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

Oleh HANA RIZQININGTYAS



UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS PERTANIAN MALANG

2016



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

OLEH:

HANA RIZQININGTYAS 125040200111099

MINAT BUDIDAYA PERTANIAN PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI

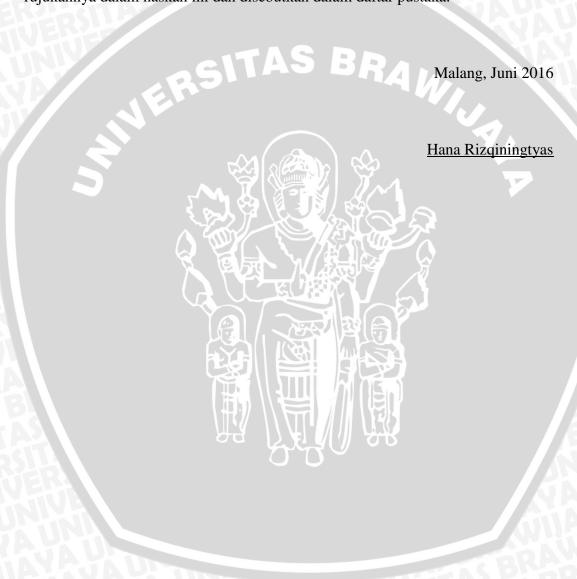
SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MINAT BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
2016

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Penelitian : EVALUASI GENETIK GALUR-GALUR MUTAN

GENERASI KEDUA DAN KETIGA JAGUNG

PAKAN/YELLOW CORN (Zea mays L.)

Nama Mahasiswa : Hana Rizqingtyas NIM 125040200111099 Budidaya Pertanian Jurusan Program Studi Agroekoteknologi

Disetujui,

BRAWINAL Pembimbing Utama

Ir. Arifin Noor Sugiharto. M.Sc., Ph.D NIP. 19620417 198701 1002

Diketahui,

Ketua Jurusan

Dr. Ir. Nurul Aini, MS NIP. 196010121986012001

Tanggal Persetujuan



LEMBAR PENGESAHAN

MENGESAHKAN MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Prof. Ir. Sumeru Ashari, M.Agr.Sc. Ph.D. NIP. 19560219 198203 1 002

Ir. Arifin Noor Sugiharto. M.Sc., Ph.D NIP. 19620417 198701 1002

Penguji III

Dr. Ir. Nurul Aini, MS NIP. 196010121986012001

Tanggal Lulus:



RINGKASAN

Hana Rizqiningtyas. 125040200111099. Evaluasi Genetik Galur-galur Mutan Generasi Kedua dan Ketiga Jagung Pakan/Yellow Corn (Zea mays L.). Di bawah bimbingan Ir. Arifin Noor Sugiharto, M.sc., Ph.D.

Jagung ialah salah satu komoditas yang memiliki peran penting dan strategis menyebabkan permintaan jagung semakin lama meningkat. Namun kendala yang ada saat ini ialah tingginya permintaan pasar belum diimbangi dengan produktivitas jagung. Sehingga banyak program pemuliaan tanaman yang dilakukan untuk menghasilkan kultivar jagung yang unggul, salah satunya melalui proses mutasi. Mutasi dapat terjadi secara alami atau melalui induksi (buatan). Contoh kasus yang diduga sebagai peristiwa mutasi yaitu pada hasil penanaman jagung pakan secara ear to row di CV. Blue Akari yang menunjukkan adanya perubahan warna biji pada tongkol dari warna kuning penuh menjadi kuning dan putih. Sedangkan contoh mutasi buatan dapat dilakukan dengan memberikan mutagen, misalnya kolkisin. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Aili pada tahun 2015 dan dilanjutkan oleh Anggraeni pada tahun yang sama menunjukkan bahwa perlakuan kolkisin menyebabkan keragaman pada galur inbrida serta munculnya biji berkarakter warna merah muda. Pada tanaman menyerbuk silang seperti pada jagung, perbedaan karakter pada biji diasumsikan sebagai perbedaan genetik. Selain itu, dari peristiwa tersebut belum diketahui apakah terdapat efek yang dibawa oleh polen atau yang lebih dikenal dengan efek xenia. Tujuan dari penelitian ini ialah: 1) Untuk mengevaluasi perubahan karakter warna biji dan beberapa karakter pada generasi kedua dan ketiga galur - galur mutan jagung pakan dan 2) Untuk mengetahui pengaruh serbuk sari galur mutan terhadap karakter tongkol galur non mutan. Hipotesis yang diajukan ialah: 1) Terdapat perbedaan karakter warna biji dan karakter tongkol pada galur-galur mutan jagung pakan dan 2) Diduga serbuk sari galur mutan memberikan pengaruh pada karakter tongkol hasil persilangan dengan galur non mutan.

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2015-Februari 2016 di Dusun Areng-areng, Kelurahan Dadaprejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu. Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain cangkul, tugal, meteran, timbangan, gunting, jangka sorong, penggaris, label, kertas Samson, stapler, kamera, dan alat tulis. Bahan yang digunakan ialah kompos, pupuk NPK 100 kg ha⁻¹, pupuk ZA 150 kg ha⁻¹, dan pestisida dengan jumlah yang diberikan sesuai dengan dosis rekomendasi. Sedangkan bahan tanam yang digunakan ialah dua galur jagung yang terdiri satu galur mutan buatan yaitu INF generasi ketiga (INFM3) beserta non mutannya, dan kedua adalah galur mutan alami yaitu IONAX yang terdiri dari tiga aksesi yaitu IONAX non mutan, mutan IONAX generasi pertama (IONAX M1) dan mutan IONAX generasi kedua (IONAX M2). Penelitian menggunakan metode single plant. Karakter kualitatif yang diamati meliputi warna pangkal batang, bentuk daun pertama warna glum, dan warna biji. Sedangkan karakter kuantitatif meliputi daya kecambah benih, persentase tanaman yang bertahan hidup, tinggi tanaman, umur berbunga jantan, umur berbunga betina, umur panen, panjang tongkol, diameter tongkol, bobot tongkol, jumlah biji per tongkol, bobot biji per tongkol, dan jumlah biji per kategori warna. Analisis data kualitatif menggunakan pendekatan statistika deskriptif sedangkan data kuantitatif dianalisis menggunakan uji beda nilai tengah (uji T) pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil pengamatan pada kedua galur mutan menunjukkan perbedaan dengan tanaman kontrol pada beberapa karakter. Pada karakter kualitatif perbedaan yang paling tampak yaitu pada karakter warna biji. Hasil pengamatan daya kecambah benih menunjukkan bahwa tanaman mutan memiliki nilai persentase lebih rendah dibandingkan tanaman non mutan. Sedangkan pada parameter tanaman yang hidup diketahui bahwa pada beberapa perlakuan persentase daya kecambah benih tidak berbanding lurus dengan persentase tanaman yang hidup. Tanaman mutan INFM3 menunjukkan perbedaan dengan tanaman kontrol pada karakter tinggi tanaman, umur berbunga jantan, umur berbunga betina, panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah biji per tongkol, bobot biji per tongkol, dan bobot tongkol. Sedangkan tanaman mutan IONAX hanya menunjukkan perbedaan pada karakter umur panen. Pada hasil persilangan antara tanaman non mutan dengan mutan, diketahui bahwa polen tanaman mutan baik pada galur INF maupun IONAX tidak memberikan pengaruh nyata secara keseluruhan pada hasil persilangan. Selain itu, hasil persilangan masing-masing galur mutan dengan non mutan menunjukkan bahwa karakter warna baru yang muncul tidak dipengaruhi oleh polen jantan.



SUMMARY

Hana Rizqiningtyas. 125040200111099. Genetic Evaluation on Second Generation and Third Generation of Yellow Corn (Zea mays L.) Mutant Lines. Supervised by Ir. Arifin Noor Sugiharto, M.sc., Ph.D.

Corn is one of the commodities that have an important and strategic role that lead to the demand of the corn is progressively increasing. However, the constraint occurs today is the market demand has not been matched by productivity of maize. So, many plant breeding programs are conducted to produce superior corn cultivars, one of them is the mutation. Mutations can occur naturally or by induction (artificial). For instance, the cases considered as the mutation events are the results of feed corn planting in ear to row in the CV. Blue Akari which show the change in color of the seed on the cob from full yellow color to yellow and white. While, the examples of artificial mutation can be done by giving mutagens such as colchicine. The results of research conducted by Aili in 2015 and followed by Anggraeni at the same year showed that colchicine treatment led to the diversity of inbred lines as well as the existence of pink seeds. In cross-pollinated crops such as corn, the character differences in grain are assumed to be the genetic differences. Besides, it cannot be known from that phenomenon whether there is an effect brought by the pollen or it is well-known as a xenia effect. The objectives or this research are: 1) To evaluate the seeds' colour character change and some characters in second and third mutant strains of corn feed and 2) To determine the influence of pollen mutant strains toward the non-mutant strains cob character. The hypothesis were: 1) There was seed's colour character difference in the mutant strains of corn feed and 2) It was assumed that mutant strains pollens gave influences toward the cob character which was the result of pollination with non-mutant strains.

This research was conducted on November 2015 – February 2016 in Arengareng – Dadaprejo – Junrejo – Batu City. The tools used in this research were hoes, drill, tape measure, scales, scissors, calipers, ruler, label, Samson paper, stapler, cameras, and stationery. The used materials were compost, fertilizer NPK 100 kg ha-1, ZA 150 kg ha-1, and pesticides with the amount given in accordance with the recommended dosage. While, planting materials used were two strains of corn consisted of one artificial mutant strain namely INF third generation (INFM3) and nonmutant, and both were natural mutant strains which was IONAX consisting of three accessions that were non-mutant IONAX, first generation IONAX mutant (IONAX M1) and second generation IONAX mutant (IONAX M2). This research used single plant method. The qualitative character observed were stem colour, glum coloured-first leaf, and the colour of the seeds. Whereas, the quantitative characters included the germination of seeds, the percentage of plants that survived, plant height, days of flowering males, date of flowering females, harvesting age, cob length, cob diameter, corncob, number of grains per ear, grain weight per ear, and the number of seeds per colour category. The qualitative data analysis used descriptive statistical approach, while quantitative data was analyzed by using different test middle value (T test) at 5% level.

Based on observations on both mutant strains showed differences from control plants on some characters. In qualitative character the most visible difference was the color seeds character. The observations result of germination showed that the mutant plants had lower percentage than non-mutant plants. While the parameter of living plants was known that at some percentage of germination of seed treatment was not directly proportional to the percentage of living plants. INFM3 mutant plants showed difference from control plants on plant height, days to flowering male, female flowering dates, cob length, cob diameter, number of grains per ear, grain weight per ear, and corncob. On the other hand, IONAX mutant plants showed only a difference in the character of harvesting. The result of crossing between a non-mutant plant with a mutant displayed that pollen mutant plants neither in strain INF nor IONAX gave significant effect on the overall result of crossing. Besides, the crossing result of each mutant strain with non-mutant showed that the new colour character was not influenced by the male pollens.



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah yang dilimpahkan-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Evaluasi Genetik Galur-galur Mutan Generasi Kedua dan Ketiga Jagung Pakan/Yellow Corn (Zea mays L.)". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada Ir. Arifin Noor Sugiharto. M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan dengan penuh kesabaran selama proses penyelesaian skripsi. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Prof. Ir. Sumeru Ashari, M.Agr.Sc., Ph.D selaku dosen pembahas yang turut dalam penyempurnaan skripsi. Serta terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat untuk penulisan selanjutnya. Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam penulisan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan di masa mendatang.

Malang, Juni 2016

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jombang pada tanggal 19 Februari 1995 sebagai putri ketiga dari tiga bersaudara dari Bapak Marsudi dan Ibu Khusnul Khotimah.

Penulis menempuh pendidikan taman kanak-kanak di RA. Perwanidha pada tahun 1999 sampai 2000, kemudian menempuh sekolah dasar di MI Sunan Kalijogo pada tahun 2000 sampai 2006, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 1 Mojoagung pada tahun 2006 sampai dengan 2009. Pada tahun 2009 sampai 2012 penulis melanjutkan studi di SMA Negeri Mojoagung, Kab. Jombang. Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata Satu (S-1) Program Studi Agroekoteknologi Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang melalui jalur SNMPTN tulis.

