

KARAKTERISASI SIFAT MORFOLOGI GALUR-GALUR JAGUNG (*Zea mays* L.) MUTAN

CHARACTERIZATION FOR MORPHOLOGICAL TRAIT IN MAIZE (*Zea mays* L.) MUTANT LINES

Diah Kartika Sari, Arifin Noor Sugiharto^{*)}, Afifuddin Latif Adiredjo

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Brawijaya University
 Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur
^{*)}E-mail : arifin.fp@ub.ac.id

ABSTRAK

Mutasi adalah salah satu proses yang dapat meningkatkan keragaman. Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan sifat morfologi galur-galur jagung mutan dilakukan pada bulan April hingga Agustus 2016 di Dusun Areng-areng, Kelurahan Dadaprejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu. Bahan yang digunakan adalah galur INCY mutan (400 ppm dan 600 ppm), INCY non mutan, INHY mutan (400 ppm dan 800 ppm), dan INHY non mutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beda nyata pada beberapa karakter kuantitatif antara galur INCY mutan dengan INCY non mutan yaitu jumlah hari benih berkecambah, diameter tongkol, bobot pipilan dan beda nyata antara galur INHY mutan dengan INHY non mutan yaitu umur berbunga jantan, umur berbunga betina, umur panen, diameter tongkol, dan bobot pipilan. Pada karakter kualitatif, beda nyata hanya ditunjukkan oleh galur INHY 400 ppm (mutan) yaitu bentuk ujung daun pertama, warna anther dan warna silk, warna biji, dan bentuk permukaan biji. Perubahan yang terjadi pada galur mutan menunjukkan bahwa proses mutasi masih berlangsung hingga generasi selanjutnya.

Kata kunci: Galur, Jagung, Karakterisasi, Mutasi, Sifat Morfologi

ABSTRACT

One of process used to create variety is mutation. The research to determine

differences in morphological traits of maize mutant lines has been conducted from April to August 2016 in Areng-areng, Dadaprejo village, Junrejo, Batu. The used materials were INCY mutant lines (400 ppm and 600 ppm), INCY non-mutant, INHY mutant lines (400 ppm and 800 ppm), and INHY non-mutant. The results showed that there were significant differences on quantitative traits between INCY mutant lines with INCY non-mutant were number of days seeds germinate, ear diameter, weight of dry seed, and there were significant differences on INHY mutant lines with INHY non-mutant were time of tasseling, time of silking, time of harvesting, ear diameter, and weight of dry seed. For the qualitative traits, significant differences was only shown by INHY 400 ppm (mutant) lines, which is form tip of first leaf, anther color and silk, seed color, and the shape of the surface of the seeds. The changes of mutation lines was shown that the mutation process will be possible until the next generation.

Keywords: Line, Maize, Mutant, Characterization, Morphological Trait

PENDAHULUAN

Jagung adalah salah satu komoditas yang memiliki peran penting sebagai bahan pakan ternak, makanan konsumsi, dan menjadi bahan baku industri lain. Kebutuhan jagung yang setiap tahun semakin bertambah mendorong banyak dilakukan penelitian untuk menciptakan kultivar unggul jagung. Salah satu caranya

adalah dengan induksi mutasi. Induksi mutasi dapat dilakukan secara alami atau buatan. Induksi mutasi buatan dilakukan dengan menginduksi kolkisin. Induksi mutasi kolkisin menyebabkan adanya perbedaan sifat morfologi. Induksi mutasi juga dapat menyebabkan tanaman menjadi poliploid, yaitu suatu keadaan dimana satu set kromosom atau lebih ada dalam individu. Induksi mutasi kolkisin diharapkan mampu memperbaiki sifat tanaman, baik secara kuantitatif maupun kualitatif khususnya dalam meningkatkan produktivitas tanaman (Aili, *et al.*, 2016).

