

Keragaman Genetik Padi Hitam (*Oryza sativa* L.) Populasi M2 Hasil Mutasi Kolkisin

Genetic Diversity Of M2 Population Of Black Rice (*Oryza sativa* L.) Derived from Colchicine Mutation

Rachmat Tri Darmawan^{*)} dan Damanhuri

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
 Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur

*E-mail: rachmaddarmawantri@gmail.com

ABSTRAK

Keberadaan beras hitam di masyarakat masih tergolong langka dan hanya sedikit petani yang membudidayakan. Varietas padi hitam yang beredar di masyarakat adalah varietas lokal yang umumnya memiliki beberapa karakter umur panen panjang dan hasil panen masih rendah, sehingga kurang diminati oleh petani. Salah satu upaya untuk memperbaiki fenotipe dan genotipe padi hitam adalah dengan menggunakan senyawa mutagen kimia yaitu dengan kolkisin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari tingkat keragaman padi hitam generasi M2 hasil mutasi kolkisin. Penelitian ini dilaksanakan di Kota Batu, Jawa Timur pada bulan Maret hingga Agustus 2017. Pengambilan data menggunakan metode single plant, data dianalisis menggunakan uji T pada taraf 5%. Bahan tanam yang digunakan yaitu U-K0, U-K250-67, U-K250-68, U-K500-79, U-K500-83, U-K750-5, U-K750-41 genotip lokal Ungaran populasi M2 hasil mutasi kolkisin. Dari individu yang di uji populasi M2 hasil mutasi kolkisin memiliki koefisien keragaman genetik (KKG) dalam katagori rendah hingga cukup tinggi pada semua karakter pengamatan kuantitatif.

Kata kunci: Genotip lokal Ungaran, Kolkisin, Mutasi, Tingkat keragaman padi hitam.

ABSTRACT

The existence of black rice in the community is still relatively rare and few farmers cultivate. The black rice varieties that are in the community are local varieties that have some long harvesting age character and the yield is still low, so that less interest by farmers. One attempt to improve the phenotype and genotype of black rice is to use chemical mutagenic compounds that is with kolkisin. The purpose of this research is to know and apply the level of M2 generation black rice produced by colchicin mutation. This research was conducted in Kota Batu, East Java from March to August 2017th. Data were collected using single plant method, the data were analyzed using T test at 5% level. Planting materials used are U-K0, U-K250-67, U-K250-68, U-K500-79, U-K500-83, U-K750-5, U-K750-41 local genotypes Ungaran population M2 results colchicin mutation mutations of M2 resulting from colchicine mutations have a Coeficient variability genetic (CVG) in the low to high enough category in all characters of quantitative observation.

Keywords: Colchicine, Level of black rice diversity, Mutation, Ungaran local genotype.

PENDAHULUAN

Beras dengan pigmen berwarna yang diminati saat ini adalah beras hitam, disebut beras hitam karena memiliki *perikarp*, *aleurone* dan *endosperm* yang berwarna

merah-biru hingga ungu pekat. Warna tersebut menunjukkan terjadi akumulasi kandungan antosianin (Maeda *et al.*, 2014). Antosianin adalah senyawa fenolik yang masuk kelompok flavonoid dan berfungsi sebagai antioksidan. Antioksidan bermanfaat dalam pencegahan proses penuaan dan dapat melawan radikal bebas yang terdapat dalam tubuh, yang didapat dari hasil metabolisme tubuh, polusi udara, cemaran makanan, sinar matahari (Asri, 2014). Keberadaan beras hitam di masyarakat masih tergolong langka dan hanya sedikit petani yang membudidayakan. Rendahnya minat petani untuk membudidayakan padi hitam karena varietas yang beredar di masyarakat adalah varietas lokal, yang umumnya memiliki beberapa karakter umur panen yang panjang dan hasil panen yang masih rendah sehingga kurang diminati oleh petani. Terbatasnya varietas unggul beras hitam yang beredar di masyarakat, menyebabkan produksi beras hitam masih belum mencukupi permintaan pasar. Untuk mendapatkan varietas beras hitam yang unggul, perlu dilakukan upaya perbaikan dengan meningkatkan keragaman genetik dari beras hitam. Salah satu upaya untuk memperbaiki fenotipe dan genotipe padi hitam adalah dengan menggunakan senyawa mutagen kimia yaitu dengan kolkisin.