Selama menjadi mahasiswa pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Hama dan Penyakit Penting Tumbuhan. Penulis pernah menjadi pengurus organisasi CADS (*Center for Agriculture Development Studies*) dengan jabatan sebagai Wakil Sekretaris Eksekutif (2013-2014) dan sebagai Sekretaris Eksekutif (2014-2015), menjadi anggota kepanitian pada kegiatan POSTER (Program Orientasi Terpadu) tingkat fakultas tahun 2013, kegiatan PEMILWA (Pemilihan Wakil Mahasiswa) tingkat fakultas tahun 2013 dan beberapa kepanitiaan dalam organisasi CADS.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	
RIWAYAT HIDUP	
DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR LAMPIRAN	X
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.2 Tujuan	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanaman Jagung	4
2.2 Pemuliaan Tanaman Jagung	5
2.3 Mutasi	
2.4 Efek Xenia	8
3. BAHAN DAN METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Metode Penelitian	11
3.4 Pelaksanaan Penelitian	11
3.5 Parameter Pengamatan	14
3.6 Analisis Data	15
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil	17
4.1.1 Uji Perkecambahan dan Kemampuan Hidup Tanaman	17
4.1.2 Karakter Kualitatif	17
4.1.3 Karakter Kuantitatif	20
4.1.4 Pengaruh Polen pada Karakter Kualitatif dan Kuantitatif Tongkol	33
4.2 Pembahasan	
4.2.1 Uji Perkecambahan dan Kemampuan Hidup Tanaman	35
4.2.2 Karakter Kualitatif	
4.2.3 Karakter Kuantitatif	39
4.2.4 Pengaruh Polen pada Karakter Kualitatif dan Kuantitatif Tongkol	42
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	
DAFTAR PUSTAKA	







DAFTAR TABEL

Nomor	Halar	nan
	Teks	
Tabel 1.	Persentase daya kecambah dan tanaman yang hidup	. 17
Tabel 2.	Perbandingan karakter kualitatif galur INF	. 19
Tabel 3.	Perbandingan karakter kualitatif galur IONAX	. 19
Tabel 4.	Rerata karakter tanaman INFM3 biji merah muda	. 20
Tabel 5.	Rerata karakter tanaman INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah	
	muda	. 21
Tabel 6.	Rerata karakter tanaman INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	. 21
Tabel 7.	Rerata karakter tanaman INFM3 biji merah muda VS INFM3 biji	
	kuning tongkol kuning-merah muda	. 22
Tabel 8.	Rerata karakter tanaman INFM3 biji merah muda VS INFM3 biji	
	kuning tongkol kuning penuh	. 22
Tabel 9.	Rerata karakter tanaman INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah	
	muda VS INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	. 23
Tabel 10	. Rerata karakter tanaman IONAX M1 biji kuning	. 23
Tabel 11	. Rerata karakter tanaman IONAX M2 biji kuning	. 24
Tabel 12	. Rerata karakter tanaman IONAX M2 biji putih	. 24
	. Rerata jumlah biji per kategori warna galur INF	
	. Rerata jumlah biji per kategori warna galur IONAX	
Tabel 15	. Persentase warna biji hasil persilangan antara galur non mutan dengar	
Tobal 16	galur mutan	. 33
raber 10.	. Hasil uji T (0.05) panjang tongkol, diameter tongkol, berat tongkol, berat biji, dan jumlah biji	34
	orac orgi, dan jamun orgi	. Э г



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Teks	
Gambar 1. Pengelompokan warna biji galur mutan INF	11
Gambar 2. Pengelompokan warna biji galur mutan IONAX	11
Gambar 3. Bentuk daun pertama	14
Gambar 4. Bentuk ujung daun	
Gambar 5. Warna pangkal batang ungu	18
Gambar 6. Warna glum	
Gambar 7. Persentase perbandingan warna biji kuning dan putih	25
Gambar 8. Perbandingan antara tongkol kuning penuh (T.k) dengan	tongkol
kuning merah muda (T.kp) dan persentase perbandingan	warna biji
pada T.kp	26
Gambar 9. Histogram tinggi tanaman	26
Gambar 10. Histogram umur berbunga betina	27
Gambar 11. Histogram umur berbunga jantan	
Gambar 12. Histogram umur panen	29
Gambar 13. Histogram panjang tongkol	29
Gambar 14. Histogram diameter tongkol	30
Gambar 15. Histogram bobot tongkol	31
Gambar 16. Histogram bobot biji per tongkol	32
Gambar 17. Histogram jumlah biji per tongkol	32
Gambar 18. Penampilan tanaman normal dan albino galur INFM3	36
Gambar 19. Penampilan tanaman normal dan albino galur IONAX	37
Gambar 20. Hasil pengamatan warna biji galur INFM3	
Gambar 21. Hasil pengamatan warna biji galur IONAX	39
Gambar 22. Hasil persilangan antara galur non mutan dengan mutan	42

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
	Teks	
Lampiran 1.	Denah percobaan	49
Lampiran 2.	Bentuk daum pertama	50
Lampiran 3.	Warna pangkal batang	51
	Warna glum	
Lampiran 5.	Penampilan tongkol	53
Lampiran 6.	Tabel uji T tinggi tanaman galur INF	
Lampiran 7.	Tabel uji T tinggi tanaman galur IONAX	55
	Tabel uji T umur berbunga betina galur INF	
	Tabel uji T umur berbunga betina galur IONAX	
	Tabel uji T umur berbunga jantan galur INF	
	Tabel uji T umur berbunga jantan galur IONAX	
Lampiran 12.	Tabel uji T umur panen galur INF	58
Lampiran 13.	Tabel uji T umur panen galur IONAX	58
	Tabel uji T panjang tongkol galur INF	
	Tabel uji T panjang tongkol galur IONAX	
	Tabel uji T diameter tongkol galur INF	
Lampiran 17.	Tabel uji T diameter tongkol galur IONAX	60
Lampiran 18.	Tabel uji T berat tongkol galur INF	61
Lampiran 19.	Tabel uji T berat tongkol galur IONAX	61
	Tabel uji T berat biji galur INF	
	Tabel uji T berat biji galur IONAX	
Lampiran 22.	Tabel uji T jumlah biji galur INF	63
Lampiran 23.	Tabel uji T jumlah biji galur IONAX	63
Lampiran 24.	Tabel uji T karakter panjang tongkol	64
_	Tabel uji T karakter diameter tongkol	
Lampiran 26.	Tabel uji T karakter berat tongkol	65
Lampiran 27.	Tabel uji T karakter berat biji	65
Lampiran 28.	Tabel uji T karakter jumlah biji	65
	89 7 1 1 88	
	00	

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung (*Zea mays* L.) ialah salah satu komoditas pangan yang memiliki peran penting dan strategis. Manfaat jagung tidak hanya terbatas untuk bahan pangan utama saja akan tetapi sudah banyak juga digunakan sebagai bahan baku industri pakan ternak terutama unggas, minyak jagung, dan bahkan saat ini mulai digunakan sebagai bahan bakar alternatif (*biofuel*). Adanya multifungsi komoditas jagung seperti yang telah disebutkan, maka jagung mempunyai prospek yang sangat baik untuk dikembangkan.

Permintaan jagung pakan saat ini terus meningkat seiring dengan berkembangnya industri pabrik pakan yang terus tumbuh dengan pesat dengan ratarata pertumbuhan 10% per tahun. Hal ini dikarenakan saat ini 51% bahan baku pakan ternak unggas berasal dari jagung. Pada tahun 2014 total kebutuhan jagung untuk bahan baku industri pabrik pakan sebesar 7,5 juta ton. Sehingga dapat diperkirakan bahwa dalam lima tahun ke depan kebutuhan jagung untuk industri pakan ternak saja akan mencapai dua kali lipat dari sekarang yaitu sekitar 15 juta ton (Anonimus, 2015). Kendala yang ada yaitu produksi jagung nasional belum bisa mencukupi permintaan pasar sehingga perlu dilakukan upaya peningkatan produktivitas jagung. Tahun 2013 impor jagung untuk industri pakan telah mencapai 3,0 juta ton atau meningkat 1,7 juta ton dibandingkan pada tahun 2012. Sedangkan pada tahun 2014, impor jagung diperkirakan mencapai 3,6 juta ton atau mengisi sekitar 50% kebutuhan jagung untuk industri pakan ternak nasional. Adapun hal yang menghambat produktivitas tanaman jagung diantaranya adalah adanya pengaruh dari faktor genetik maupun lingkungan.

Beberapa rangkaian program pemuliaan tanaman telah dilakukan untuk mendapatkan kultivar unggul sebagai bentuk usaha dalam meningkatkan produktivitas jagung. Salah satu langkah dalam kegiatan pemuliaan tanaman untuk mendapatkan varietas baru ialah dengan cara perluasan keragaman genetik. Hal tersebut dapat diperoleh melalui mutasi terinduksi baik secara kimia maupun secara fisik. Berdasarkan kejadiannya, mutasi dapat terjadi secara spontan (*spontaneous mutation*) dan juga dapat terjadi melalui induksi (*induced mutation*). Mutasi spontan diartikan sebagai mutasi yang terjadi tanpa adanya campur tangan manusia

yaitu terjadi secara alami. Sebaliknya mutasi terinduksi adalah mutasi yang sengaja dibuat atau dapat dikatakan sebagai hasil dari aplikasi agen mutagenik pada sel, jaringan, atau organisme (Harten, 1998). Mutasi terjadi karena adanya perubahan materi genetik pada tingkat genom, kromosom dan DNA atau gen sehingga menyebabkan terjadinya keragaman genetik. Beberapa 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).

Contoh kasus yang diduga sebagai peristiwa mutasi yaitu pada hasil penanaman jagung pakan secara *ear to row* di CV. Blue Akari yang menunjukkan adanya perubahan warna biji pada tongkol dari warna kuning penuh menjadi kuning dan putih. Namun faktor yang mempengaruhi terjadinya peristiwa tersebut belum diketahui secara pasti.

Hasil penelitian sebelumnya pada jagung pakan yang dilakukan oleh Aili (2015) menunjukkan bahwa induksi mutasi berupa perlakuan kolkisin menyebabkan keragaman pada materi awal yaitu benih galur inbrida generasi S6. Perlakuan kolkisin memberikan pengaruh yang nyata pada jumlah tanaman yang tumbuh, tinggi tanaman, lingkar batang, jumlah daun, jumlah stomata, panjang stomata, lebar stomata, umur berbunga jantan, umur berbunga betina dan warna daun. Kemudian pada penelitian lanjutan yang dilakukan Anggraeni (2015) juga menunjukkan perbedaan pada beberapa karakter galur inbrida mutan generasi kedua. Dari hasil kedua penelitian tersebut masing-masing muncul biji berkarakter warna merah muda.

Pada tanaman menyerbuk silang seperti pada jagung, perbedaan karakter pada biji diasumsikan sebagai perbedaan genetik. Namun dari kedua contoh peristiwa tersebut belum dilakukan pengamatan pada genetik dari karakter tersebut. Selain itu adanya pengaruh yang disebabkan oleh serbuk sari (polen) juga masih belum diketahui. Karena seperti yang kita ketahui pada jagung terdapat fenomena yang terjadi sebagai efek langsung polen pada jaringan biji non-maternal, atau yang dikenal sebagai efek xenia. Pada biji jagung, setengah dari genom embrio dan satu

dari ketiga genom endosperma berasal dari polen. Sehingga dapat diartikan bahwa semua sifat yang berhubungan dengan embrio dan endosperma berpotensi diubah oleh polen (Bozinovic et al., 2015). Dari beberapa uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mempelajari genetik serta faktor yang mempengaruhi pewarisan karakter pada galur-galur mutan jagung pakan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi guna pengembangan jagung mutan selanjutnya.