Pada penelitian ini, dilakukan karakterisasi galur hasil induksi mutasi yang berfungsi untuk mengetahui karakter-karakter yang berbeda dan bernilai ekonomis. Bahan tanam yang digunakan dalam penelitian adalah benih galur inbrida (INCY dan INHY) generasi S6 hasil dari penelitian sebelumnya yang diberi perlakuan tanpa kolkisin (kontrol), 400 ppm (mutan), 600 ppm (mutan), dan 800 ppm (mutan). Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Kamukten *et al.* (2016) galur INHY 400 ppm (mutan) menunjukkan adanya perbedaan pada tinggi tanaman, panjang tongkol, bobot 100 biji, umur berbunga, dan warna biji. Pada penelitian yang dilakukan oleh Aili *et al.* (2016) menggunakan material galur inbrida INCY yang telah seragam, tetapi pada hasil menunjukkan adanya keragaman. Lalu, penelitian tersebut dilanjutkan oleh Anggraeni *et al.* (2015), hasil dari penelitian tersebut juga menunjukkan adanya keragaman. Oleh sebab itu, dilakukan penelitian lanjutan dengan tujuan untuk mengetahui apakah masing-masing galur mutan tersebut memiliki keseragaman atau keragaman pada karakter morfologi baik kuantitatif dan kualitatif.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Agustus 2016 di Dusun Areng-areng, Kelurahan Dadaprejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu. Bahan yang digunakan adalah benih dua galur jagung yang terdiri generasi mutan kedua (INCY M2) hasil dari perlakuan induksi mutasi 400 ppm dan 600

ppm serta kontrolnya (0 ppm) dan galur generasi mutan kedua (INHY M2) hasil dari perlakuan induksi mutasi 400 ppm dan 800 ppm serta kontrolnya (0 ppm).

Penelitian ini dilakukan dengan menanam semua tanaman pada kondisi lingkungan yang sama tanpa menggunakan ulangan. Pengamatan tanaman dilakukan dengan mengamati setiap individu tanaman (*single plant*). Data kuantitatif dianalisis menggunakan uji T dengan taraf 5% yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, umur berbunga jantan, umur berbunga betina, umur panen, panjang tongkol, diameter tongkol, bobot tongkol, bobot pipilan, bobot 100 biji, panjang biji, lebar biji, persentase benih berkecambah, dan jumlah hari benih berkecambah. Data kualitatif meliputi bentuk ujung daun pertama, warna anther, warna silk, warna biji, dan bentuk permukaan biji disajikan dalam deskripsi yang dinilai dengan persentase (*scoring*) serta disajikan dalam bentuk gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Benih berkecambah dan Tanaman yang Hidup

Karakter persentase benih berkecambah menunjukkan bahwa galur hasil induksi mutasi memiliki persentase benih berkecambah lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Roychoydhury *et al.* (2011) menjelaskan bahwa, mutagen dapat merusak jaringan meristematik yang menyebabkan persentase benih berkecambah menurun. Pada galur INCY dan INHY mutan penurunan persentase benih berkecambah diduga karena masih ada pengaruh kolkisin pada generasi mutasi kedua (Essel *et al.*, 2015). Selain itu, terjadinya penyimpangan kromosom yang diinduksi oleh aktivitas enzim seperti katalase dan lipase serta aktivitas hormonal mengakibatkan pengurangan persentase benih berkecambah (Tabel 1).

Karakter persentase jumlah tanaman yang hidup galur mutan memiliki persentase hidup lebih rendah dibandingkan dengan persentase karakter benih berkecambah. Hal ini diduga karena dengan induksi mutasi kolkisin kondisi benih yang tidak vigor dan

Tabel 1 Persentase Benih Berkecambah dan Tanaman yang Hidup

Galur	Persentase benih berkecambah (%)	Tanaman yang hidup (%)
INCY kontrol	96	96
INCY 400 ppm	93	88
INCY 600 ppm	90	86
INH Y kontrol	100	100
INH Y 400 ppm	96	96
INH Y 800 ppm	98	95

adanya serangan hama *Agrotis ipsilon* atau ulat tanah yang menyebabkan tanaman menjadi mati saat dilahan. Benih yang dibutuhkan bergantung pada kesehatan benih, kemurnian benih, dan daya tumbuh benih. Selain itu, Aili *et al.* (2016) menyatakan apabila konsentrasi kolkisin diberikan kepada genotip semakin tinggi, maka tanaman yang tumbuh semakin rendah.