Kolkisin dapat menyebabkan keragaman fenotip dan genotipe dari suatu tanaman. Soedjono (2003) menyatakan Sering kali penampilan akibat mutasi baru muncul setelah generasi selanjutnya, yakni M2, V2 atau kelanjutannya. Dari penelitian sebelumnya didapatkan individu terpilih dari populasi M2 genotip lokal Ungaran hasil dari mutasi kolkisin, sehingga sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan pada generasi berikutnya untuk mendapatkan informasi yang menjelaskan variasi genetik yang terjadi pada populasi M2 hasil mutasi kolkisin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari tingkat keragaman padi hitam generasi M2 hasil mutasi kolkisin dan untuk mengetahui jumlah kromosom populasi M2 .

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai agustus 2017 di Desa Torongrejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu, Provinsi Jawa Timur, yang terletak pada ketinggian 630 mdpl dengan dengan suhu berkisar antara 24- 28°C.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Tunggul dan pengambilan data menggunakan metode *single plant*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah genotip lokal padi hitam (Ungaran) generasi mutan 2 (M2) yang telah mengalami perlakuan pemberian kolkisin dengan dosis pemberian kolkisin 250 ppm, 500 ppm, dan 750 ppm, pupuk Urea (45% N), SP-36 (36% P₂O₅), KCl (60% K₂O), aquades, 8-Hydroxyquinolin, asam asetat, Asam Klorida (HCl). Alat yang digunakan yaitu bajak, garu, timbangan analitik, bak semai, raffia, label, meteran, jaring, kamera digital, mikroskop, waterbath, gelas arloji dan alat tulis.

Karakter yang diamati yaitu pada karakter kuantitatif meliputi persentase tanaman hidup setelah semai, jumlah anakan, anakan produktif, tinggi tanaman, panjang daun, jumlah daun, umur berbunga, umur panen, jumlah gabah pertanaman, persentase gabah bernas, persentase gabah hampa, berat total gabah pertanaman dan uji sitologi tanaman meliputi perhitungan jumlah kromosom. Data kuantitatif dianalisis menggunakan uji T pada taraf 5%, selanjutnya dilakukan perhitungan Koefisien keragaman genetik (KKG), serta mengitung nilai heritabilitas.

Menurut Singh dan Chaundhary (1979), koefisien keragaman genetik (KKG) tiap karakter dihitung dengan rumus:

$$KKG = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{X}} \times 100\%$$

Keterangan: σ_g^2 = ragam genotip, \bar{X} = rata-rata nilai karakter

Kriteria keluasan keragaman ditentukan berdasarkan pada nilai koefisien keragaman genetik (KKG) yang ditetapkan oleh Moedjiono dan Mejaya (1994) yaitu rendah (0% ≤ 25%), agak rendah (25% ≤ 50%), cukup tinggi (50% ≤ 75%), dan tinggi (75% ≤ 100%)

Menurut Poespodarsono (1988), nilai heritabilitas (h^2) pada setiap karakter dapat dihitung menggunakan rumus :

$$h^2 = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_p}$$

Keterangan dari rumus tersebut : σ^2_g = Ragam genetik, σ^2_p = Ragam fenotip

Kriteria heritabilitas (h^2) di klasifikasikan menurut Nendez-Natera *et al.*, 2012, adalah sebagai berikut :

$h^2 < 0.2$ = Rendah, $0.2 \leq h^2 \leq 0.5$ = Sedang, $h^2 > 0.5$ = Tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan persentase tanaman hidup setelah semai pada tanaman kontrol (U-K0) yaitu tanaman yang tidak diberikan perlakuan kolkisin memiliki persentase lebih rendah dibandingkan dengan populasi M2 (Tabel 1). Populasi M2 persentase tanaman hidup tidak ada yang mencapai 100%, hal ini di karenakan lamanya penyimpanan benih pada penelitian sebelumnya sehingga mutu benih semua populasi padi hitam menurun. Menurut Copeland dan McDonald (2001), bahwa viabilitas benih yang disimpan berangsur-angsur akan menurun karena proses kemunduran mutu benih. Menurut Kartika dan sari (2015), semakin lama penyimpanan benih padi pada aksesori Mayang maka akan mengalami penurunan viabilitas dan vigor benih.