1.2 Tujuan

- Untuk mengevaluasi perubahan karakter warna biji dan beberapa karakter pada generasi kedua dan ketiga galur - galur mutan jagung pakan
- Untuk mengetahui pengaruh serbuk sari galur mutan terhadap karakter tongkol galur non mutan

1.3 Hipotesis

- Terdapat perbedaan karakter warna biji dan karakter pada galur galur mutan jagung pakan
- Diduga serbuk sari galur mutan memberikan pengaruh pada karakter tongkol hasil persilangan dengan galur non mutan

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jagung

Tanaman jagung ialah tanaman dari famili rumput-rumputan. Jagung atau Zea mays L. pada umumnya biasa disebut dengan jagung lokal, jagung biasa, atau jagung pakan. Penamaan ini berkaitan dengan macam-macam pemanfaatan jagung. Penggunaan produk jagung yang utama digunakan sebagai pakan ternak, bahan makanan olahan dan bioethanol. Beberapa wilayah di Indonesia, dan beberapa negara lain menggunakan jagung sebagai bahan pangan pokok (Riwandi et al., 2014). Di dalam tata nama (taksonomi) tumbuhan, jagung digolongkan dalam Divisi Spermatophyta, Subdivisi Angiospermae, Kelas Monocotyledone, Ordo Graminae, Famili Graminaceae, Genus Zea, Spesies Zea mays L. (Purwono dan Hartono, 2005).

Tipe perakaran pada tanaman jagung ialah akar serabut yang terdiri dari tiga macam akar yaitu akar seminal, akar adventif, dan akar udara. Tanaman jagung memiliki batang berbentuk silinder, tidak bercabang, dan terdiri dari beberapa ruas dan buku ruas. Pada buku ruas terdapat tunas yang nantinya berkembang menjadi tongkol. Tinggi tanaman jagung berkisar 60-300 cm dengan diameter batang 3-4 cm. Daun jagung terdiri atas tiga bagian yaitu helaian daun, lidah daun, dan pelepah daun. Daun jagung mulai terbuka setelah koleoptil muncul di permukaan tanah. Bunga jagung termasuk dalam bunga tidak sempurna karena letak bunga jantan dan bunga betina yang berbeda (Purwono dan Hartono, 2005). Letak bunga jantan atau yang biasa disebut dengan tassel yaitu berada di puncak batang dalam bentuk malai di ujung. Sedangkan bunga betina pada tongkol terletak kira-kira pada pertengahan tinggi batang (Riwandi et al., 2014).

Jagung merupakan tanaman semusim (annual). Dalam menyelesaikan satu kali siklus hidupnya tanaman jagung memerlukan waktu sekitar 80 - 150 hari. Fase pertama dari siklus hidup tanaman jagung merupakan tahap pertumbuhan vegetatif kemudian dilanjutkan dengan tahap pertumbuhan generatif. Fase vegetatif dimulai dari munculnya daun pertama yang terbuka sempurna setelah berkecambah sampai sebelum keluarnya bunga jantan dan bunga betina. Sedangkan fase generatif dimulai dari munculnya bunga sampai masak.

Berdasarkan syarat tumbuhnya, tanaman jagung sesuai ditanam di daerah yang bersuhu antara 23-27° C dengan curah hujan tahunan antara 800-1200 mm. Tanaman jagung sesuai ditanam di tanah yang gembur, subur dan kaya humus dengan keasaman tanah (pH) antara 5,6-6,2. Tanah dengan aerasi dan ketersediaan air yang baik akan sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung. Di Indonesia, jagung dapat ditanam mulai dari dataran rendah hingga dataran tinggi yaitu mulai dari 0-1300 m di atas pemukaan laut (Riwandi *et al.*, 2014).

2.2 Pemuliaan Tanaman Jagung

Tujuan dilakukannya pemuliaan tanaman ialah untuk memperoleh varietas baru dengan karakter-karakter sesuai dengan yang diinginkan oleh pemulia. Dan salah satu faktor yang sangat berpengaruh pada keberhasilan suatu usaha pemuliaan tanaman adalah keragaman genetik. Keragaman genetik menunjukkan adanya variasi nilai genotipe antar individu dalam suatu populasi. Keragaman dapat terjadi karena adanya dua hal yaitu pengaruh gen atau pewarisan genetik (keragaman genetik) dan lingkungan (keragaman lingkungan) (Poespodarsono, 1998). Interaksi dua penyebab keragaman ini akan menghasilkan ekspresi fenotipe suatu sifat.

Pada prinsipnya di dalam pemuliaan terdapat tiga tahap utama. Pertama ialah mendapatkan keragaman genetik yang dapat diperoleh melalui hibridisasi, introduksi dan mutasi. Tahap kedua ialah melakukan seleksi pada sumber genetik yang beragam tersebut. Kemudian tahap yang terakhir ialah tahap pemurnian, uji generasi lanjut, uji multilokasi, dan pelepasan varietas.

Pemuliaan jagung umumnya mengarah pada program yang menghasilkan galur-galur/inbrida unggul untuk menghasilkan varietas sintetik dan atau hibrida. Strategi pemuliaan tanaman jagung dilakukan dengan cara persilangan dan seleksi berulang sebagai usaha pemuliaan jangka panjang, introduksi dari luar negeri dan perbaikan populasi, serta seleksi untuk stabilitas hasil dilakukan pada berbagai sentra produksi jagung. Menurut Singh (1987) jagung hibrida ialah keturunan generasi pertama dari persilangan yang melibatkan dua atau lebih galur inbrida. Program pemuliaan jagung hibrida meliputi empat tahap, yaitu:

 Pembentukan galur-galur murni yang stabil, vigor, serta berdaya hasil benih tinggi

- 2. Pengujian daya gabung dan penampilan dari galur-galur murni tersebut
- 3. Penggunaan galur-galur murni terpilih dalam pembentukan hibrida yang lebih produktif
- 4. Perbaikan galur-galur dalam hal daya hasil serta ketahanan terhadap hama dan penyakit

Pembentukan galur murni dilakukan dengan metode penyerbukan sendiri (selfing) atau melalui persilangan antarsaudara secara berulang hingga diperoleh tanaman yang memiliki tingkat homozigositas tinggi. Umumnya untuk mendapatkan tanaman homozigot ini diperlukan waktu lima hingga tujuh generasi dari hasil selfing. Menurut Takdir et al. (2007), persilangan antarsaudara dalam pembentukan inbrida akan memperlambat fiksasi alel yang merusak dan memberi kesempatan seleksi lebih luas. Keuntungan persilangan sendiri dalam pembentukan inbrida yang relatif homozigot dapat dilihat dari laju inbreeding. Untuk memperoleh tingkat inbreeding yang sama dengan satu generasi penyerbukan sendiri diperlukan tiga generasi persilangan sekandung (fullsib) atau enam generasi persilangan saudara tiri (halfsib).

Evaluasi galur inbrida dapat digolongkan menjadi dua, yaitu galur dievaluasi berdasarkan galur per se (galur itu sendiri) dan penampilan keturunannya. Pada evaluasi pertama, galur dilihat dari penampilannya seperti daya hasil, umur berbunga, sinkronisasi berbunga, tinggi tanaman dan tongkol, ketahanan terhadap hama dan penyakit, dan interaksi galur dengan lingkungan. Evaluasi kedua adalah menilai daya gabung untuk memilih galur-galur yang mempunyai potensi untuk pembuatan hibrida (Takdir et al., 2007). Setelah diperoleh galur-galur inbrida selanjutnya dua galur disilangkan dan diperoleh generasi F1 yang heterozigot, kemudian ditanam sebagai varietas hibrida.

2.3 Mutasi

Mutasi adalah sebuah istilah yang diartikan sebagai perubahan materi genetik yang dapat diwariskan pada keturunannya. Istilah mutasi pertama kali digunakan oleh Hugo de Vries, untuk mengemukakan adanya perubahan fenotipe secara mendadak pada tanaman Oenothera lamarckiana yang kemudian diketahui bahwa terdapat penyimpangan pada kromosomnya (Warianto, 2011). Welsh (1991)

menyebutkan bahwa mutasi merupakan sumber alela, yaitu bahan baku bagi alternatif genotip karena dapat memberi keragaman sebagai keberhasilan dalam seleksi alam.

Mutasi dapat diklasifikasikan berdasarkan tempat terjadinya di dalam kromosom atau berdasarkan pengaruh pada suatu penampilan (fenotip). Pengelompokan tersebut dibagi menjadi empat: pertama, penggandaan dari suatu set kromosom (poliploidi); kedua, penambahan atau pengurangan satu atau beberapa pada satu set kromosom; ketiga, perubahan struktural yang mencolok pada kromosom; dan keempat, perubahan mikroskopis, yang mungkin meliputi perubahan kimia dari suatu materi kromosom (Stebbins, 1950). Adanya perubahan seperti hal yang telah disebutkan dapat menyebabkan perubahan informasi genetik.

Berdasarkan kejadiannya, mutasi dapat terjadi secara spontan (spontaneous mutation) dan melalui induksi (induced mutation). Mutasi spontan adalah hasil dari kesalahan yang berhubungan dengan DNA dalam siklus hidup organisme. Jadi, tipe dan banyaknya mutasi spontan yang dihasilkan adalah hasil dari semua proses selular. Asal kejadian dari mutasi spontan antara lain kesalahan dalam replikasi DNA, kesalahan dalam proses rekombinasi, dan kesalahan dalam proses perbaikan (Smith, 1992). Kejadian ini berlangsung dengan kecepatan yang sangat lambat sehingga membutuhkan waktu yang lama agar hasil mutasi tersebut dapat berakumulasi dalam populasi alamiah. Hasil dari mutasi spontan jarang sekali memberikan keuntungan yang cepat pada populasi tetua. Namun peristiwa ini memberikan reservoir keragaman yang akan berguna pada suatu populasi misalkan pada saat terjadi perubahan lingkungan maupun tekanan-tekanan seleksi. (Nasir, 2001). Tingkat mutasi spontan untuk gen-gen yang mudah berubah (*mutable*) telah ditentukan pada beberapa spesies tanaman seperti Mirabilis, Tradescantia, jagung, Portulaca, dan Delphinium. Pengaruh gen yang paling mudah diamati adalah keragaman warna pada bagian tanaman yang berbeda-beda seperti bunga dan biji (Niknejad et al., 1997). Contoh kasus mutasi pada jagung yaitu ditemukannya gen mutan resesif yang dapat mengubah kualitas dan kuantitas pati dalam endosperma. Pati di dalam endosperma jagung normal terdiri dari komponen dasar (amilosa) dan komponen cabang (amilopektin). Kandungan dari amilosa pada pati jagung normal

tersusun antara 25-30% tetapi karena hadirnya gen mutan dapat menyebabkan perbedaan atau variasi (Wang et al., 1993).

Sedangkan mutasi terinduksi atau buatan terjadi karena adanya perlakuan khusus yang dilakukan dengan menggunakan agen-agen mutasi tertentu. Ada dua sudut pandang para ahli dalam menilai hasil yang dicapai oleh mutasi yaitu pertama, sebagian mengungkapkan bahwa mutasi buatan tidak memberikan materi baru melainkan hanya mengulangi mutasi spontan secara acak dan merupakan teknik yang menjanjikan. Kedua, pihak ahli mengungkapkan bahwa seleksi alami telah cenderung menyeleksi untuk adaptasi terhadap kondisi tertentu (Nasir, 2001). Ada dua untuk melakukan induksi mutasi yaitu dengan energi dan kimia. Penggunaan bahan kimia, misalnya kolkisin dan radiasi dengan sinar-X, atau sinar gamma pada biji, mata tunas, atau tunas pucuk dapat menyebakan perubahan-perubahan secara genetik. Hal inilah yang menimbulkan suatu variasi genetik (Mangoendidjojo, 2003).

2.4 Efek Xenia

Istilah xenia berasal dari bahasa Yunani, "xenos" yang berarti tamu atau orang asing. Di Yunani, xenia adalah sebuah kata benda yang berarti "keramahan" (Denney, 1992). Efek xenia dipelajari pada tanaman yang menyerbuk silang. Xenia merupakan efek langsung polen pada jaringan biji non-maternal, khususnya pada tanaman dengan endosperma yang sangat berkembang seperti jagung. Pada biji jagung, setengah dari genom embrio dan satu dari ketiga genom endosperma berasal dari polen. Sehingga dapat diartikan bahwa semua sifat yang berhubungan dengan embrio dan endosperma berpotensi diubah oleh polen (Bozinovic et al., 2015). Pada kajian pewarisan sifat ekspresi dari gen yang dibawa tetua jantan dan tetua betina diasumsikan baru diekspresikan pada generasi berikutnya. Adanya pengaruh xenia ini menyebabkan ekspresi gen yang dibawa tetua jantan secara dini sudah dapat dilihat pada organ tetua betina (buah) atau generasi berikutnya ketika masih belum mandiri (embrio dan/atau endosperma) (Bullant dan Gallais, 1998 dalam Sari dan Susilo, 2011).

