EVALUASI GENETIK GALUR-GALUR MUTAN GENERASI KEDUA DAN KETIGA JAGUNG PAKAN/*YELLOW CORN* (*Zea mays* L.)

GENETIC EVALUATION OF THE SECOND AND THIRD GENERATION MUTANT LINES IN YELLOW CORN (*Zea mays* L.)

Hana Rizqiningtyas*) dan Arifin Noor Sugiharto

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur Indonesia
*Email: hanarizqiningtyas@gmail.com

ABSTRAK

Keragaman dalam kegiatan pemuliaan sangat diperlukan terutama dalam upaya perakitan benih unggul jagung. Mutasi ialah salah satu proses yang mampu menciptakan keragaman. Tujuan pertama dari penelitian ini ialah untuk mengevaluasi perubahan karakter warna biji dan beberapa karakter pada generasi kedua dan ketiga galur-galur mutan jagung pakan. Kedua yaitu, untuk mengetahui pengaruh serbuk sari galur mutan terhadap karakter tongkol galur non mutan. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2015-Februari 2016 di Dusun Areng-areng, Kelurahan Dadaprejo, Junrejo, Batu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada beberapa karakter generasi kedua dan ketiga galur-galur mutan jagung pakan. Selain itu, munculnya kembali karakter warna baru pada kedua galur menunjukkan bahwa mutasi masih dapat terjadi pada generasi selanjutnya. Hasil persilangan antara galur mutan dengan galur non mutannya menunjukkan bahwa polen galur mutan tidak memberi pengaruh secara keseluruhan pada hasil persilangannya. Selain itu, polen galur mutan tidak mempengaruhi munculnya karakter warna baru pada biji jagung.

Kata kunci: Jagung, Galur, Mutasi, Efek Polen

ABSTRACT

Variety in breeding program is necessary especially for superior seed development of corn. One of process used to create variety is mutation. The first aim of study was to evaluate the character changing on the second generation and the third generation of yellow corn (*Zea mays* L.) by mutation. The second was to observe the effect of mutant lines pollen grain normal line character of yellow corn. This research was conducted on November 2015 until February 2016 in Areng-areng, Dadaprejo village, Junrejo, Batu. The result of study showed differences on second generation and third generation of mutant lines character. The appearance of new color character in each mutant lines showed that mutation was possible to be occurred until the next generation. The mutant lines pollen grains had no significant effect to entire crossing result and it did not control the appearance of new color grain character.

Keywords: Corn, Line, Mutation, Pollen Effect

PENDAHULUAN

Jagung adalah salah satu komoditas pangan yang memiliki peran penting dan strategis. Peningkatan permintaan jagung mendorong para pemulia untuk menciptakan kultivar jagung unggul. Untuk menghasilkan tanaman unggul maka diperlukan keragaman genetik yang luas. Hal ini dapat diperoleh melalui mutasi. Mutasi dapat terjadi secara spontan dan melalui induksi. Beberapa kasus menunjukkan sifat yang berhasil ditingkatkan menggunakan teknik mutasi antara lain hasil, waktu pembungaan dan pemasakan, kemampuan adaptasi, tipe tanaman dan pola pertumbuhan, ketahanan terhadap genangan, ketahanan terhadap suhu, kekeringan, salinitas, ketahanan terhadap hama dan penyakit serta kualitas

(Aatsveit *et al*., 1997 dalam Ruswandi *et al*., 2015).