Hasil dari penelitiandari perlakuan kolkisin genotip Ungaran generasi kedua (M2) memberikan pengaruh yang sangat nyata pada nilai rata – rata karakter jumlah anakan, jumlah anakan, umur berbunga, umur panen, persentase gabah bernas,

persentase gabah hampa, bobot total gabah pertanaman, dibandingkan dengan populasi kontrol (Tabel 2), dengan adanya peningkatan pada karakter kuantitatif maka akan meningkatkan hasil produktivitas tanaman. Menurut Aillet *al.*, (2016) menyatakan bahwa induksi mutasi menggunakan kolkisin dapat memperbaiki sifat tanaman baik secara kualitatif maupun kuantitatif khususnya dalam meningkatkan produktivitas tanaman.

Hasil analisis rata – rata karakter tinggi tanaman populasi UK750-5, UK750-41, karakter panjang daun populasi UK500-79, UK500-83 dan pada karakter pengamatan jumlah gabah pertanaman populasi UK750-5 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dibandingkan dengan tanaman populasi kontrol (UK-0) (Tabel 2), hal ini dikarenakan tidak ada perubahan atau perbedaan pada karakter populasi tersebut dibandingkan dengan populasi tanaman kontrol akibat pemberian kolkisin. Menurut Sirojudin *et al.*, (2017) kolkisin yang diberikan kepada setiap individu tanaman tidak mempengaruhi semua sel tanaman, tetapi hanya sebagian sel saja.

Keberhasilan suatu program pemuliaan tanaman sangat ditentukan oleh tersedianya ragam genetik. Semakin tinggi keragaman genetik yang dimiliki semakin besar peluang keberhasilan bagi program pemuliaan tanaman. Tanaman padi hitam genotip ungaran populasi M2 memiliki nilai keragaman genetik dan heritabilitas yang berbeda yaitu antara rendah, sedang dan tinggi.

Tabel 1. Persentase tanaman hidup padi hitam pada 25 hss

Populasi	Total Tanaman	Tanaman Hidup	Persentase Tanaman hidup (%)
U-K0	200	116	58,00
U-K250-67	200	129	64,50
U-K250-68	200	194	97,00
U-K500-79	200	167	83,50
U-K500-83	200	165	82,50
U-K750-5	200	157	78,50
U-K750-41	200	166	83,00

Keterangan : UK-0 : Kontrol Ungaran, UK250-67, UK250-67 : Ugaran Kolkisin 250 ppm populasi M2, UK500-79, UK500-83 : Ugaran Kolkisin 500 ppm populasi M2, UK750-5, UK750-41 : Ugaran Kolkisin 250 ppm populasi M2.

Tabel 2. Rerata parameter pengamatan kuantitatif populasi kontrol dan M2

Karakter	Populasi M2						
	UK-0	UK250-67	UK250-68	UK500-79	UK500-83	UK750-5	UK750-41
JA	22.40	27.26 **	24.59 **	24.83 **	25.06 **	26.52 **	28.59 **
AP	12.30	16.41 **	16.11 **	17.05 **	17.78 **	17.05 **	19.16 **
TT (cm)	94.21	98.93 **	90.39 **	89.12 **	88.29 **	96.02 ^{tn}	94.88 ^{tn}
PD (cm)	39.52	43.84 **	42.38 **	39.77 ^{tn}	39.58 ^{tn}	42.56 **	42.93 **
JD (helai)	55.81	74.94 **	66.89 **	88.28 **	79.29 **	80.03 **	67.61 **
UB (hst)	90	82.02 **	82.70 **	81.98 **	81.92 **	82.05 **	81.84 **
UP (hst)	120.2	113.10 **	113.10 **	112.80 **	113.50 **	115.20 **	112.90 **
JGP (butir)	975	1060.23 **	1033.42 *	1037.43 *	1070.32 **	1004.21 ^{tn}	1054.03 **
GB (%)	51.62	59.17 **	60.76 **	59.81 **	58.71 **	58.26 **	60.31 **
GH (%)	48.61	40.81 **	39.02 **	39.96 **	41.21 **	41.95 **	39.61 **
BTGP (g)	27.20	48.49 **	50.18 **	48.79 **	47.86 **	43.42 **	54.81 **
BSB (g)	2.43	2.46 **	2.47 **	2.46 **	2.49 **	2.50 **	2.47 **

Keterangan : JA : jumlah anakan, AP : anakan produktif, TT : tinggi tanaman, PD : panjang daun, JD : jumlah daun, UB : umur berbunga, UP : umur panen, JGP : jumlah gabah pertanaman, GB : gabah bernas, GH : gabah hampa, BTGP : berat total gabah pertanaman, BSB : berat seratus butir, (*) = sangat nyata, (**) = nyata, (tn) = tidak nyata, diuji dengan Uji t taraf 5%.