Jumlah Hari Benih Berkecambah

Jumlah hari benih berkecambah pada galur INCY 400 ppm dan 600 ppm (mutan) lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Sama halnya dengan galur INHY 400 ppm dan 800 ppm (mutan) memiliki jumlah hari benih berkecambah lebih rendah. Hal ini menyebabkan bahwa benih yang muncul kepermukaan tanah lebih cepat dibandingkan dengan kontrol. Essel *et al.* (2015) menyatakan selain menyebabkan penurunan, kolkisin dapat menyebabkan benih yang muncul kepermukaan tanah menjadi lebih cepat, bergantung pada respon tiap individu (Tabel 2 dan 3).

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diamati sekali pada saat umur 65 HST atau diakhir masa vegetatif. Pengamatan tinggi tanaman menunjukkan bahwa galur INCY dan INHY mutan mengalami peningkatan rata-rata tinggi tanaman dibandingkan dengan kontrol. Beberapa penelitian menunjukkan hasil yang sama seperti yang dilakukan oleh Wiendra *et al.* (2011) pengaruh perendaman konsentrasi kolkisin dapat menyebabkan tanaman menjadi lebih tinggi dibandingkan tanaman kontrol pada tanaman pacar air (Tabel 2 dan 3).

Jumlah Daun

Jumlah daun dihitung berdasarkan ruas batang tanaman jagung. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa galur INCY mutan mengalami rata-rata peningkatan jumlah daun dibandingkan dengan kontrol. Begitupula dengan galur INHY mutan, karakter jumlah daun menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan kontrol. Susianti *et al.* (2015) menyatakan bahwa hasil induksi kolkisin 0,01% dan 0,05% dapat meningkatkan jumlah daun pada tanaman stroberi. Akan tetapi, hal ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gnanamurthy *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa perlakuan mutagen menyebabkan penurunan pada karakter morfologi jumlah daun tanaman jagung (Tabel 2 dan 3).

Umur Berbunga dan Umur Panen

Pengamatan karakter berbunga masing-masing galur menunjukkan hasil yang berbeda. Umur berbunga jantan galur INCY mutan mengalami waktu pembungaan lebih cepat dibandingkan dengan tanaman kontrol. Sedangkan pada umur berbunga betina menunjukkan bahwa galur INCY mutan mengalami kemunduran. Hal ini menyebabkan umur panen menjadi lebih lama dibandingkan dengan INCY kontrol. Galur mutan mengakibatkan tanaman menjadi poliploid sehingga dapat meningkatkan jumlah hari pada umur berbunga. Pada galur INHY 400 ppm (mutan) umur berbunga jantan mengalami kemunduran dibandingkan kontrol. Akan tetapi, umur berbunga betina pada galur INHY 400 ppm dan 800 ppm (mutan) mengalami umur berbunga lebih cepat, sehingga menyebabkan umur panen galur INHY mutan menjadi lebih cepat (Tabel 2 dan 3). Penelitian yang dilakukan Mensah *et al.* (2007) menunjukkan hal yang sama

Tabel 2 Perbandingan Nilai Karakter Kuantitatif Galur INCY Mutan dan Non Mutan

Karakter	Nilai Rerata		
	INCY non mutan	INCY 400 ppm (mutan)	INCY 600 ppm (mutan)
Tinggi tanaman (cm)	147.60	153.43 tn	159.43 tn
Jumlah daun	11.20	12.23 tn	11.45 tn
Umur berbunga jantan (hst)	67.66	67.33 tn	67.33 tn
Umur berbunga betina (hst)	67.00	67.66 tn	67.66 tn
Umur panen (hst)	110.00	110.66 tn	111.00 tn
Panjang tongkol (cm)	15.38	15.26 tn	15.82 tn
Diameter tongkol (cm)	3.47	3.37 **	3.36 *
Bobot tongkol (g)	77.18	82.73 tn	84.90 tn
Bobot pipilan (g)	61.13	55.38 *	55.31 *
Bobot 100 biji (g)	19.25	20.16 tn	19.75 tn
Panjang biji (mm)	0.77	0.75 tn	2.02 tn
Lebar biji (mm)	0.81	0.82 tn	0.84 tn
Jumlah hari benih berkecambah (hst)	6.86	6.23 *	6.38 tn

Keterangan : (***) = sangat nyata, (*) nyata, (tn) = tidak nyata dalam taraf kepercayaan 5%.