Xenia memiliki kegunaan tidak hanya pada penelitian di bidang genetika dan fisiologi tetapi juga pada pemuliaan dan produksi tanaman. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Fatimah (2014), xenia muncul pada genotipe jagung yaitu pada

karakter kualitatif yaitu bentuk biji, warna biji dan bentuk tongkol, tetapi efek xenia tidak muncul terhadap karakter lain yaitu warna janggel, dan susunan baris biji. Pada jagung, fenomena efek xenia dimanfaatkan dalam meningkatkan panjang embrio, lebar, dan berat biji. Selain itu xenia juga dimanfaatkan sebagai teknologi dalam menghasilkan jagung dengan kadar minyak tinggi serta digunakan untuk meningkatkan kadar protein dalam biji jagung. Beberapa penelitian juga telah dilakukan pada beberapa tanaman. Seperti penelitian yang dilakukan pada sembilan kultivar salak pondoh untuk mengetahui pengaruh tetua jantan dalam persilangan terhadap produksi dan kandungan kimiawi buah. Hasilnya menunjukkan pengaruh nyata tetua jantan terhadap hasil dan kualitas salak pondoh super (Nandariyah et al., 2000 dalam Sari dan Susilo, 2011). Pengaruh xenia dilaporkan juga diamati pada kelapa (Al-Khalifah, 2006 dalam Sari dan Susilo, 2011), biji kapas (Chacoff et al., 2008 dalam Sari dan Susilo, 2011), dan bunga matahari (Human et al., 2007 dalam Sari dan Susilo, 2011). Gejala xenia tidak hanya mempengaruhi warna tetapi juga bentuk, kadar gula, kadar minyak, bentuk buah dan waktu pemasakan (Nandariyah et al., 2000 dalam Sari dan Susilo, 2011).

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Dusun Areng-areng, Kelurahan Dadaprejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu pada bulan November 2015-Februari 2016. Kondisi lokasi penelitian yaitu berada pada ketinggian 560 m dpl dengan curah hujan 1600 mm/tahun, suhu rata-rata harian 24° C, kelembaban 78% dan jenis tanah alfisol.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cangkul, tugal, meteran, timbangan, gunting, jangka sorong, penggaris, label, kertas Samson, *stapler*, kamera, dan alat tulis. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan antara lain kompos, pupuk NPK 100 kg ha⁻¹, pupuk ZA 150 kg ha⁻¹, dan pestisida dengan jumlah yang diberikan sesuai dengan dosis rekomendasi.

Benih yang digunakan dalam penelitian dibedakan menjadi dua yaitu galur mutan hasil induksi kolkisin dan mutan alami. Galur mutan hasil induksi yang digunakan ialah galur INF generasi ketiga beserta kontrolnya (non mutan) yang merupakan hasil ekstraksi benih perusahaan Syngenta. Benih hasil mutasi alami yaitu galur IONAX hasil ekstraksi benih perusahaan Monsanto, yang terdiri dari mutan IONAX generasi pertama (IONAX M1) dan mutan IONAX generasi kedua (IONAX M2) beserta galur kontrolnya (IONAX non mutan).

Sejarah benih mutan INF generasi ketiga (INFM3) berawal dari penanaman 18 tongkol pilihan hasil selfing mutan kolkisin pada masing-masing level 0 ppm (kontrol), 400 ppm, 600 ppm, hasil persilangan antara tanaman kontrol dengan 400 ppm, serta hasil persilangan antara tanaman kontrol dengan level 600 ppm generasi pertama. Dari beberapa perlakuan tersebut diperoleh karakter warna biji merah muda pada galur INF hasil perlakuan kolkisin konsentrasi 600 ppm. Kemudian benih tersebut di-*selfing* dan hasilnya di-*sibmating*. Hasil menunjukkan tongkol yang muncul terdiri dari dua macam, tongkol kuning penuh dan tongkol kuningmerah muda. Biji yang diperoleh lalu dikategorikan lagi menjadi tiga yaitu biji merah muda, biji kuning embrio ungu, dan biji kuning. Sedangkan mutan IONAX diperoleh dari hasil penanaman galur jagung kuning IONAX secara *ear to row* yang kemudian muncul tongkol normal (kuning penuh) dan tongkol dengan dua karakter

warna yaitu biji kuning dan putih. Benih mutan IONAX generasi pertama (M1) warna putih selanjutnya ditanam dan di-selfing menghasilkan IONAX M2.



Gambar 1. Pengelompokan warna biji galur mutan INF: A) benih jagung normal (wild type) warna kuning, B) mutan warna merah muda, dan C) mutan warna kuning embrio ungu



Gambar 2. Pengelompokan warna biji galur mutan IONAX: A) benih jagung normal (wild type) warna kuning dan B) mutan warna putih

3.3 Metode Penelitian

Metode pengamatan yang digunakan dalam penelitian ialah metode single plant sehingga semua tanaman pada petak percobaan diamati. Benih ditanam dalam jarak 75 cm antar baris dan 15 cm antar tanaman. Setiap satuan populasi dalam satu nomor terdiri dari 40 tanaman. Pada metode penelitian ini terdapat dua jenis persilangan dalam setiap perlakuannya yaitu sibmating dan crossing.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan Lahan

Sebelum ditanami, lahan terlebih dahulu diolah dan dibuat alur-alur tanam. Setelah itu, lahan diberi kompos dan dibiarkan sampai kompos yang ditabur benar-benar kering. Tujuannya yaitu untuk memperbaiki kondisi tanah agar dapat menunjang pertumbuhan tanaman serta menekan pertumbuhan patogen tular tanah.

2. Persiapan benih

Benih yang ditanam terlebih dahulu diberi perlakuan meggunakan insektisida berbahan aktif *Tiametoksam* dan fungisida berbahan aktif *Dimetomorf* 50%. Tujuannya untuk mencegah serangan jamur dan serangga pada saat benih masih berkecambah maupun saat benih mulai berkecambah.

3. Pengecambahan benih

Sebelum ditanam, benih direndam selama 4 jam kemudian dikecambahkan di atas nampan dengan media abu sekam. Saat proses pengecambahan, perawatan yang dilakukan adalah penyiraman yang dilakukan setiap hari. Hal ini dilakukan untuk menjaga kelembaban media tanam.

4. Penanaman

Penanaman benih dilakukan dengan memindahkan bibit ke lahan pada umur 6 hari setelah pengecambahan. Jarak antar tanaman ialah 15 cm dan antar baris ialah 75 cm. Proses penanaman bibit dilakukan pada pagi hari, caranya dengan menanam satu bibit per satu lubang tanam lalu disiram dengan air dan ditambahkan NPK sebagai pupuk dasar diantara masing-masing tanaman.

5. Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi pemupukan, penyiangan, pengairan, pembumbunan dan pengendalian hama dan penyakit. Pemupukan dilaksanakan sebanyak lima kali yaitu pemupukan dasar dan pemupukan susulan. Pemupukan dasar dilakukan pada saat tanam yaitu dengan memberikan pupuk NPK padat 100 kg ha-1. Pemupukan kedua pada umur dua minggu setelah tanam (MST) menggunakan pupuk NPK 100 kg ha-1 dan ZA 150 kg ha-1 dengan dosis perbandingan 1:3. Pemberian pupuk dilakukan dengan cara dikocor (pupuk dilarutkan terlebih dahulu). Pemupukan ketiga dilakukan pada umur 4 MST menggunakan pupuk NPK 100 kg ha-1 dan ZA 150 kg ha-1 padat dengan dosis perbandingan 1:3. Pemupukan keempat sama halnya dengan pemupupukan kedua yaitu dengan cara dikocor menggunakan NPK 100 kg ha-1 dan ZA 150 kg ha-1 dengan dosis perbandingan 1:3. Dan pemupukan terakhir dilakukan pada saat tanaman mulai berbunga dengan menggunakan pupuk ZA 150 kg ha-1 padat.

Proses penyiangan gulma dilakukan secara manual yaitu dengan menggunakan tangan atau cangkul kecil. Hal yang perlu diperhatikan dalam

BRAWIJAYA

proses penyiangan yaitu proses pencabutan tidak merusak perakaran tanaman. Kegiatan penyiangan dilakukan tiap 2 minggu sekali.

Pengairan dilakukan dengan cara penyiraman atau bisa juga menggunakan sistem *leb* atau menggenangi lahan. Peyiraman diberikan secukupnya setelah benih ditanam. Penyiraman selanjutnya dilakukan untuk mencegah tanaman agar tidak layu. Menjelang tanaman berbunga (42-55 HST), air yang diberikan lebih banyak. Kemudian penyiraman selanjutnya yaitu pada saat pengisian biji (60-80 HST).

Pembumbunan dilakukan bersamaan dengan waktu pemupukan dan penyiangan. Tujuan dilakukan pembumbunan adalah untuk memperkokoh posisi batang sehingga batang tidak mudah rebah. Selain itu pembumbunan juga berfungsi untuk memperbaiki drainase. Kegiatan ini dilakukan pada saat tanaman berumur 2 MST.

Pengendalian hama dan penyakit dilakukan baik secara manual maupun kimia. Pengendalian manual dilakukan dengan mengambil langsung hama atau penyakit yang ditemukan di lahan seperti pengambilan ulat dan pencabutan tanaman yang terserang penyakit. Pengendaliaan secara kimia dilakukan dengan menaburkan insektisida berbahan aktif *diazinon* 10% untuk mengendalikan hama lalat bibit dan penyemprotan menggunakan fungisida berbahan aktif *dimetomorf* 50% untuk mengendalikan penyakit bulai.

6. Pelaksanaan persilangan

Penyilangan dilakukan pada saat bunga betina dan bunga jantan memasuki masa reseptif dan anthesis. Bunga jantan disungkup menggunakan kertas Samson dan bunga betina menggunakan plastik transparan. Penyungkupan pada bunga jantan bertujuan untuk mengumpulkan polen dan pada bunga betina untuk mencegah putik agar tidak diserbuki tanaman lain. Persilangan harus dilakukan secara cepat dan teliti untuk meningkatkan persentase keberhasilan.

7. Panen

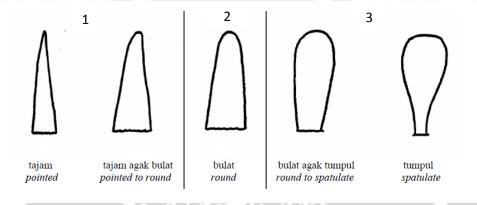
Panen dilakukan pada saat biji telah mencapai masak fisiologis yaitu ditandai dengan daun jagung sudah kering sempurna, klobot sudah kering atau apabila klobot dibuka biji terlihat mengkilap dan keras, dan dan terdapat lapisan

hitam di bagian pangkal tempat melekatnya biji pada tongkol atau yang disebut dengan *black layer*.