Pada penelitian ini, bahan tanam pertama yang digunakan ialah hasil dari penelitian sebelumnya yaitu oleh Aili (2015) menunjukkan bahwa induksi mutasi berupa perlakuan kolkisin menyebabkan keragaman pada materi awal yaitu benih galur inbrida generasi S6 lalu dilanjutkan oleh Anggraeni (2015), yang juga menunjukkan perbedaan pada beberapa karakter galur inbrida mutan generasi kedua. Dari hasil kedua penelitian tersebut masing-masing muncul biji berkarakter merah muda. Sedangkan bahan tanam kedua yang digunakan ialah benih yang diduga hasil peristiwa mutasi alami berupa perubahan warna biji pada jagung pakan yang semula dari warna kuning penuh menjadi kuning dan putih. Namun perubahan genetik dari masing-masing peristiwa tersebut masih belum dikaji serta apakah perubahan warna yang terjadi merupakan pengaruh dari serbuk sari. Maka dari itu diperlukan penelitian lanjutan dengan tujuan mengevaluasi perubahan karakter warna biji dan beberapa karakter pada generasi kedua dan ketiga galur-galur mutan jagung pakan serta untuk mengetahui pengaruh serbuk sari galur-galur mutan pada pewarisan karakter warna biji galur non mutan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2015-Februari 2016 di Dusun Areng-areng, Kelurahan Dadaprejo, Junrejo, Batu. Benih yang digunakan dalam penelitian terdiri dari galur INF non mutan dengan galur mutannya yaitu INF generasi ketiga (INFM3) serta galur IONAX, yang terdiri dari tiga aksesi yaitu generasi pertama IONAX non mutan, mutan IONAX generasi pertama (IONAX M1) dan mutan IONAX generasi kedua (IONAX M2).

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *single plant* dan metode persilangan yang dilakukan ialah *sibmating* dan *crossing*. Data kualitatif meliputi bentuk ujung daun pertama, warna pangkal batang, warna glum, dan warna biji dianalisis dengan menggunakan pendekatan statistika deskriptif. Data kuantitatif dianalisis menggunakan uji T yang meliputi karakter daya kecambah benih, persentase tanaman yang hidup, tinggi tanaman, umur berbunga jantan, umur berbunga betina dan umur panen, serta karakter tongkol yang meliputi panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah biji per tongkol, bobot biji per tongkol, bobot tongkol, dan jumlah biji per kategori warna. Sedangkan pengamatan hasil pengaruh polen galur mutan pada kontrol (non mutan) hanya dilakukan pada karakter tongkol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Kecambah Benih (%) dan Tanaman yang Hidup (%)

Pada karakter daya kecambah benih diketahui bahwa tanaman mutan memiliki daya kecambah yang lebih rendah dibandingkan tanaman non mutan. Hal ini diduga terjadi karena perkembangan benih yang tidak sempurna akibat adanya perubahan (mutasi) sehingga menurunkan viabilitas benih. Evans dan Kermicle (2001) menyebutkan bahwa perkembangan yang tepat pada biji tidak hanya bergantung pada peran gen dari hasil embrio dan endosperma tetapi juga peran gen-gen maternal. Selain itu, pada galur INFM3 penurunan persentase daya kecambah diduga terjadi akibat masih adanya pengaruh kolkisin. Hal ini juga terjadi pada penilitian yang dilakukan Essel *et al*. (2015) pada kacang tunggak baik pada generasi pertama maupun generasi kedua hasil induksi kolkisin (Tabel 1).

Dilihat dari nilai persentasenya, diketahui bahwa nilai parameter jumlah tanaman yang hidup tidak berbanding lurus dengan persentase daya kecambah benih. Pada galur mutan, kematian banyak terjadi dikarenakan tanaman dalam kondisi albino. Tanaman albino akan segera mengalami kematian setelah cadangan makanan di dalam biji habis, karena tanaman ini tidak mampu melakukan fotosintesis. Pada studi genetik dan letalitas pada tipe mutan kernel jagung yang dilakukan Neuffer dan Sheridan (1980) menunjukkan tampilan (fenotip) meliputi putih, kuning, kuning kehijauan, kerdil, mengkilap, nekrosis,

Tabel 1 Persentase Daya Kecambah dan Tanaman yang Hidup

Perlakuan	Daya kecambah (%)	Tanaman yang hidup (%)
INF non mutan	93.00	92.31
INFM3 merah muda	0.87	58.06
INFM3 tongkol kuning-merah muda	52.43	64.03
INFM3 tongkol kuning penuh	77.08	59.46
IONAX non mutan	95.00	89.47
IONAX kuning M1	58.00	15.15
IONAX kuning M2	92.00	92.31
IONAX putih M2	95.00	9.86

sedikit lemah pada anakan salah satu tipe mutan. Pada galur INFM3 menurunnya kemampuan hidup tanaman juga diduga karena masih adanya pengaruh kolkisin. Menurut Wongpiyasatid *et al*. (2005), kebanyakan kasus menunjukkan bahwa kematian terjadi dikarenakan rendahnya vigor benih untuk mampu mengatasi efek toksik dari kolkisin (Tabel 1).