Tabel 3 Perbandingan Nilai Karakter Kuantitatif Galur INHY Mutan dan Non Mutan

Karakter	Nilai Rerata		
	INHY non mutan	INHY 400 ppm (mutan)	INHY 800 ppm (mutan)
Tinggi tanaman (cm)	120.36	141.30 tn	125.70 tn
Jumlah daun	10.48	11.36 tn	11.05 tn
Umur berbunga jantan (hst)	62.00	63.66 tn	60.33 **
Umur berbunga betina (hst)	63.00	59.66 **	61.33 **
Umur panen (hst)	106.00	102.66 **	104.33 **
Panjang tongkol (cm)	13.54	13.92 tn	13.84 tn
Diameter tongkol (cm)	3.49	3.30 *	3.45 tn
Bobot tongkol (g)	78.76	92.60 tn	77.88 tn
Bobot pipilan (g)	54.35	58.61 tn	46.95 **
Bobot 100 biji (g)	20.10	20.16 tn	19.91 tn
Panjang biji (mm)	0.78	0.84 tn	0.82 tn
Lebar biji (mm)	0.90	0.95 tn	0.91 tn
Jumlah hari benih berkecambah (hst)	7.03	6.80 tn	6.85 tn

Keterangan : (***) = sangat nyata, (*) nyata, (tn) = tidak nyata dalam taraf kepercayaan 5%.

bahwa perlakuan kolkisin yang berbeda menyebabkan respon tanaman pada umur berbunga dan umur panen juga berbeda.

Komponen Hasil

Pengamatan karakter tongkol seperti panjang tongkol, diameter tongkol, bobot tongkol, bobot pipilan, bobot 100 biji, panjang biji, dan lebar biji galur mutan memiliki hasil yang berbeda-beda. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa galur INCY 400 ppm dan 600 ppm (mutan) kolkisin memiliki rata-rata panjang tongkol, bobot tongkol, bobot 100 biji, panjang biji, dan lebar biji yang tinggi. Begitupula dengan galur INHY 400 ppm dan 800 ppm

