44:481-486.
- Lundqvist, U., J.D. Frankowiak, B.P. Forster. 2012. Mutation Categories. In: *Plant Mutation Breeding and Biotechnology*. Editor Q.Y. Shu, B.P. Forster and Nakagawa. Wallingford (GB): CAB International and FAO.
- Maharani, S., N. Khumaida, M. Syukur, S.W. Ardie. 2015. Radiosensitivitas dan keragaman ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz) hasil iradiasi sinar gamma. *J. Agron. Indonesia*. 43(2):111-117.
- Mahajan, V., A. Devi, A. Khar, K.E. Lawande. 2015. Studies on mutagenesis in garlic using chemical mutagens to determine lethal dose (LD₅₀) and create variability. *Indian J. Hort.* 72(2):289-292.
- Mensah, J.K., B.O. Obadoni, P.A. Akomeah, B. Ikhajiagbe, J. Ajibolu. 2007. The effects of sodium azide and colchicine treatments on morphological and yield traits of sesame seed (*Sesame indicum* L.). *African Journal of Biotechnology*. 6(5):534-538.
- Nugroho, C.C. 2016. Radiosensitivitas pada kalus empat genotipe ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.). *Magobis Journal*. 16(2):20-27.
- Rohmah, A., T. Rahayu, A. Hayati. 2017. Pengaruh pemberian kolkisin terhadap karakter stomata daun zaitun. *Biosains Tropis*. 2(2):10-17.
- Setyowati, M., E. Sulistyaningsih, A. Purwantoro. 2013. Induksi poliploid dengan kolkisin pada kultur meristem batang bawang wakegi (*Allium x wakegi* araki). *Ilmu Pertanian*. 16(1): 58-73.
- Sumarni, A. Hidayat. 2005. *Budidaya Bawang Merah*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Suminah, Sutarno, A.D. Setyawan. 2001. Induksi poliploid bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan pemberian kolkisin. *Biodiversitas* 3(1): 174-180.
- Susianti, A., G.R. Aristya, Sutikno, R.S. Kasiamdari. 2015. Karakterisasi morfologi dan anatomi stroberi (*Fragaria x ananassa* D, cv, Festival) hasil induksi kolkisin. *Biogenesis* 3(2): 66-75.
- Syukur, M. 2013. Panduan Laboratorium. p. 281-289. In M. Syukur S. Sastrosumarjo. *Sitogenetika Tanaman*. IPB Press.
- Wiendra, N.M.S., M. Pharmawati, N.P.A. Astiti. 2011. Pemberian kolkisin dengan lama perendaman berbeda pada induksi poliploid tanaman pacar air (*Impatiens balsamina* L.). *J. Biologi*. 17(1): 9-14.
- Xing, S., X. Guo, Q. Wang, Q. Pan, Y. Tian, P. Liu, J. Zhao, G. Wang, X. Sun, X. Tang. 2011. Induction and flow cytometry identification of tetraploids from seed-derived explants through colchicine treatments in *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. *J. Biomedicine and Biotechnology*. 2011: 1-10.
- Zen, S., H. Bahar. 1996. Penampilan dan pendugaan parameter genetik tanaman jagung. *J. Agric.* 3: 1-9.