Bentuk Ujung Daun Pertama, Warna Pangkal Batang, Warna Glum, dan Warna Biji

Pengamatan karakter kualitatif menunjukkan hasil yang berbeda pada tiap galur. Galur INF mutan tidak menunjukkan perbedaan dengan kontrolnya pada karakter bentuk ujung daun pertama, warna pangkal batang, dan warna glum. Sedangkan galur IONAX mutan menunjukkan perbedaan pada karakter bentuk ujung daun, yaitu tajam agak bulat untuk perlakuan IONAX M1 biji kuning dan karakter warna glum pada IONAX M2 biji kuning yang menunjukkan warna hijau. Perubahan pada karakter warna bunga bisa terjadi karena ada kaitannya dengan struktur jalur biosintesis antosianin yang menjadi penghasil pigmen bunga (Wessinger dan Rausher, 2012).

Karakter warna biji pada galur INFM3 menunjukkan perubahan berupa penambahan warna biji yang semula hanya terdapat dua warna yaitu kuning dan merah muda kemudian muncul warna putih. Namun warna putih yang muncul hanya ditemukan pada INFM3 embrio ungu dan INFM3 yang berasal dari tongkol kuning-merah muda. Perubahan warna dapat terjadi karena adanya perubahan pada gen pengatur warna atau karena adanya kesalahan dalam proses pembentukan pigmen. Seperti pada penelitian yang dilakukan Seneviratne dan Wijesundara (2007) yang menunjukkan adanya perubahan pada pola warna bunga *African violets* (*Saintpaulia ionantha*) yang diamati selama tiga generasi setelah perlakuan kolkisin.

Pada galur IONAX diketahui bahwa karakter warna putih pada biji masih diturunkan, namun hanya oleh IONAX mutan generasi kedua. Perubahan warna pada pada biji jagung diduga terjadi karena adanya peristiwa paramutasi. Paramutasi adalah suatu fenomena epigenetik yang berkembang dimana penggabungan dua alel tertentu menghasilkan perubahan yang dapat diwariskan pada ekspresi salah satu alel (Chandler dan Stam, 2004). Gabriel dan Hollick (2015) menyebutkan paramutasi dapat diprediksi, tidak berubah, dan terkadang bersifat dapat balik (*reversible*). Sehingga apabila benih ditanam lagi, maka karakter tanaman memiliki kemungkinan kembali seperti karakter semula.

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diamati sesudah malai muncul dan dilakukan sekali pada akhir masa vegetatif. Hasil pengamatan menunjukkan galur INFM3 mengalami peningkatan dan penurunan rata-rata dibandingkan tanaman kontrol. Sedangkan galur IONAX hanya mengalami peningkatan dibandingkan dengan tanaman kontrol. Beberapa penelitian lain juga menunjukkan hasil sama seperti yang dilakukan Essel *et al*. (2015) terjadi peningkatan tinggi tanaman kacang tunggak hasil induksi kolkisin pada generasi kedua (Tabel 2 dan Tabel 3).