3. 5 Parameter Pengamatan

A. Kualitatif

a. Bentuk daun pertama, dibagi menjadi tiga golongan:



Gambar 3. Bentuk daun pertama (Anonimus, 2006)

- b. Warna pangkal batang, dibedakan menjadi: (1) hijau, (2) hijau keunguan,(3) ungu/merah
- c. Warna glum diamati sebelum anther pecah, dibedakan menjadi: (1) hijau,(2) hijau kemerahan, (3) merah/keunguan
- d. Warna biji, diamati secara visual saat kering panen dan dikategorikan berdasarkan kode galur, yaitu:
 - INF (mutan dan non mutan): (1) kuning, (2) kuning embrio ungu, (3) merah muda
 - IONAX (mutan dan non mutan): (1) kuning, (2) krem, (3) putih

B. Kuantitatif

- a. Daya kecambah benih (%), diamati dengan cara menyemaikan benih di nampan lalu dihitung persentase benih yang berkecambah
- b. Persentase tanaman yang bertahan hidup, dihitung setelah penanaman
- c. Tinggi tanaman, diukur setelah malai muncul dan dilakukan sekali pada akhir masa vegetatif dengan cara mengukur dari atas permukaan tanah sampai dasar malai

- d. Umur berbunga jantan (HST), menghitung jumlah hari dari awal tanam sampai 50% tanaman keluar malai
- e. Umur berbunga betina (HST), menghitung jumlah hari dari awal tanam hingga tanaman sudah muncul rambut jagung sepanjang 2-5 cm
- f. Umur panen (HST), menghitung jumlah hari dari awal tanam hingga tongkol mencapai fase masak fisiologis
- g. Panjang tongkol (cm), diukur mulai dari pangkal hingga ujung tongkol setelah klobot dikupas
- h. Diameter tongkol (cm), diukur pada bagian tengah tongkol menggunakan jangka sorong
- i. Bobot tongkol (gram), dihitung dengan cara menimbang tongkol jagung yang sudah dikupas dan dikeringkan
- j. Jumlah biji per tongkol (gram), dihitung dengan cara mengambil seluruh biji per tongkol
- k. Bobot biji per tongkol (gram), dihitung dengan cara mengambil seluruh biji setiap tongkol kemudian ditimbang
- Jumlah biji per kategori warna, tongkol dipipil kemudian hasil pipilan dikelompokkan berdasarkan kategori dan dihitung

3.6 Analisis Data

Analisis data kualitatif dilakukan dengan menggunakan pendekatan statistika deskriptif yang disajikan dalam bentuk tabel. Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis menggunakan uji T. Uji T berfungsi untuk membandingkan atau membedakan dua macam perlakuan. Uji T yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan membandingkan dua nilai tengah sampel yang tidak berpasangan (independen) dengan asumsi ragam yang sama (homogen) dan asumsi ragam yang tidak sama (heterogen). Sebelum menggunakan uji T, terlebih dahulu menentukan asumsi ragam dengan menggunakan uji F. Ada dua rumus yang digunakan dalam uji T independen, yaitu ketika $\sigma 1 = \sigma 2$ dan $\sigma 1 \neq \sigma 2$.

$$t = \frac{\bar{x}_{1-}\bar{x}_{2}}{Sp\sqrt{\left(\frac{1}{n_{1}}\right) + \left(\frac{1}{n_{2}}\right)}}$$

$$S_{p}^{2} = \frac{(n_{1} - 1)S_{1}^{2} - (n_{1} - 1)S_{2}^{2}}{n_{1} + n_{2} - 2}$$

Selanjutnya ialah menghitung derajat bebas data menggunakan rumus:

$$n_1 + n_2 - 2$$

• Uji T ketika $\sigma 1 \neq \sigma 2$ (varian tidak sama)

$$t = \frac{\overline{x}_{1} - \overline{x}_{2}}{\sqrt{\left(\frac{S_{1}^{2}}{n_{1}}\right) + \left(\frac{S_{2}^{2}}{n_{2}}\right)}}$$

Selanjutnya ialah menghitung derajat bebas data menggunakan rumus:

$$db = \frac{\left(\frac{S1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}}$$

Keterangan:

 \bar{x}_1 = rata-rata kelompok 1

 \bar{x}_2 = rata-rata kelompok 2

S_p= Standar deviasi gabungan

S₁=Standar deviasi kelompok 1

 S_1 =Standar deviasi kelompok 1

S₂=Standar deviasi kelompok 2

n₁=banyaknya sampel di kelompok 1

Untuk mengetahui persentase polen tetua jantan yang mempengaruhi karakter warna biji setelah persilangan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

% Warna biji =
$$\frac{\text{jumlah warna biji yang berubah}}{\text{jumlah biji total}} \times 100\%$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Uji Perkecambahan dan Kemampuan Hidup Tanaman

Uji perkecambahan tanaman dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan benih untuk berkecambah. Dari benih yang berhasil berkecambah tersebut selanjutnya diamati sampai dewasa untuk mengetahui kemampuan hidup tanaman. Hasil pengamatan persentase daya kecambah benih menunjukkan bahwa galur INF non mutan memiliki daya kecambah paling tinggi, 93% dan INFM3 biji merah muda memiliki daya kecambah sangat rendah yaitu sebesar 0.87%. Pada galur IONAX non mutan, IONAX M2 biji kuning, dan IONAX M2 biji putih memiliki daya kecambah tinggi sedangkan IONAX M1 biji kuning memiliki daya kecambah paling rendah yaitu 58% (Tabel 1).

Parameter tanaman yang hidup menunjukkan pada beberapa perlakuan menunjukkan bahwa persentase daya kecambah benih tidak berbanding lurus dengan persentase tanaman yang hidup. Hal ini ditunjukkan pada tanaman INFM3 biji merah muda dan tanaman IONAX M2 biji putih. Jika dibandingkan antara galur mutan INFM3 dan IONAX, maka dapat diketahui bahwa mutan IONAX memiliki kemampuan hidup lebih rendah (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase daya kecambah dan tanaman yang hidup

Perlakuan	Daya kecambah (%)	Tanaman yang hidup (%)
INF non mutan	93	92.31
INFM3 biji merah muda	0.87	58.06
INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	52.43	64.03
INFM biji kuning tongkol kuning penuh	77.08	59.46
IONAX non mutan	95	89.47
IONAX M1 biji kuning	58	15.15
IONAX M2 biji kuning	92	92.31
IONAX M2 biji putih	95	9.86

4.1.2 Karakter Kualitatif

Pengamatan karakter kualitatif masing-masing galur dilakukan secara visual yang meliputi karakter bentuk ujung daun pertama, warna pangkal batang, warna glum, dan warna biji. Hasil pengamatan bentuk ujung daun pertama yang dilakukan menunjukkan bahwa pada galur INF non mutan (kontrol) dan masing-masing perlakuan galur INFM3 diketahui bahwa tidak ada perbedaan atau menunjukkan keseragaman yaitu berbentuk bulat agak tumpul pada semua perlakuan. Begitu pula pada galur IONAX mutan generasi kedua yang menunjukkan tidak ada perbedaan dengan galur kontrol yaitu sama-sama memiliki bentuk ujung daun bulat agak tumpul. Sedangkan pada mutan biji kuning generasi pertama memiliki bentuk ujung daun tajam agak bulat.



Gambar 4. Bentuk ujung daun a) bulat agak tumpul, b) tajam agak bulat

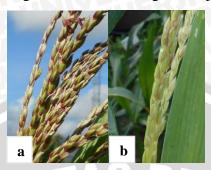
Hasil pengamatan karakter warna pangkal batang pada galur INFM3 dan kontrol menunjukkan tidak adanya perbedaan pada semua perlakuan, yaitu dengan warna yang muncul ialah ungu. Hal ini juga sama terjadi pada galur IONAX non mutan beserta masing-masing galur mutan IONAX generasi pertama dan kedua yang menunjukkan tidak adanya perbedaan karakter warna pangkal batang yaitu berwarna ungu.



Gambar 5. Warna pangkal batang ungu

Warna glum yang diperoleh dari hasil pengamatan pada INF non mutan dan masing-masing perlakuan INFM3 hanya terdapat satu tipe warna yaitu hijau kemerahan. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perubahan pada warna glum pada hasil mutasi generasi ketiga. Sedangkan pada galur IONAX menunjukkan adanya perbedaan yaitu pada galur IONAX kuning mutan generasi kedua dengan

galur IONAX non mutan. Galur IONAX non mutan, IONAX kuning mutan generasi pertama dan IONAX putih mutan generasi kedua memiliki warna glum hijau kemerahan sedangkan galur IONAX kuning menunjukkan warna hijau.



Gambar 6. Warna glum a) hijau kemerahan dan b) hijau

Tabel 2. Perbandingan karakter kualitatif galur INF

		Karakter	Y ,
Perlakuan	Bentuk ujung daun	Warna pangkal batang	Warna glum
INF non mutan	Bulat agak tumpul	Ungu	Hijau kemerahan
INFM3 biji merah muda	Bulat agak tumpul	Ungu	Hijau kemerahan
INFM3 biji kuning tongkol kuning- merah muda	Bulat agak tumpul	Ungu	Hijau kemerahan
INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	Bulat agak tumpul	Ungu	Hijau kemerahan

Tabel 3. Perbandingan karakter kualitatif galur IONAX

		Karakter	
Perlakuan	Bentuk ujung daun	Warna pangkal batang	Warna glum
IONAX non mutan	Bulat agak tumpul	Ungu	Hijau kemerahan
IONAX M1biji kuning	Tajam agak bulat	Ungu	Hijau kemerahan
IONAX M2 biji kuning	Bulat agak tumpul	Ungu	Hijau
IONAX M2 biji putih	Bulat agak tumpul	Ungu	Hijau kemerahan

Pengamatan karakter warna biji dilakukan setelah tongkol dipanen. Dari hasil pengamatan warna biji pada masing-masing galur, pada INF non mutan hanya terdapat satu warna yaitu kuning. Sedangkan pada INFM3 terdapat tiga warna biji

yaitu kuning, merah muda, dan putih. Warna merah muda ditemukan pada ketiga perlakuan tongkol yaitu INFM3 biji merah muda, INFM3 biji kuning tongkol kuning merah muda, dan INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh. Sedangkan warna putih hanya ditemukan pada INFM3 biji kuning tongkol kuning merah muda. Warna putih yang ditemukan berubah menjadi keriput setelah kering. Pada galur IONAX warna yang ditemukan adalah kuning dan putih. Warna putih hanya ditemukan pada tongkol IONAX M2 biji putih dan IONAX M2 biji kuning.

4.1.3 Karakter Kuantitatif

Karakter kuantitatif yang diamati dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu karakter tanaman meliputi 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.

Hasil analisis pada tanaman INFM3 biji merah muda dengan tanaman kontrol menunjukkan adanya perbedaan nyata pada karakter umur berbunga jantan dan betina sedangkan karakter lainnya tidak ada perbedaan yang sangat nyata. Dari tabel 4 juga dapat diketahui bahwa nilai rerata karakter tinggi tanaman, umur berbunga dan jumlah biji per tongkol pada galur INFM3 biji merah muda lebih tinggi daripada kontrol.

Tabel 4. Rerata karakter tanaman INFM3 biji merah muda

Karakter	INFM3 biji merah muda	INF non mutan (kontrol)	Uji T
Tinggi tanaman	103.8	102.27	0.37 tn
Umur berbunga jantan	68.60	65	4.81 **
Umur berbunga betina	69.53	66.67	5.07 **
Umur panen	108.2	111.6	-6.70 tn
Panjang tongkol	12.71	13.83	-2.39 tn
Diameter tongkol	2.96	3.08	-1.35 tn
Jumlah biji per tongkol	266.40	259.60	0.45 tn
Bobot biji per tongkol	54.80	70.27	-3.36 tn
Bobot tongkol	70.47	84.40	-2.47 tn

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

Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara galur INF mutan generasi ketiga biji kuning tongkol kuning-merah muda dengan galur kontrol pada karakter tinggi tanaman, panjang tongkol, diameter tongkol, bobot biji per tongkol dan bobot tongkol. Sedangkan apabila dilihat dari nilai reratanya, maka dapat diketahui bahwa nilai rerata karakter tinggi tanaman, panjang tongkol, diameter, jumlah biji per tongkol, bobot biji per tongkol dan bobot tongkol pada galur INFM3 lebih besar daripada kontrol.

Tabel 5. Rerata karakter tanaman INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda

Karakter	INFM3 biji kuning tongkol kuning- merah muda	INF non mutan (kontrol)	Uji T
Tinggi tanaman	115.40	102.27	3.87 **
Umur berbunga jantan	62.60	65	-4.13 tn
Umur berbunga betina	64.20	66.67	-4.41 tn
Umur panen	108.87	111.6	-4.62 tn
Panjang tongkol	15.48	13.83	6.13**
Diameter tongkol	3.34	3.08	2.91 **
Jumlah biji per tongkol	278.40	259.60	1.28 tn
Bobot biji per tongkol	82.33	70.27	3.13 *
Bobot tongkol	96.93	83.40	3.40 *

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

Hasil analisis antara galur INF mutan generasi ketiga (INFM3) biji kuning tongkol kuning-merah muda dengan galur kontrol juga menunjukkan perbedaan yang nyata pada hampir semua karakter, kecuali karakter umur berbunga dan umur panen. Dari tabel 6 juga dapat diketahui bahwa selain karakter tersebut nilai rerata pada galur INFM3 lebih besar daripada kontrol.