Semakin besar keragaman dalam suatu populasi, maka akan semakin efektif suatu seleksi yang dilakukan untuk memilih karakter yang sesuai dengan harapan (Sa'diyah *et al.*, 2009). Pengamatan serta analisa terhadap karakter kuantitatif pada populasi M2 hasil mutasi kolkisin menunjukkan adanya perbedaan nilai KKG. Seluruh populasi M2 yang memiliki nilai KKG rendah terdapat pada karakter panjang daun, umur berbunga, umur panen, jumlah gabah pertanaman, bobot 100 butir gabah, persentase gabah hampa, dan persentase gabah bernas, sedangkan untuk karakter jumlah anakan anakan produktif, tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot total biji pertanaman beberapa populasi M2 menunjukkan nilai KKG agak rendah (Tabel 3). Nilai KKG yang cukup tinggi hanya ditemukan pada karakter jumlah daun, yaitu pada populasi U-K500-79 dengan nilai 50,2% (Tabel 3). Menurut Moedjiono dan Mejaya (1994), menyatakan bahwa karakter dengan kriteria KKG relatif rendah sampai agak rendah digolongkan sebagai bervariabilitas sempit, sedangkan karakter dengan kriteria KKG relatif cukup tinggi dan tinggi digolongkan sebagai bervariabilitas luas. Kegiatan pemuliaan bertumpu pada adanya keragaman genetik, serta keragaman genetik yang dibutuhkan ialah keragaman genetik yang luas. Sehingga

kegiatan pemuliaan selanjutnya yaitu seleksi, akan lebih efektif jika dilaksanakan pada populasi yang memiliki nilai KKG tinggi.

Hasil pengamatan terhadap karakter pengamatan kuantitatif hampir semua populasi M2 memiliki nilai duga heritabilitas tinggi dan sedikit karakter pengamatan yang memiliki nilai duga heritabilitas dengan katagori rendah. Nilai heritabilitas yang memiliki katagori rendah hanya terdapat pada populasi U-K750-5 dengan karakter tinggi tanaman dengan nilai, populasi U-K750-41 dengan karakter pengamatan tinggi tanaman dan umur berbunga (Tabel 4). Pada nilai koefisien keragaman genetik memiliki nilai KKG dengan rata-rata katagori rendah hingga sedang dan pada nilai duga heritabilitas memiliki nilai duga dengan rata-rata katagori tinggi. Menurut Islam *et al.*, (2012), karakter yang dimiliki keragaman genetik rendah serta nilai duga heritabilitas yang tinggi menunjukkan adanya keterlibatan dari aktifitas gen *non additive* pada penampilan karakter dan seleksi berdasarkan fenotip pada karakter tersebut tidak dianjurkan.

Hasil dari pengamatan karakter kuantitatif didapatkan individu terpilih untuk dilakukan pengamatan sitologi yaitu pengamatan jumlah kromosomnya. Berdasarkan analisis sitologi pada populasi

Darmawan dan Damanhuri, Keragaman Genetik Padi Hitam...

M2 hasil mutasi kolkisin memiliki peningkatan jumlah kromosom dibandingkan tanaman kontrol (UK-0). Tanaman padi memiliki jumlah kromosom dengan diploidnya $2n = 24$. Populasi yang memiliki peningkatan jumlah kromosom

hingga mencapai triploid ($2n = 3x = 36$) terdapat pada populasi U-K500-83, dengan nomor individu U-K500-83-9, dan U-K500-83-58 (Gambar 1).