Jurnal Produksi Tanaman, *Jilid X, Nomor X, Juni 2016, hlm. X*

Tabel 2 Rerata Karakter Kuantitatif Galur INF

Karakter	Nilai rerata			
	INF non mutan (kontrol)	INFM3 (m)	INFM3 (km)	INFM3 (k)
Tinggi tanaman (cm)	102.27	103.80 tn	115.40 **	124.40 **
Umur berbunga jantan (HST)	65.00	68.60 **	62.60 tn	63.50 tn
Umur berbunga betina (HST)	66.67	69.53 **	64.20 tn	63.87 tn
Umur panen (HST)	111.60	108.20 tn	108.87 tn	109.00 tn
Panjang tongkol (cm)	13.83	12.71 tn	15.48 **	15.40 **
Diameter tongkol (cm)	3.08	2.96 tn	3.34 **	3.33 **
Bobot tongkol (g)	259.60	266.40 tn	278.40 tn	292.27 **
Bobot biji per tongkol (g)	70.27	54.80 tn	82.33 *	79.20 *
Jumlah biji per tongkol	84.40	70.47 tn	96.93 *	94.47 *

Keterangan: (**) = sangat nyata, (*) = nyata, (tn) = tidak nyata; INFM3 (m): INFM3 biji merah muda
INFM3 (km): INFM3 biji kuning (tongkol kuning-merah muda).
INFM3 (k): INFM3 biji kuning (tongkol kuning penuh).

Tabel 3 Rerata Karakter Kuantitatif Galur IONAX

Karakter	Nilai rerata			
	IONAX non mutan (kontrol)	IONAX M1 kuning	IONAX M2 kuning	IONAX M2 putih
Tinggi tanaman (cm)	117.50	100.00 tn	116.00 tn	137.50 tn
Umur berbunga jantan (HST)	60.50	58.00 tn	54.50 tn	57.00 tn
Umur berbunga betina (HST)	60.00	59.50 tn	55.50 tn	59.00 tn
Umur panen (HST)	100.00	99.50 tn	95.00 tn	104.00 *
Panjang tongkol (cm)	20.05	15.90 tn	14.25 tn	17.40 tn
Diameter tongkol (cm)	3.14	2.71 tn	2.94 tn	3.28 tn
Bobot tongkol (g)	244.50	180.00 tn	269.50 tn	300.50 tn
Bobot biji per tongkol (g)	55.00	44.50 tn	65.00 tn	71.50 tn
Jumlah biji per tongkol	132.00	74.00 tn	84.50 tn	91.50 tn

Keterangan: (*) = nyata, (tn) = tidak nyata.