Tabel 6. Rerata karakter tanaman INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh

Karakter INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh INF non mutan (kontrol) Uji T Tinggi tanaman 124.40 102.27 5.40 ** Umur berbunga jantan 63.50 65 -2.87 tn Umur berbunga betina 63.87 66.67 -0.51 tn Umur panen 109 111.6 -4.58 tn Panjang tongkol 15.40 13.83 5.67 ** Diameter tongkol 3.33 3.08 2.94 ** Jumlah biji per tongkol 292.27 259.60 3.43 ** Bobot biji per tongkol 79.20 70.27 2.43 * Bobot tongkol 94.47 84.40 2.66 *				
Umur berbunga jantan 63.50 65 -2.87 tn Umur berbunga betina 63.87 66.67 -0.51 tn Umur panen 109 111.6 -4.58 tn Panjang tongkol 15.40 13.83 5.67 ** Diameter tongkol 3.33 3.08 2.94 ** Jumlah biji per tongkol 292.27 259.60 3.43 ** Bobot biji per tongkol 79.20 70.27 2.43 *	Karakter	tongkol kuning		Uji T
Umur berbunga betina 63.87 66.67 -0.51 tn Umur panen 109 111.6 -4.58 tn Panjang tongkol 15.40 13.83 5.67 ** Diameter tongkol 3.33 3.08 2.94 ** Jumlah biji per tongkol 292.27 259.60 3.43 ** Bobot biji per tongkol 79.20 70.27 2.43 *	Tinggi tanaman	124.40	102.27	5.40 **
Umur panen 109 111.6 -4.58 tn Panjang tongkol 15.40 13.83 5.67 ** Diameter tongkol 3.33 3.08 2.94 ** Jumlah biji per tongkol 292.27 259.60 3.43 ** Bobot biji per tongkol 79.20 70.27 2.43 *	Umur berbunga jantan	63.50	65	-2.87 tn
Panjang tongkol 15.40 13.83 5.67 ** Diameter tongkol 3.33 3.08 2.94 ** Jumlah biji per tongkol 292.27 259.60 3.43 ** Bobot biji per tongkol 79.20 70.27 2.43 *	Umur berbunga betina	63.87	66.67	-0.51 tn
Diameter tongkol 3.33 3.08 2.94 ** Jumlah biji per tongkol 292.27 259.60 3.43 ** Bobot biji per tongkol 79.20 70.27 2.43 *	Umur panen	109	111.6	-4.58 tn
Jumlah biji per tongkol 292.27 259.60 3.43 ** Bobot biji per tongkol 79.20 70.27 2.43 *	Panjang tongkol	15.40	13.83	5.67 **
Bobot biji per tongkol 79.20 70.27 2.43 *	Diameter tongkol	3.33	3.08	2.94 **
	Jumlah biji per tongkol	292.27	259.60	3.43 **
Bobot tongkol 94.47 84.40 2.66 *	Bobot biji per tongkol	79.20	70.27	2.43 *
	Bobot tongkol	94.47	84.40	2.66 *

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

Hasil analisis pada perbandingan antar galur mutan INF generasi ketiga menunjukkan bahwa hampir semua karakter tanaman perlakuan tidak berbeda nyata kecuali pada karakter umur berbunga antara biji merah muda dengan biji kuning

yang menunjukkan perbedaan nyata. Diantara ketiga perlakuan mutan INFM3 diketahui bahwa tanaman yang berasal dari biji merah muda memiliki umur berbunga yang lebih lama dibandingkan tanaman yang berasal dari biji kuning (Tabel 7, 8, dan 9).

Tabel 7. Rerata karakter tanaman INFM3 biji merah muda VS INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda

Tinggi tanaman 103.8 115.40 -2.35 tn Umur berbunga jantan 68.60 62.60 7.07 ** Umur berbunga betina 69.53 64.20 7.96 **	Karakter	INFM3 biji merah muda	INFM3 biji kuning tongkol kuning- merah muda	Uji T
6. J	Tinggi tanaman	103.8	115.40	-2.35 tn
Umur berbunga betina 69.53 64.20 7.96 **	Umur berbunga jantan	68.60	62.60	
	Umur berbunga betina	69.53	64.20	7.96 **
Umur panen 108.2 108.87 -1.05 tn	Umur panen	108.2	108.87	-1.05 tn
Panjang tongkol 12.71 15.48 -6.81 tn	Panjang tongkol	12.71	15.48	-6.81 tn
Diameter tongkol 2.96 3.34 -4.95 tn	Diameter tongkol	2.96	3.34	-4.95 tn
Jumlah biji per tongkol 266.40 278.40 -0.64 tn	Jumlah biji per tongkol	266.40	278.40	-0.64 tn
Bobot biji per tongkol 54.80 82.33 -6.39 tn	Bobot biji per tongkol	54.80	82.33	-6.39 tn
Bobot tongkol 70.47 96.93 -5.46 tn	Bobot tongkol	70.47	96.93	-5.46 tn

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

Tabel 8. Rerata karakter tanaman INFM3 biji merah muda VS INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh

Karakter	INFM3 biji merah muda	INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	Uji T
Tinggi tanaman	103.8	124.40	-3.78 tn
Umur berbunga jantan	68.60	63.50	6.30 **
Umur berbunga betina	69.53	63.87	8.58 **
Umur panen	108.2	109	-1.31 tn
Panjang tongkol	12.71	15.40	-6.53 tn
Diameter tongkol	2.96	3.33	-5.13 tn
Jumlah biji per tongkol	266.40	292.27	-1.71 tn
Bobot biji per tongkol	54.80	79.20	-5.88 tn
Bobot tongkol	70.47	94.47	-4.87 tn

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

Tabel 9. Rerata karakter tanaman INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda VS INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh

INFM3 biji kuning	INFM3 biji	
tongkol kuning-merah	kuning tongkol	Uji T
muda	kuning penuh	
115.40	124.40	-1.94 tn
62.60	63.50	-1.37 tn
64.20	63.87	0.51 tn
108.87	109	-0.19 tn
15.48	15.40	0.50 tn
3.34	3.33	0.12 tn
278.40	292.27	-0.95 tn
82.33	79.20	0.95 tn
96.93	94.47	0.75 tn
	tongkol kuning-merah muda 115.40 62.60 64.20 108.87 15.48 3.34 278.40 82.33	tongkol kuning-merah muda kuning tongkol kuning penuh 115.40 124.40 62.60 63.50 64.20 63.87 108.87 109 15.48 15.40 3.34 3.33 278.40 292.27 82.33 79.20

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

Hasil analisis galur IONAX non mutan dengan semua mutan IONAX menunjukkan bahwa hampir semua karakter tanaman perlakuan tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan kontrol kecuali pada karakter umur panen IONAX mutan generasi kedua putih yang menunjukkan perbedaan nyata. Dilihat dari nilai reratanya, maka diketahui bahwa tanaman non mutan memiliki rerata lebih tinggi pada semua karakter apabila dibandingkan tanaman mutan yang berasal dari biji kuning. (Tabel 10, 11, dan 12).

Tabel 10. Rerata karakter tanaman IONAX M1 biji kuning

Karakter	IONAX M1 biji kuning	IONAX non mutan (kontrol)	Uji T
Tinggi tanaman	100	117.50	-1.47 (tn)
Umur berbunga jantan	58	60.5	-5 (tn)
Umur berbunga betina	59.50	60	-0.42 (tn)
Umur panen	99.50	100	-0.77 (tn)
Panjang tongkol	15.90	20.05	-1.46 (tn)
Diameter tongkol	2.71	3.14	-1.65 (tn)
Jumlah biji per tongkol	180	244.50	-0.71 (tn)
Bobot biji per tongkol	44.5	55	-0.48 (tn)
Bobot tongkol	74	132	-1.45 (tn)

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

Tabel 11. Rerata karakter tanaman IONAX M2 biji kuning

Karakter	IONAX M2 biji kuning	IONAX non mutan (kontrol)	Uji T
Tinggi tanaman	116	117.50	-0.11 (tn)
Umur berbunga jantan	54.5	60.5	-8.48 (tn)
Umur berbunga betina	55.50	60	-3.78 (tn)
Umur panen	95	100	-7.55 (tn)
Panjang tongkol	14.25	20.05	-1.91 (tn)
Diameter tongkol	2.94	3.14	0.02 (tn)
Jumlah biji per tongkol	269.5	244.50	0.58 (tn)
Bobot biji per tongkol	65	55	0.65 (tn)
Bobot tongkol	84.5	132	-1.68 (tn)

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

Tabel 12. Rerata karakter tanaman IONAX M2 biji putih

Karakter	IONAX M2 biji putih	IONAX non mutan (kontrol)	Uji T
Tinggi tanaman	137.50	117.50	1.22 (tn)
Umur berbunga jantan	57	60.5	-7 (tn)
Umur berbunga betina	59	60	-0.77 (tn)
Umur panen	104	100	6.93 (*)
Panjang tongkol	17.40	20.05	-1.18 (tn)
Diameter tongkol	3.28	3.14	0.82 (tn)
Jumlah biji per tongkol	300.50	244.50	0.74 (tn)
Bobot biji per tongkol	9 71.50	55	1.22 (tn)
Bobot tongkol	91.50	132	-1.40 (tn)

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

Parameter jumlah biji per kategori diperoleh dari hasil rata-rata tongkol yang memiliki perbedaan pada warna bijinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada galur INFM3 rata-rata biji merah muda yang muncul dalam satu tongkol paling banyak terdapat pada tanaman INFM3 tongkol kuning penuh. Sedangkan pada galur IONAX, rata-rata biji putih paling banyak muncul pada IONAX M2 putih (Tabel 13 dan 14).

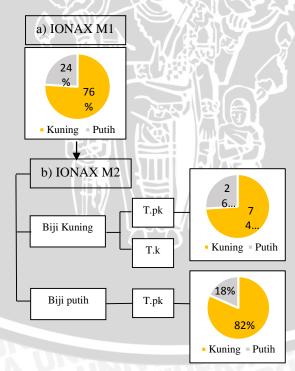
Tabel 13. Rerata jumlah biji per kategori warna galur INF

	Re	Rerata jumlah biji per kategori warna					
Perlakuan	Kuning	Merah muda	Kuning embrio ungu	Putih			
INF non mutan	251.06	0	0	0			
INFM3 biji merah muda	216.3	48.95	1.15	0			
INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	188.52	59.79	0.60	44			
INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	217.19	63.11	0.53	0			

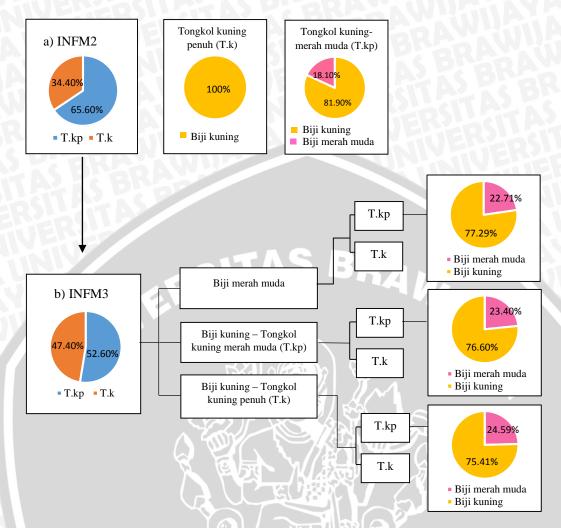
Tabel 14. Rerata jumlah biji per kategori warna galur IONAX

Perlakuan	Rerata jumlah biji per kategori warna				
T CHARGAII	Kuning	Putih			
IONAX non mutan	242.67	0			
IONAX M1 biji kuning	180				
IONAX M2 biji kuning	196.71	69			
IONAX M2 biji putih	111	80			

Berdasarkan data yang diperoleh dari generasi sebelumnya pada galur INF, diketahui bahwa terjadi penurunan jumlah tongkol yang muncul biji merah muda pada galur INF generasi ketiga dibandingkan dengan generesi kedua. Perbandingan antara warna biji kuning dengan biji merah muda diperoleh dari total tongkol berwarna kuning-merah muda. Dari situ diketahui bahwa jumlah biji warna kuning memiliki nilai lebih besar dari biji merah muda. Sedangkan pada galur IONAX diketahui bahwa pada generasi kedua, tongkol yang berasal dari biji berwarna putih memiliki jumlah kernel putih lebih banyak dibandingkan kernel kuning (Gambar 7 dan 8).