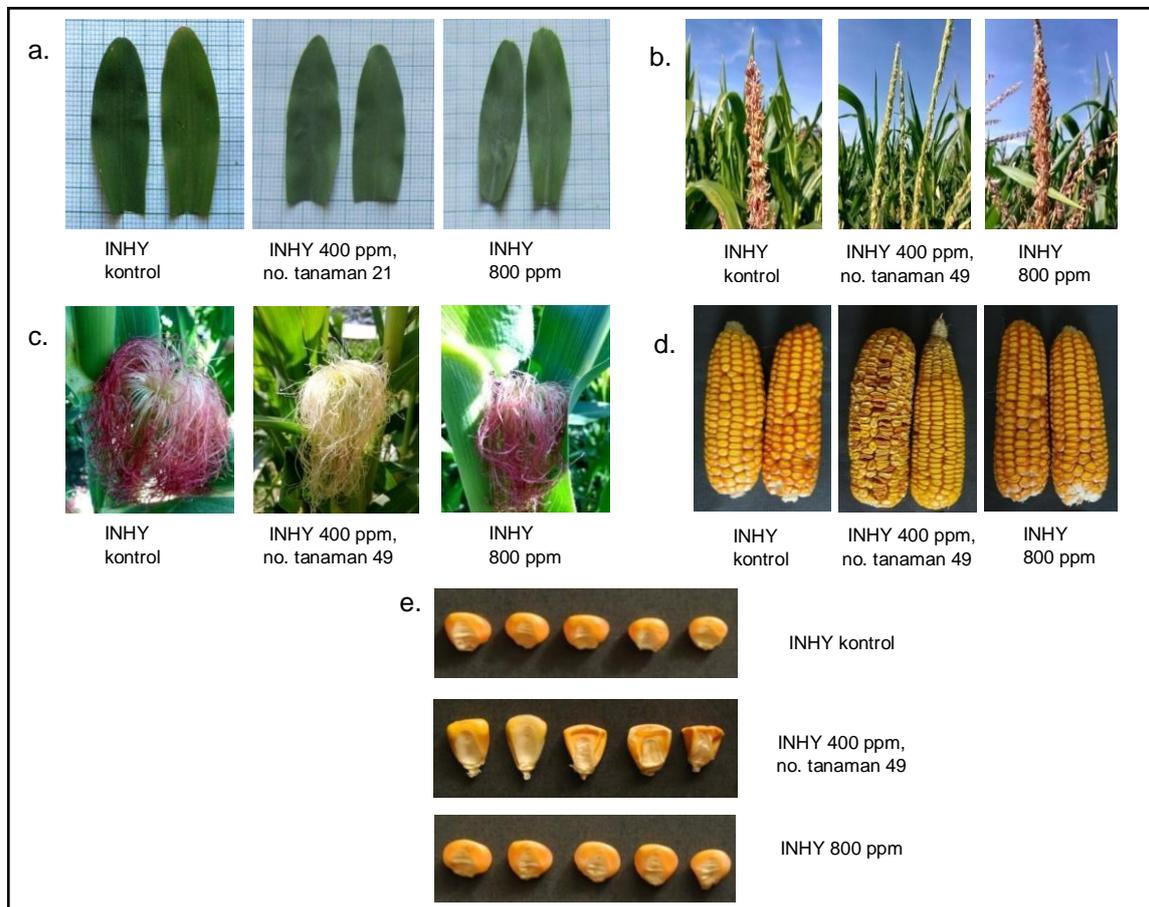
(mutan) memiliki rata-rata panjang tongkol, bobot tongkol, panjang biji, dan lebar biji yang tinggi (Tabel 2 dan 3). Penelitian ini menunjukkan bahwa kolkisin menyebabkan mutasi pada komponen hasil. Kamukten *et al.* (2016) menyatakan bahwa kolkisin dapat menyebabkan perubahan pada karakter tanaman misalnya ukuran organ menjadi lebih besar dan produksi tanaman menjadi meningkat. Selain itu, peningkatan karakter tongkol juga dapat terjadi karena masaknya bunga jantan dan bunga betina lebih cepat sehingga penyerbukan menjadi sempurna. Adanya penambahan jumlah kromosom juga akan mengakibatkan pertumbuhan yang lebih tinggi dan menghasilkan protein

lebih tinggi bersamaan dengan bertambahnya jumlah gen. Hal tersebut dapat dilihat dari meningkatnya sifat tanaman dan organ-organnya.

Bentuk Ujung Daun Pertama

Pengamatan bentuk ujung daun pertama galur jagung mutan diamati setelah muncul 3 daun sempurna, kemudian dipotong dan diamati bentuknya serta diskoring berdasarkan buku panduan karakterisasi tanaman jagung. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bentuk

ujung daun pertama galur INCY mutan tidak mengalami mutasi. Sedangkan pada galur INHY 400 ppm (mutan) kolkisin menunjukkan adanya mutasi yang memperlihatkan perbedaan bentuk ujung daun pertama menjadi runcing ke bulat dibandingkan dengan kontrolnya yang berbentuk bulat. Penelitian yang dilakukan oleh Rahayu *et al.* (2015) menunjukkan bahwa benih yang diberi perlakuan kolkisin memperlihatkan pertumbuhan yang berbeda (abnormal), yaitu dengan adanya pertumbuhan daun baru pada anggrek bulan. (Gambar 1).



Gambar 1 Penampilan Karakter yang Berbeda pada Galur INHY

Keterangan : a) Bentuk ujung daun pertama; b) Warna anther; c) Warna silk; d) Warna biji; e) Bentuk permukaan biji.

Warna Anther dan Warna Silk

Pada fase berbunga, karakter kualitatif yang diamati adalah warna bunga jantan (*anther*) dan warna bunga betina (*silk*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada galur INCY mutan karakter warna *anther* dan *silk* tidak memiliki perbedaan warna atau tidak mengalami mutasi (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa kolkisin tidak memberikan pengaruh pada kedua karakter tersebut. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Winaryo *et al.* (2016) warna bunga jantan dan betina pada galur jagung yang diinduksi kolkisin tidak memberikan perubahan warna.