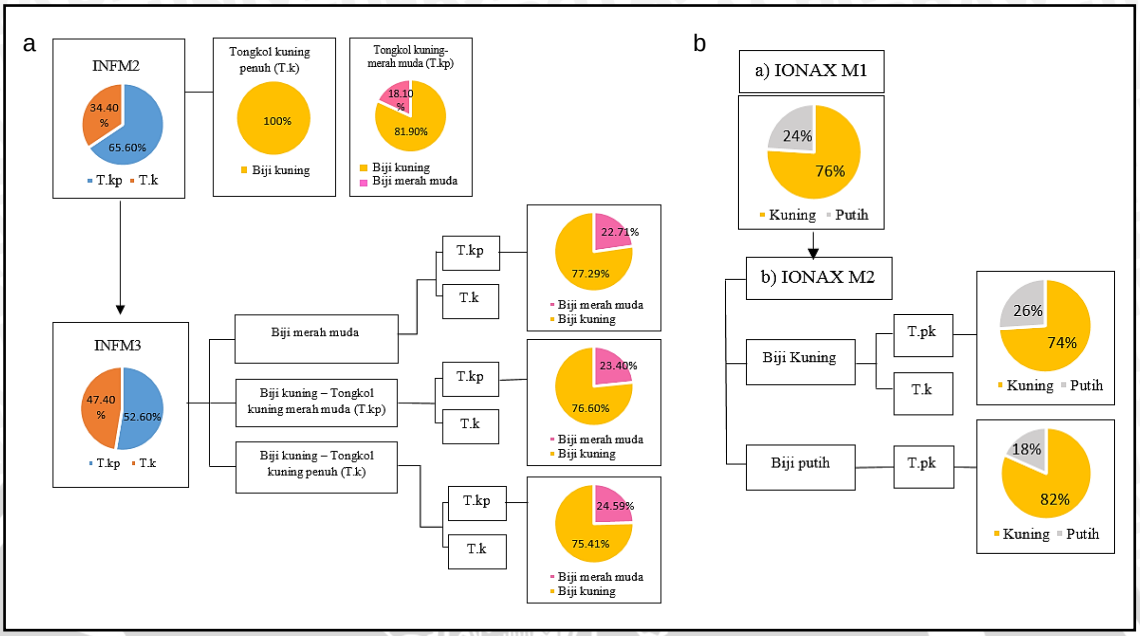
Umur Berbunga dan Umur Panen

Karakter umur berbunga masing-masing perlakuan pada kedua galur menunjukkan hasil yang bervariasi. Terjadi peningkatan rata-rata umur berbunga kecuali galur INFM3 tongkol kuning-merah muda. Sedangkan pada galur IONAX peningkatan rata-rata umur berbunga betina hanya terjadi pada IONAX M2 putih.

Hasil pengamatan umur panen menunjukkan pada INFM3, kemunduran umur berbunga tidak berbanding lurus dengan umur panen. Dilihat dari reratanya, maka umur panen tanaman INF non mutan lebih panjang dari semua perlakuan galur INFM3. Sedangkan mutan IONAX memiliki umur panen lebih lama dari pada kontrolnya. Menurut Dhakhanamoorthy *et al*. (2010), kejadian seperti awalnya pembungaan dan pemasakan buah mungkin diakibatkan adanya perubahan fisiologi pada tanaman oleh suatu mutagen (Tabel 2 dan Tabel 3).

Komponen Hasil

Pada parameter komponen hasil, yaitu panjang tongkol, diameter tongkol, bobot tongkol, bobot biji per tongkol, dan jumlah biji per tongkol menunjukkan hasil yang berbeda-beda antar perlakuan (Tabel 2 dan Tabel 3). Ada beberapa tanaman mutan yang memiliki nilai rerata lebih tinggi dari tanaman kontrol pada karakter tersebut. Perbedaan ini dapat dijadikan sebagai bahan seleksi untuk mendapatkan karakter yang diinginkan. Beberapa kasus menunjukkan bahwa karakter hasil sering menjadi hal yang diutamakan karena berkaitan dengan hasil dari produksi tanaman. Namun karena hasil mutasi yang



Gambar 1 Karakter Warna

Keterangan: a) Perbandingan antara tongkol kuning penuh (T.k) dengan tongkol kuning merah muda (T.kp) beserta persentase perbandingan warna biji pada galur INF; b) Persentase perbandingan warna biji kuning dan putih pada galur IONAX

terjadi tidak selalu tampak secara langsung, maka seleksi perlu dilakukan. Hal ini dikarenakan perubahan yang terjadi pada genotip alel ialah secara acak. Sehingga dalam seleksi alel yang diinginkan, pencarian tidak hanya dilakukan sekali tetapi juga pada generasi-generasi berikutnya (X1, X2, dan seterusnya) (Welsh, 1991).

Pengaruh Polen pada Karakter Kualitatif dan Kuantitatif Tongkol

Pengaruh polen atau dikenal sebagai efek xenia salah satunya dapat diketahui dari karakter warna biji. Hasil persilangan antara galur mutan dengan non mutan menunjukkan tidak adanya pengaruh serbuk sari galur mutan terhadap perubahan warna biji karena warna yang muncul hanya kuning (Tabel 4). Kejadian ini dapat berhubungan dengan kejadian dominansi sifat. Menurut Hariyanti (2014), ketika terjadi dominasi antara gen-gen pengendali warna dominan, maka kemungkinan hanya salah satu gen dominan saja yang mendominasi dan memunculkan ekspresi warna. Hal ini sama dengan pendapat Crowder (1997) yang menyatakan dominasi suatu sifat dipengaruhi oleh lingkungan, genetik, fisiologi, dan faktor lainnya, sehingga ketika suatu alel bersifat dominan, maka akan menutupi ekspresi sifat lainnya.