Tabel 3. Nilai Persentase Koefisien Keragaman Genetik (KKG) Populasi M2 Karakter Kuantitatif

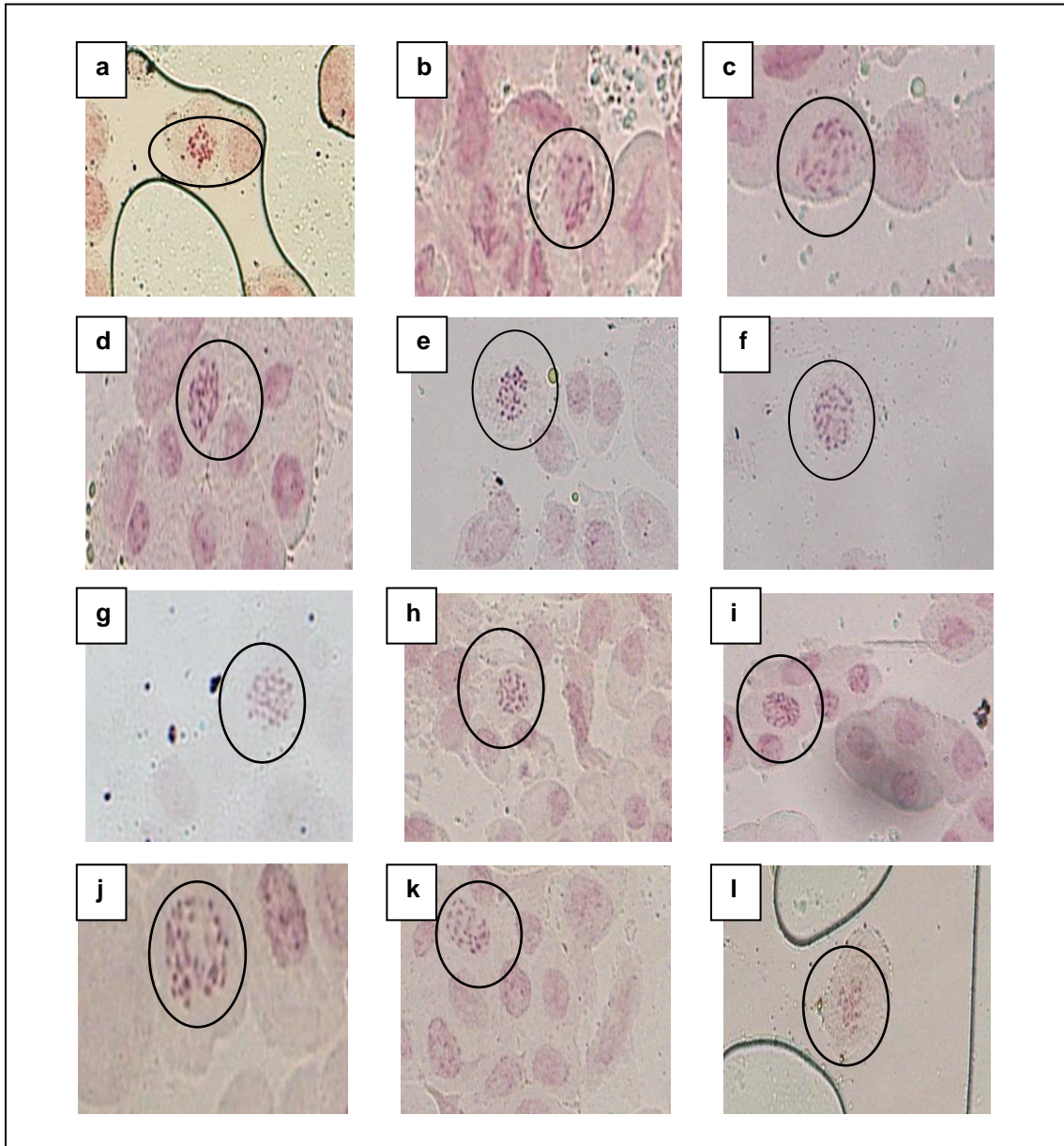
Karakter	Populasi M2					
	UK250-67	UK250-68	UK500-79	UK500-83	UK750-5	UK750-41
JA	25.80	22.00	21.00	25.40	30.80	33.80
AP	39.50	34.60	32.60	33.60	4.50	36.80
TT (cm)	26.10	7.80	13.00	11.00	18.40	4.00
PD (cm)	6.00	10.00	11.20	10.02	9.70	7.20
JD (helai)	32.20	20.20	50.20	25.00	35.40	19.40
UB (hst)	3.10	3.50	2.40	2.50	2.30	0.25
UP (hst)	2.10	2.00	1.30	2.20	4.00	2.20
JGP (butir)	0.60	0.50	0.50	0.40	0.80	0.40
GB (%)	11.70	10.90	8.80	6.70	7.60	7.40
GH (%)	17.10	17.40	12.40	9.20	11.20	11.10
BTGP (g)	42.20	43.70	38.70	36.60	46.20	37.50
BSB (g)	2.00	5.20	6.80	3.60	4.80	5.30