Sedangkan pada galur INHY 400 ppm (mutan), muncul warna bunga jantan (*anther*) dan warna bunga betina (*silk*) yang berwarna putih dari kontrolnya yang berwarna merah putih (Gambar 1). Hewawasam *et al.* (2002) menyatakan bahwa induksi mutasi menyebabkan perubahan warna bunga pada tanaman *Cossandra infundibuliformis* karena adanya penyimpangan kromosom dan mutasi gen yang mengarah ke pembentukan pigmen. Sejalan dengan Wessinger *et al.* (2012) bahwa karakter warna bunga terjadi karena adanya pigmen penting pada struktur jalur biosintesis.

Warna Biji dan Bentuk Permukaan Biji

Hasil pengamatan karakter warna biji pada galur INCY mutan tidak mengalami perubahan warna. Sedangkan pada galur INHY 400 ppm mutan terjadi perubahan warna biji yaitu *Pale Yellow 11C* dari kontrolnya yaitu *Light Yellow 21D* (Gambar 1). Adanya perubahan warna yang terjadi diduga karena adanya proses pembelahan sel yang tidak teratur pada genotip jagung yang diberi perlakuan kolkisin sehingga muncul berbagai kombinasi dan sifat fenotip yang beragam (Kamukten, *et al.*, 2016). Penelitian yang sama dilakukan oleh Wu *et al.* (2010) menunjukkan bahwa mutagen kimia kolkisin memiliki efek pada gen dengan locus spesifik yang signifikan dan efek mutagenik erat kaitannya dengan jenis mutagen. Tanaman yang diberi perlakuan kolkisin menunjukkan adanya pengaruh terhadap pigmentasi warna biji pada jaringan tertentu sehingga ekspresi yang

ditampilkan pada setiap galur jagung terhadap warna biji berbeda-beda.

Hasil pengamatan karakter bentuk permukaan biji diperoleh bentuk permukaan biji yang berbeda pada masing-masing galur. Galur INCY memiliki bentuk permukaan biji bundar sama seperti kontrolnya. Tetapi pada galur INHY 400 ppm (mutan) menunjukkan perubahan bentuk permukaan biji menjadi berkerut dari kontrolnya yang berbentuk datar. Tanaman poliploid memiliki karakter biji yang berbeda dibandingkan dengan tanaman diploid. Setiap genotip memiliki kepekaan yang berbeda-beda dalam menanggapi perlakuan dari induksi kolkisin. Respon genotip yang spesifik terhadap perubahan dosis gen menunjukkan munculnya variasi genetik dalam merespon ploidi diantara karakter tanaman seluruh galur inbred jagung. Sehingga pengaruh pemberian konsentrasi kolkisin yang berbeda dapat menimbulkan perubahan yang bervariasi karena masing-masing individu tanaman tidak mempengaruhi semua sel. Konsentrasi kolkisin hanya akan efektif pada sel yang aktif membelah.

KESIMPULAN

Terdapat beda nyata pada beberapa karakter kuantitatif antara galur INCY 400 ppm (mutan) dengan INCY kontrol yaitu karakter jumlah hari benih berkecambah, diameter tongkol, dan bobot pipilan, serta perbedaan nyata antara galur INCY 600 ppm (mutan) dengan INCY kontrol yaitu karakter diameter tongkol dan bobot pipilan. Sedangkan, beda nyata pada beberapa karakter kuantitatif antara galur INHY 400 ppm (mutan) dengan INHY kontrol yaitu karakter umur berbunga betina, umur panen, dan diameter tongkol, serta perbedaan nyata antara galur INHY 800 ppm (mutan) dengan INHY kontrol yaitu karakter umur berbunga jantan, umur berbunga betina, umur panen, dan bobot pipilan. Beda nyata juga terdapat pada karakter kualitatif, tetapi hanya pada galur INHY 400 ppm (mutan) yaitu bentuk ujung daun pertama yang berbentuk runcing ke bulat, warna anther dan silk yang berwarna putih, warna biji yang berwarna *Pale Yellow*