Pada pengamatan karakter tongkol seperti panjang tongkol, diameter tongkol, berat tongkol, berat biji, dan jumlah biji, memberikan hasil yang berbeda pada persilangan masing-masing galur. Berdasarkan penampilannya, diketahui bahwa hasil persilangan pada masing-masing galur memiliki nilai rerata lebih rendah dari hasil sibmating kecuali pada diameter hasil persilangan IONAX (Tabel 5). Mizrahi *et al*. (2004) mengungkapkan bahwa pengaruh polen tidak selalu muncul dalam menghasilkan perubahan yang positif pada beberapa karakter tanaman. Namun pada penelitian lain menunjukkan efek positif pada karakter panjang tongkol, diameter tongkol, berat tongkol, jumlah biji, dan berat biji per tanaman yang diduga akibat adanya perbedaan jumlah polen yang dihasilkan (Wijaya *et al*., 2007). Ukuran tongkol sering diperhatikan karena

Tabel 4 Persentase Warna Biji Hasil Persilangan antara Galur Non Mutan dengan Galur Mutan

Tetua			Warna biji (%)		
♀	X	♂	Kuning	Merah muda	Kuning embrio ungu
INF	X	INF	100	0	0
INF	X	INFM3 biji kuning (tongkol kuning-merah muda)	100	0	0
INF	X	INFM3 biji kuning (tongkol kuning penuh)	100	0	0
			Kuning	Putih	Krem
IONAX	X	IONAX	100	0	0
IONAX	X	IONAX M1 biji kuning	100	0	0
IONAX	X	IONAX M2 biji kuning	100	0	0

Tabel 5 Uji T (0.05) Panjang Tongkol, Diameter Tongkol, Berat Tongkol, Berat Biji dan Jumlah Biji

Sib	vs	Cross	Panjang tongkol	Diameter tongkol	Berat tongkol	Berat biji	Jumlah biji
INF	vs	INF x INFM3 tongkol kuning-merah muda	0.36 tn	-1.65 tn	1.34 tn	0.59 tn	4.11 *
INF	vs	INF x INFM3 tongkol kuning penuh	6.06 *	-0.54 tn	6.04 *	5.91 *	4.71 *
IONAX	vs	IONAX x IONAX M1 kuning	0.47 tn	-0.54 tn	1.17 tn	-0.37 tn	0.38 tn
IONAX	vs	IONAX x IONAX M2 kuning	1.22 tn	-0.74 tn	2.54 tn	1.99 tn	3.92 *

Keterangan: (*) = nyata, (tn) = tidak nyata.

ini menjadi salah satu parameter kualitas tongkol yang dapat mempengaruhi hasil produksi tanaman. Namun pada dasarnya proses pertumbuhan dan perkembangan buah tidak hanya dipengaruhi oleh polen yang menyerbuki tetapi juga lingkungan. Adanya tekanan lingkungan juga dapat mengurangi pemasokan hasil asimilasi dan jumlah biji (Gardner *et al*., 1991).

Peristiwa xenia terjadi karena adanya pengaruh gamet jantan pada embrio dan endosperma. Hal ini merupakan konsekuensi langsung dari pembuahan berganda yang hanya melibatkan pembentukan dan karakter biji (Wardhani *et al*., 2014). Pada pembuahan ganda dihasilkan pembentukan jaringan endosperma yang terbagi atas pewarisan paternal dan maternal. Dari pernyataan tersebut maka dapat dijelaskan bahwa selain adanya pengaruh polen, karakter yang muncul pada tanaman juga dapat dipengaruhi oleh tetua betina.

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan pada beberapa karakter galur mutan jagung pakan generasi kedua dan ketiga dengan tanaman kontrol. Munculnya kembali karakter warna baru pada kedua galur mutan menunjukkan bahwa proses mutasi masih berlangsung pada generasi selanjutnya. Hasil persilangan antara tanaman mutan dengan non mutan menunjukkan bahwa polen galur mutan tidak memberikan pengaruh nyata secara keseluruhan pada karakter tongkol dan tidak mempengaruhi munculnya karakter baru pada warna biji.