Keterangan : JA : jumlah anakan, AP : anakan prodpektif, TT : tinggi tanaman, Pd : panjang daun, JD : jumlah daun, UB : umur berbunga, UP : umur panen, JGP : jumlah gabah pertanaman, GB : gabah bernas, GH : gabah hampa, BTGP : berat total gabah pertanaman, BSB : berat seratus butir, Kontrol Ungaran, UK250-67, UK250-67 : Ugaran Kolkisin 250 ppm populasi M2, UK500-79, UK500-83 : Ugaran Kolkisin 500 ppm populasi M2, UK750-5, UK750-41 : Ugaran Kolkisin 750 ppm populasi M2.

Tabel 4. Nilai Heritabilitas Populasi M2 Pada Karakter Kuantitatif

Karakter	Populasi M2					
	UK250-67	UK250-68	UK250-79	UK250-83	UK250-5	UK250-41
JA	0.65	0.52	0.51	0.60	0.71	0.74
AP	0.63	0.56	0.56	0.59	0.67	0.67
TT (cm)	0.90	0.40	0.60	0.55	0.19	0.15
PD (cm)	0.41	0.65	0.66	0.61	0.63	0.50
JD (helai)	0.55	0.28	0.74	0.34	0.59	0.26
UB (hst)	0.80	0.84	0.72	0.72	0.69	0.02
UP (hst)	0.46	0.46	0.23	0.48	0.76	0.50
JGP (butir)	0.63	0.54	0.57	0.51	0.84	0.43
GB (%)	0.74	0.73	0.62	0.46	0.54	0.54
GH (%)	0.73	0.72	0.57	0.45	0.55	0.52
BTGP (g)	0.79	0.82	0.76	0.73	0.79	0.79
BSB (g)	0.42	0.82	0.88	0.69	0.81	0.82

Keterangan : JA : jumlah anakan, AP : anakan prodpektif, TT : tinggi tanaman, Pd : panjang daun, JD : jumlah daun, UB : umur berbunga, UP : umur panen, JGP : jumlah gabah pertanaman, GB : gabah bernas, GH : gabah hampa, BTGP : berat total gabah pertanaman, BSB : berat seratus butir, Kontrol Ungaran, UK250-67, UK250-67 : Ugaran Kolkisin 250 ppm populasi M2, UK500-79, UK500-83 : Ugaran Kolkisin 500 ppm populasi M2, UK750-5, UK750-41 : Ugaran Kolkisin 750 ppm populasi M2.



Gambar 1. Jumlah kromosom tanaman padi hitam individu M2 dan individu tanaman kontrol.

Keterangan : a) UK0, b) U-K0, c) U-K250-67-129, d) U-K250-67-8, e) U-K250-68-103, f) U-K250-68-4,g) U-K500-79-144, h) U-K500-79-6, i) U-K500-83-9, j) U-K500-83-58, k) U-K750- 5-8, l) U-K750-41-4.

Pada penelitian ini juga dihasilkan tanaman yang tidak mengikuti jumlah kelipatan kromosom haploidnya diantaranya yakni individu dari populasi U-K250-67-8 ($2n = 30$), U-K250-67-129 ($2n = 30$), U-K250-68-4 ($2n = 30$), U-K250-68-103 ($2n = 30$), U-K500-79-6 ($2n = 30$), U-K500-79-144 ($2n =$

30), U-K750-5-8 ($2n = 30$), dan U-K750-41-4 ($2n = 30$) (Gambar 1).