11C, dan bentuk permukaan biji yang berbentuk berkerut. Koefisien keragaman galur INCY berkisar 0% - 36.26%, sedangkan koefisien keragaman galur INHY berkisar 0% - 36.03%. Koefisien keragaman tersebut termasuk kriteria keragaman sedang, sehingga dikategorikan belum seragam. Munculnya karakter yang berbeda pada masing-masing galur menunjukkan bahwa proses mutasi masih berlangsung hingga generasi selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aili, E. N., Respatijarti dan A. N. Sugiharto. 2016.** Pengaruh Pemberian Kolkisin terhadap Penampilan Fenotip Galur Inbrida Jagung Pakan/Yellow Corn (*Zea mays* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(5):370-377.
- Anggraeni, M. 2015.** Keragaan Beberapa Genotip Jagung Pakan/Yellow Corn (*Zea mays* L.) Mutan Kolkisin Generasi M2. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Essel, E., I. K. Asante and E. Laing. 2015.** Effect of Colchicine Treatment on Seed Germination, Plant Growth and Yield Traits of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *Canadian Journal of Pure and Applied Sciences*. 9(3):3573-3576.
- Gnanamurthy, S., D. Dhanavel, M. Girija, P. Pavadai and T. Bharathi. 2012.** Effect of Chemical Mutagenesis on Quantitative Traits of Maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Research in Botany*. 2(4):34-36.
- Hewawasam, W. D. C. J., D. C. Bandara and W. M. Aberathne. 2002.** New Phenotypes of *Cossandra infudibuliformis* var Danica Through In-Vitro Culture and Induced Mutations. *Tropical Agriculture*. 1(16):253-270.
- Kamukten, P. P., A. N. Sugiharto dan D. Saptadi. 2016.** Identifikasi Perubahan Fenotip pada Empat Galur Inbred Jagung Pakan (*Zea mays* L.) Akibat Induksi Mutasi. *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(3):224-230.
- Mensah, J. K., Obadoni, P. A. Akomeah, B. Ikhajiagbe, Ajibolu and Janet. 2007.** The effect 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.
- Rahayu, E. M. D., D. Sukma, M. Syukur, S. A. Aziz dan Irawati. 2015.** Induksi Poliploidi Menggunakan Kolkisin Secara In Vivo pada Angrek Bulan (*Phaenolobos amabilis* (L.) Blume). *Buletin Kebun Raya*. 18(1):41-48.
- Roychodhury, R. and J. Tah. 2011.** Chemical Mutagenic Action on Seed Germination and Related Agro-metric Traits in M1 *Dianthus* Generation. *Current Botany*. 2(8):19-23.
- Susianti, A., G. R. Aristya, Sutikno dan R. S. Kasiamdari. 2015.** Karakterisasi Morfologi dan Anatomi Stroberi (*Fragaria x ananassa* D. cv. Festival) Hasil Induksi Kolkisin. *Jurnal Ilmiah Biologi*. 3(2):66-75.
- Wessinger, C. A. and M. D. Rausher. 2012.** Lesson from Flower Colour Evolution on Targets of Selection. *Journal of Experimental Botany*. 63(16):5741-5749.
- Wiendra, N. M. S., M. Pharmawati dan N. P. A. Astiti. 2011.** Pemberian Kolkisin dengan Lama Perendaman Berbeda pada Induksi Poliploidi Tanaman Pacar Air (*Impatiens balsamina* L.). *Jurnal Biologi*. 15(1):9-14.
- Winaryo, K. A. P., A. N. Sugiharto dan Ainurrasjid. 2016.** Penampilan Fenotipik Beberapa Galur Jagung (*Zea mays* L.) Akibat Pemberian Kolkisin. *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(2):161-168.
- Wu, B., H. Liu, B. Zhao, X. Tong, Q. Zhao and P. Wan. 2010.** Colchicine-induced Traits Variation in Azuki Bean (*Vigna angularis*). *Legume Genomics and Genetics*. 1(7):34-40.