Gambar 7. Persentase perbandingan warna biji kuning dan putih: a) IONAX M1; b) IONAX M2 pada tongkol kuning (T.k) dan tongkol putih-kuning (T.pk)

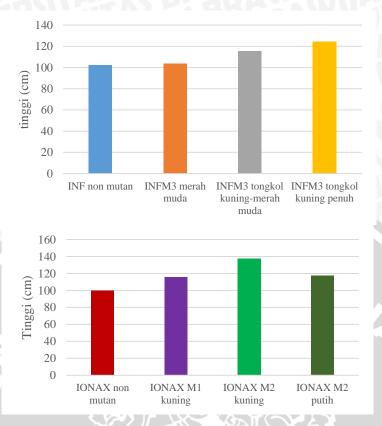


Gambar 8. Perbandingan antara tongkol kuning penuh (T.k) dengan tongkol kuning merah muda (T.kp) dan persentase perbandingan warna biji pada: a) INFM2 dan b) INFM3

Untuk membandingkan perbedaan nilai rerata antara jagung mutan generasi ketiga galur INF dan mutan generasi pertama dan kedua galur IONAX dengan masing-masing galur kontrolnya pada beberapa karakter dapat dilihat melalui gambar berikut ini.

a. Tinggi Tanaman

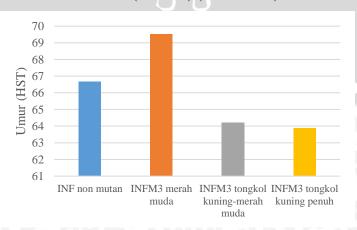
Dari grafik dapat diketahui bahwa rerata tinggi tanaman mutan generasi ketiga memiliki rerata lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kontrol dengan nilai rerata tertinggi yaitu pada INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh (124.0 cm). Pada galur IONAX diketahui bahwa nilai rerata tinggi tanaman pada galur mutan lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kontrol yang hanya memiliki rata-rata 100 cm (Gambar 9).



Gambar 9. Histogram Tinggi Tanaman: Galur INF dan IONAX

b. Umur Berbunga Betina

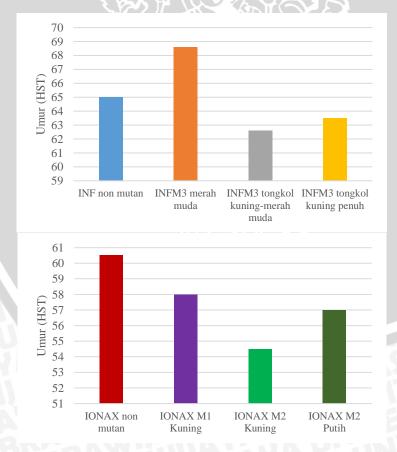
Berdasarkan hasil analisis pada karakter umur berbunga betina dapat diketahui bahwa nilai rerata pada INFM3 biji merah muda memliki rerata lebih tinggi dari kontrol. Sedangkan tanaman INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda dan INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh memiliki rerata yang lebih rendah. Pada galur IONAX diketahui bahwa rerata umur bunga tanaman mutan lebih rendah dari tanaman kontrol (60 HST) (Gambar 10).



Gambar 10. Histogram umur berbunga betina: Galur INF dan IONAX

c. Umur Berbunga Jantan

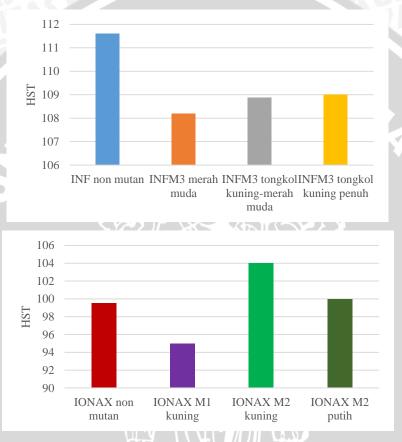
Sama halnya pada analisis karakter umur berbunga betina, diketahui bahwa umur berbunga jantan pada INFM3 biji merah muda memliki rerata tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lain. Sedangkan pada galur IONAX diketahui bahwa rerata umur bunga tanaman mutan lebih rendah dari tanaman kontrol (Gambar 11).



Gambar 11. Histogram umur berbunga jantan: Galur INF dan IONAX

d. Umur Panen

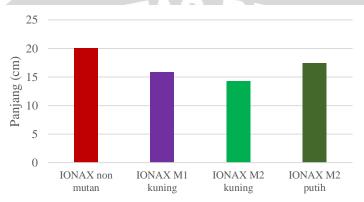
Berdasarkan hasil analisis pada karakter umur panen diketahui bahwa nilai rerata tanaman kontrol lebih tinggi dari semua perlakuan galur INFM3. Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata umur panen INF noo mutan lebih panjang daripada galur mutan INF generasi ketiga. Sedangkan pada galur IONAX diketahui bahwa rerata umur panen pada galur mutan generasi kedua lebih tinggi dari galur IONAX non mutan (Gambar 12).



Gambar 12. Histogram umur panen: Galur INF dan IONAX

Panjang Tongkol

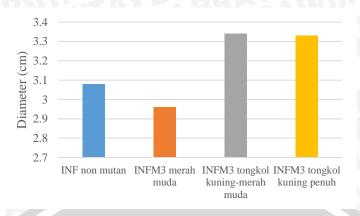
Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa rerata panjang tongkol INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda dan INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh lebih tinggi daripada tanaman kontrol. Sedangkan INFM3 biji merah muda memiliki rerata panjang tongkol yang lebih rendah dari kontrol. Pada galur IONAX diketahui bahwa nilai rerata panjang tanaman kontrol lebih tinggi dari semua tanaman mutan (Gambar 13).

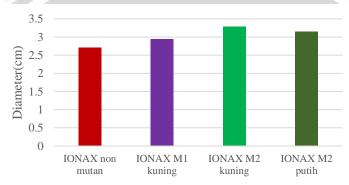


Gambar 13. Histogram panjang tongkol: Galur INF dan dan IONAX

f. Diameter Tongkol

Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa rerata diameter tongkol INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda dan INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh lebih tinggi daripada tanaman kontrol sedangkan tanaman INFM3 biji merah muda memiliki rerata panjang tongkol yang lebih rendah dari kontrol. Pada galur IONAX yang menunjukkan nilai rerata diameter tongkol tanaman mutan lebih tinggi dari tanaman non mutan dengan rerata tertinggi pada IONAX M2 kuning (Gambar 14).

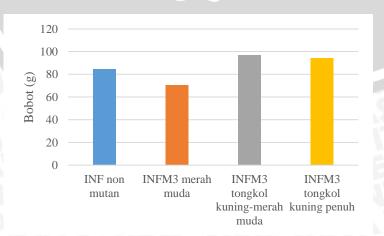


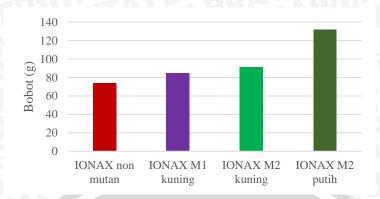


Gambar 14. Histogram diameter tongkol: Galur INF dan IONAX

g. Bobot Tongkol

Hasil analisis rerata bobot tongkol menunjukkan bahwa nilai rerata INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda dan INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh lebih tinggi daripada tanaman kontrol. Sedangkan pada INFM3 biji merah muda memiliki rerata bobot tongkol yang lebih rendah dari kontrol. Pada galur IONAX diketahui bahwa nilai rerata bobot tongkol tanaman mutan lebih tinggi dari tanaman kontrol dengan nilai paling tinggi yaitu pada IONAX mutan generasi kedua biji putih (Gambar 15).

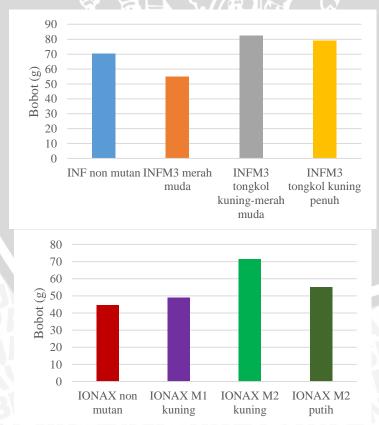




Gambar 15. Histogram bobot tongkol: Galur INF dan IONAX

h. Bobot Biji per Tongkol

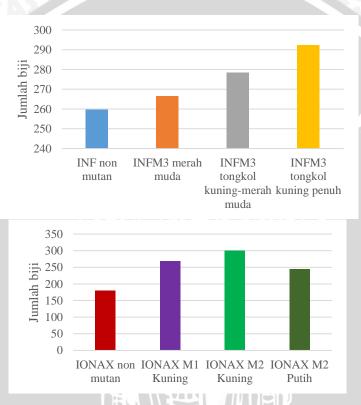
Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rerata pada karakter bobot biji sebanding dengan karakter bobot tongkol. Hal ini diketahui dari nilai rerata INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda dan INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh yang lebih tinggi daripada tanaman kontrol sedangkan pada tanaman INFM3 biji merah muda memiliki rerata bobot biji yang lebih rendah. Pada galur IONAX diketahui nilai rerata bobot biji pada tanaman mutan lebih tinggi dari tanaman kontrol dengan nilai paling tinggi yaitu pada IONAX M2 kuning (Gambar 16).



Gambar 16. Histogram bobot biji per tongkol: Galur INF dan IONAX

Jumlah Biji per Tongkol

Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa rerata jumlah biji per tongkol pada semua perlakuan mutan memiliki nilai rerata lebih tinggi daripada tanaman kontrol dengan nilai tertinggi pada INFM3 tongkol kuning penuh. Sama halnya dengan mutan INF, pada galur IONAX diketahui bahwa nilai rerata jumlah biji pada tanaman mutan lebih tinggi dari tanaman kontrol dengan nilai paling tinggi yaitu pada IONAX mutan generasi kedua kuning (Gambar 17).



Gambar 17. Histogram jumlah biji per tongkol: Galur INF dan IONAX

4.1.4 Pengaruh Polen pada Karakter Kualitatif dan Kuantitatif Tongkol

Pengaruh polen galur mutan terhadap galur non mutan dapat diketahui melalui pengamatan karakter kualitatif dan kuantitatif pada hasil kombinasi persilangan. Pada penelitian ini karakter kualitatif yang diamati ialah warna biji. Hasil persilangan antara galur mutan dengan non mutan menunjukkan tidak adanya perubahan warna biji (Tabel 15).

Tabel 15. Persentase warna biji hasil persilangan antara galur non mutan dengan galur mutan

WALU		Tetua	Warna biji (%)			
9	X	7 A T L A	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	
	IT		Kuning	Putih	Krem	
IONAX	X	IONAX	100	0	0	
IONAX	X	IONAX M1 Kuning	100	0	0	
IONAX	X	IONAX M2 Kuning	100	0	0	

Karakter kuantitatif tongkol yang diamati meliputi panjang tongkol, diameter tongkol, berat tongkol, berat biji, dan jumlah biji. Dari hasil pengamatan pada masing-masing kombinasi persilangan diketahui bahwa hasil crossing INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh berbeda nyata dengan hasil sibmating INF pada semua karakter tongkol. Perbandingan antara hasil crossing INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda dengan sibmating INF menunjukkan perbedaan pada karakter jumlah biji. Sedangkan pada galur IONAX menunjukkan hanya karakter jumlah biji hasil persilangan IONAX non mutan dengan IONAX M2 biji kuning yang berbeda nyata (Tabel 16).

Tabel 16. Hasil 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	toligkol	Uligkoi	toligkoi	Diji	Oiji
		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

4.2 PEMBAHASAN

4.2.1 Uji Perkecambahan dan Kemampuan Hidup Tanaman

Pada karakter tanaman yang pertama yaitu 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 tepat akibat adanya perubahan (mutasi) sehingga menurunkan viabilitas benih. Seperti yang disampaikan oleh Evans dan Kermicle (2001) bahwa perkembangan yang tepat pada biji tidak hanya bergantung pada peran gen dari hasil embrio dan endosperma tetapi juga peran gen-gen maternal. Pada jagung, terdapat suatu efek mutasi maternal baru, yaitu maternal effect lethal1 (mel1) yang menyebabkan produksi biji cacat. Selain itu, adanya mutasi juga dapat menyebabkan morfologi kantung embrio tidak normal yang bisa jadi memiliki efek maternal pada perkembangan biji. Pada galur INFM3, penurunan persentase daya kecambah diduga terjadi akibat masih adanya pengaruh kolkisin. Seperti pada penilitian yang dilakukan Essel et al. (2015) pada kacang tunggak baik pada generasi pertama maupun generasi kedua hasil induksi kolkisin. Kolkisin juga menyebabkan persentase perkecambahan tanaman Plox menurun secara drastis pada beberapa konsentrasi (Tiwari dan Mishra, 2012).