Tanaman yang tidak mengikuti kelipatan jumlah kromosomnya disebabkan oleh adanya peristiwa penambahan materi genetik kromosom dan pengurangan jumlah kromosom karena hilangnya segmen-

segmen kromosom yang disebut duplikasi dan delesi. Adanya peristiwa delesi dan duplikasi pada kromosom dibuktikan dari beberapa hasil perlakuan kolkisin yang menghasilkan sel tanaman dengan jumlah kromosom tidak tepat dengan kelipatan jumlah kromosom haploidnya (Parmawati dan Wistiani, 2014).

KESIMPULAN

Populasi M2 hasil mutasi kolkisin memiliki koefisien keragaman genetik dalam katagori rendah hingga cukup tinggi pada semua karakter pengamatan kuantitatif dan Pada populasi M2 hasil mutasi kolkisin terdapat individu terpilih dari hasil pengamatan pada karakter kuantitatif dan pengamatan sitologi yaitu populasi U-K250-67 (8, 129), U-K250-68 (4, 103), U-K500-79 (6,144), U-K500-83 (9, 58), U-K750-5 (8) dan populasi U-K750-41 (4).

DAFTAR PUSTAKA

- Aili, E.N., Respatijarti., Arifin.N.S. 2016.** Pengaruh Pemberian Kolkisin Terhadap Penampilan Fenotip Galur Hibrida Jagung Pakan (*Zea mays L.*) Pada Fase Pertumbuhan Vegetatif. *Jurnal Produksi Tanaman*. 4 (5) : 370-377.
- Asri, W. 2014.** Peran Antioksidan Dalam Kesehatan. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia* . 3 (2): 59-68.
- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 2001.** Principle of Seed Science and Technology. Four Edition. Burgess Publishing Company. Minneapolis. Minnesota.
- Islam, M., H.C. Mohanta, M.R. Ismail, M.Y. Rafii, and M.A. Malek. 2012.** Genetik variability and trait relationship cherry tomato (*Solanum lycopersicum*. var. cerasiforme (Dunnal) a gray). *Bangladesh Journal of Botany*. 41(2): 163–167.
- Kartika dan Sari D.K. 2015.** Pengaruh Lama Penyimpanan dan Invigorasi Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Padi Lokal Bangka Aksesori Mayang. *Jurnal Pertanian dan Lingkungan*. 8 (1) : 10-18.
- Maeda, H., T, Yamaguchi., M, Omoteno., T,Takarada., K, Fujita., K, Murata., Y, Iyama., Y, Kojima., M, Morikawa., H, Ozaki., N, Mukaino., Y, Kidani., and T, Ebitani. 2014.** Genetic Dissection of Black Grain Rice by The Development of a Near Isogenic Line. *Breed Science*. 64 (2014) : 134-141.
- Mendez-Natera, J.R., A. Rondon, J. Hernandez, and J. F. Merazo-Pinto. 2012.** Genetic studies in upland cotton. III. Genetic parameters, correlation and path analysis. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. 44 (1): 112—128.
- Moedjiono dan Mejaya. 1994.** Variabilitas Genetik beberapa Karakter Plasma Nutfah Jagung. *Jurnal Zuriat*. 5 (2) : 105-115.
- Pharmawati, M. dan Wistiani. N.L.A. 2015.** ,**Basri, A.H.H. 2015.** Induksi Mutasi Kromosom dengan Kolkisin pada Bawang Putih (*Allium sativum L.*) Kultivar Kesuna Bali. *Jurnal Bioslogos*. 5 (1) :19-25.
- Poespodarsono, S. 1988.** Dasar-dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman. Pusat Antar Universitas IPB. Bogor.
- Sa'diyah, N., T.R. Basoeki, A.E. Putri, D. Maretha dan S.D. Utomo. 2009.** Korelasi, Keragaman Genetik dan Heritabilitas Karakter Agronomi Kacang Panjang Populasi F3 Keturunan Persilangan Testa Hitam x Lurik. *Jurnal Agrotropika*. 14 (1): 37 – 41.
- Singh, R.K., and B.D. Chaudhary. 1979.** Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Publisher. New Delhi.
- Sirojudin., Tintrim.R., Saimul.L. 2017.** Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi Kolkisin dan Lama Perendaman Terhadap Repon Fenotipik Zaitun (*Olea europaea*) *Jurnal Ilmiah BIOSAIN TROPIS*. 2 (2) : 36-41.
- Soedjono S. 2003.** Aplikasi Mutasi Induksi dan Variasi Somaklonal Dalam Pemuliaan Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*. 22 (2): 70-78.