DAFTAR PUSTAKA

Aili, E.N., Respatijarti, dan A.N. Sugiharto. 2015. Pengaruh Pemberian Kolkisin terhadap Penampilan Fenotip Galur Inbrida Jagung Pakan/*Yellow Corn* (*Zea mays* L.) pada Fase Pertumbuhan Vegetatif. *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(5):1-9.

Anggraeni, M., Damanhuri, dan A.N. Sugiharto. 2015. Keragaan Beberapa Genotip Jagung Pakan/*Yellow Corn* (*Zea mays* L.) Mutan Kolkisin Generasi M2. *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(7):1-7.

Chandler, V.L. and M. Stam. 2004. Chromatin Conversations: Mechanisms and Implications of Paramutation. *Nature Reviews Genetics.* 5(7):532-544.

Crowder, L.V. 1997. Genetika Tumbuhan. Gadjah Mada University Press.

Dhakhanamoorthy, D., Selvaraj, R. and Chidambaram A. 2010. Physical and Chemical Mutagenesis in *Jatropha curcas* L. to Induce Variability in Seed Germination, Growth and Yield Traits. *Journal of Plant Biology*. 55(2):113-125.

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.

Evans M.M.S. and J.L. Kermicle. 2001. Interaction between Maternal Effect and Zygotic Effect Mutations during Maize Seed Development. *Genetics*. 159(1):303–315.

Gabriel, J.M. and J.B. Hollick. 2015. Paramutation in Maize and Related Behaviors in Metazoans. *Seminars in Cell & Developmental Biology*. 44(2015):11–21.

Gardner, F.P., Mitchel, R.L., and Pearce, R.B. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Universitas Indonesia. Jakarta.

Hariyanti, I.D. 2014. Efek Xenia Pada Beberapa Persilangan Jagung Manis (*Zea mays* L. Saccharata) Terhadap Karakter Biji. Skripsi. Jurusan Budidaya Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.

Mizrahi, Y., J. Mouyal, A. Nerd, and Y. Sitrit. 2004. Metaxenia in the Vine Cacti *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicereus* spp. *Annals of Botany*. 93(4):469-472.

Neuffer, M.G. and W.F. Sheridan. 1980. Defective Kernel Mutants of Maize I. Genetic and Lethality Studies. *Genetics*. 95(4):923-944.

Ruswandi, D., J. Supriatna, A.T. Makkulawu, B. Waluyo, H. Marta, E. Suryadi, and S. Ruswandi. 2015. Determination of Combining Ability and Heterosis of Grain Yield Components for Maize Mutants Based on Line x Tester Analysis. *Asian Journal of Crop Science*. 7(1):19-33.

Seneviratne, K.A.C.N. and D.S.A. Wijesundara. 2007. First African Violets (*Saipaulia ionantha* H. Wendl) with a Changing Colour Pattern Induced by Mutation. *American Journal of Plant Physiology*. 2(3):233-236.

Wardhani, R.K., S.L. Purnamaningsih, dan A. Soegianto. 2014. Efek Xenia Pada Persilangan Beberapa Genotip Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(4):347-353.

Welsh, J.R. 1991. Dasar-dasar Genetika dan Pemuliaan Tanaman. Erlangga. Jakarta.

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.

Wijaya, A., R. Fasti, dan F. Zulvica. 2007. Efek Xenia pada Persilangan Jagung Surya dengan Jagung Srikandi Putih Terhadap Karakter Biji Jagung. *Jurnal Akta Agrosia*. (2)(2007):199-203.

Wongpiyasatid, A., P. Hormchan, K. Chusreeaeom, and N. Ratanadilok. 2005. Stomatal Size, Stomatal Frequency and Pollen Grain Diameter as Indirect Method for Identification of

Ploidy Levels in Cotton. *Kasetsart Journal*. 39(4):552-559.

Dosen Pembimbing

Ir. Arifin Noor Sugiharto, M.Sc., Ph.D
NIP. 19620417 198701 1 002