Dilihat dari nilai persentasenya, diketahui bahwa nilai pada parameter jumlah tanaman yang hidup tidak berbanding lurus dengan persentase daya kecambah benih. Seperti pada tanaman mutan INFM3 biji merah muda yang memiliki daya kecambah yang sangat rendah namun memiliki kemampuan untuk hidup lebih tinggi. Sebaliknya pada tanaman mutan IONAX M2 biji putih menunjukkan daya kecambah tinggi namun memiliki kemampuan hidup sangat rendah. Pada kedua galur, kematian banyak terjadi dikarenakan tanaman dalam kondisi albino (Gambar 18 dan 19). Seperti yang kita ketahui bahwa tanaman albino akan segera mengalami kematian setelah cadangan makanan di dalam biji habis, karena tanaman ini tidak mampu melakukan fotosintesis sehubungan dengan tidak adanya klorofil. Dari hasil pengamatan, kematian terjadi setelah tanaman berumur 15 HST. Menurut Kempton (1924), sangat jarang untuk menemukan tanaman albino yang memiliki jumlah daun empat atau lebih. Namun apabila ditemukan, maka ukurannya akan lebih kecil dari pada daun pada tanaman normal. 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, sedikit lemah pada anakan salah satu tipe mutan. Selain itu, beberapa mutan juga dicirikan segera mati setelah berkecambah, beberapa akan terus tumbuh sebagai tanaman yang lemah selama beberapa minggu sebelum mati, beberapa segera mati seiring dengan habisnya cadangan makanan pada endosperma (sekitar dua minggu setelah berkecambah dan beberapa tumbuh sampai dewasa). Pada galur INFM3 menurunnya kemampuan hidup tanaman juga diduga karena masih adanya pengaruh dari pemberian kolkisin. Menurut Wongpiyasatid et al. (2005), kebanyakan kasus menunjukkan bahwa kematian terjadi dikarenakan rendahnya vigor benih untuk mampu mengatasi efek toksik dari kolkisin. Selain itu, pada dasarnya di tanaman jagung memang terdapat gen putih (w) yang alelnya meliputi: w1, dengan ciri-ciri kernel kuning, berkecambah normal; w2 - kecambah putih, warna endosperma bercorak mozaik dan aleuron tidak berwana ketika gen aleuron berwarna, plastid DNA berkurang; w3 - kernel vivipari, embrio, skutelum, dan endosprema berwarna putih, aleuron berwarna tetapi dengan intensitas pigmen yang berkurang, kecambah berwarna putih, kernel kuning pucat terkadang muncul yang disebabkan pigmen flavonoid yang tak teridentifikasi; w11, w14, w16, dan w17 - kecambah letal seperti w1; w15 seperti w1 yang gagal mengubah klorofilida; w18 - kecambah berwarna putih- bergaris hijau pucat; w19 - jaringan tanaman berwarna putih pada daun dan chimera (Vančetović et al., 2010).



Gambar 18. Penampilan tanaman normal dan albino galur INFM3



Gambar 19. Penampilan tanaman normal dan albino galur IONAX

4.2.2 Karakter Kualitatif

Hasil pengamatan bentuk ujung daun pertama, warna pangkal batang dan warna glum menunjukkan tidak adanya perubahan pada galur mutan INF generasi ketiga (INFM3), atau sama dengan dengan tanaman kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa kolkisin tidak memberikan pengaruh pada karakter-karakter tersebut. Sama seperti pada galur IONAX yang menunjukkan tidak adanya perbedaan warna pangkal batang antara tanaman mutan dengan tanaman kontrol, namun terdapat sedikit perbedaan pada karakter bentuk ujung daun. Selain itu, pada karakter warna glum terdapat perbedaan yaitu antara galur IONAX non mutan yang memiliki warna glum hijau kemerahan sedangkan galur IONAX mutan generasi kedua kuning yang menunjukkan warna hijau. Berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Malihah (2011) yang menunjukkan adanya keragaman pada karakter warna bunga dan bentuk daun pada kedelai mutan. Pada penelitian yang dilakukan Herman et al. (2013) juga menunjukkan adanya perubahan pada bentuk daun kacang hijau mutan. Warna bunga adalah sifat yang memberikan peluang yang berbeda karena perubahan yang terjadi bersifat labil dengan contoh perubahan yang berbeda antar spesies yang berkerabat dekat. Hal ini menawarkan kesempatan untuk melakukan pengujian kasus "replikasi" pada perubahan fenotip yang sama. Selain itu, perubahan pada karakter warna yang terjadi juga berhubungan dengan struktur jalur biosintesis antosianin yang menjadi penghasil pigmen bunga paling penting (Wessinger dan Rausher, 2012).

Hasil pengamatan karakter warna biji pada galur INF mutan generasi ketiga (INFM3) menunjukkan adanya perubahan berupa penambahan warna biji yang semula hanya ada dua warna yaitu kuning dan merah muda kemudian muncul warna putih (Gambar 20). Warna putih yang muncul hanya ditemukan pada INFM3 yang berasal dari tongkol kuning-merah muda. Perubahan warna yang terjadi diduga

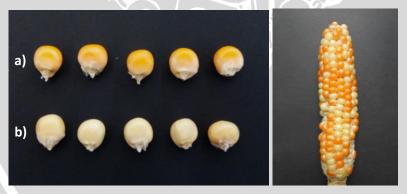
Pada galur IONAX diketahui bahwa karakter warna putih pada biji masih diturunkan, namun hanya oleh IONAX mutan generasi kedua (Gambar 21). Perubahan warna pada pada biji jagung diduga terjadi karena adanya peristiwa paramutasi. Paramutasi adalah suatu fenomena epigenetik yang berkembang dimana penggabungan dua alel tertentu menghasilkan perubahan yang dapat diwariskan pada ekspresi salah satu alel (Chandler dan Stam, 2004). Dengan kata lain paramutasi menjelaskan tentang perubahan yang dapat diturunkan dari suatu ekspresi gen yang dibawa melalui interaksi antar kromosom homolog (Hollick, 2010). Meskipun memiliki istilah yang sama dengan mutasi pada umumnya, paramutasi tidaklah sama dengan mutasi. Paramutasi dapat diprediksi, tidak berubah, dan terkadang bersifat dapat balik (reversible). Selain itu fenomena ini merupakan penyimpangan dari hukum Mendel (Gabriel dan Hollick, 2015). Kejadian paramutasi pada jagung telah dibuktikan dalam penelitian yang dilakukan

oleh Alexander Brink pada tahun 1956, yang mempelajari gen pengatur yang terlibat dalam biosintesis antosianin dan khususnya lokus *red colour 1 (r1)* yang mengatur pewarisan pola pigmentasi pada kernel. Pada lokus *r1*, R-r (alel yang mudah paramutasi) yang memunculkan biji ungu pekat ketika berkombinasi dengan alel penyebab paramutasi *R-stippled* adalah diturunkan namun tertutupi, karena mendapatkan sangat sedikit pigmentasi (R-r²) (Pilu, 2015).



Gambar 20. Hasil pengamatan warna biji galur INF:

- a) warna kuning (wild type);
- b) warna merah muda (mutan);
- c) warna kuning embrio ungu (mutan);
- d) warna putih (mutan)



Gambar 21. Hasil pengamatan warna biji galur IONAX: a) warna kuning (*wild type*) dan b) warna putih (mutan)

Beragamnya respon yang ditunjukkan pada masing-masing karakter menunjukkan bahwa mutasi hanya memberi pengaruh pada penampilan karakter-karakter tertentu. Menurut (Oeliem *et al.*, 2008 dalam Herman, 2013) mutasi dapat terjadi pada setiap bagian tanaman dan fase pertumbuhan tanaman. Namun kejadian

ini lebih banyak terjadi pada bagian yang sedang aktif mengadakan pembelahan sel seperti tunas, biji, dan sebagainya.

4.2.3 Karakter Kuantitatif

Karakter kuantitatif merupakan karakter yang dikendalikan oleh banyak gen yang masing-masing gen berpengaruh kecil terhadap ekspresi suatu karakter. Adanya perubahan yang terjadi pada materi genetik akan menimbulkan variasi genetik yang dapat mempengaruhi penampilan fenotipnya. Berdasarkan penelitian menunjukkan terdapat hasil yang berbeda-beda pada masing-masing perlakuan.

Pada pengamatan tinggi tanaman diketahui bahwa pada galur INFM3 mengalami peningkatan rata-rata dibandingkan tanaman kontrol. Begitu pula pada galur IONAX yang juga mengalami peningkatan dibandingkan dengan tanaman kontrol (Gambar 9). Hasil penelitian ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Nura et al. (2013) pada tanaman wijen yang menunjukkan peningkatan tinggi tanaman pada beberapa konsentrasi kolkisin. Selain itu pada penelitian yang dilakukan Essel *et al.* (2015) juga terjadi peningkatan tinggi tanaman kacang unggak hasil induksi kolkisin pada generasi kedua. Perlakuan kolkisin pada krisan kultivar *Big Yellow* pada beberapa variasi waktu perendaman juga mampu meningkatkan tinggi tanaman (Daryono dan Rahmadani, 2009).

Pengamatan yang dilakukan pada karakter umur berbunga masing-masing perlakuan pada kedua galur menunjukkan hasil yang bervariasi. Pada galur INFM3 peningkatan umur berbunga hanya terjadi pada perlakuan INFM3 biji merah muda dengan perbedaan yang sangat nyata. Sedangkan pada galur IONAX diketahui bahwa tanaman mutan memiliki rerata umur berbunga yang lebih rendah. Adanya perubahan pada karakter umur berbunga juga terjadi pada penelitian Archana et al. (2004) pada tanaman kedelai yang menunjukkan adanya peningkatan pada karakter tersebut. Menurut Lewis *et al.* (2002) *dalam* Nura (2013) perubahan pada karakter tersebut mungkin disebabkan oleh kecenderungan mutagen dalam mengaktifkan gen yang berperan untuk memicu pembungaan, dengan membuat tanaman tersebut tanggap terhadap tanda-tanda lingkungan seperti fotoperiodisme dan aksi hormonal.

Kemunduran umur berbunga pada beberapa perlakuan tanaman INFM3 tidak berbanding lurus dengan umur panen. Gambar 12 menunjukkan bahwa tanaman

BRAWIJAYA

INFM3 memiliki umur panen yang lebih pendek daripada tanaman kontrol. Adanya perbedaan respon pada tiap perlakuan menyebabkan ekspresi yang ditampilkan pula (Anggraeni, 2015). Kejadian seperti awalnya pembungaan dan pemasakan buah mungkin diakibatkan adanya perubahan fisiologi pada tanaman oleh suatu mutagen (Dhakhanamoorthy *et al.*, 2010).

Adanya peningkatan rata-rata pada karakter tinggi tanaman, panjang tongkol dan diameter tongkol menunjukkan adanya pengaruh pemberian kolkisin. Seperti pendapat Haryanti et al. (2009) yang mengatakan bahwa kolkisin ialah salah satu senyawa alkaloid yang dapat menyebabkan penggandaan jumlah kromosom tanaman sehingga membentuk tanaman poliploid. Tanaman poliploid merupakan tanaman yang mempunyai kromosom lebih banyak yang menyebabkan ukuran sel dan inti sel bertambah besar. Sel yang berukuran lebih besar akan memberi perubahan morfologi bagian tanaman seperti daun, bunga, buah maupun tanaman secara keseluruhan yang lebih besar. Namun hal ini berbeda dengan hasil penelitian pada tanaman mutan generasi pertama dan kedua yang menunjukkan adanya penurunan pada karaker tinggi tanaman dan panjang tongkol. Terjadinya variasi respon ini dapat terjadi dikarenakan pengaruh kolkisin dalam menggandakan kromosom belum tampak pada generasi pertama dan kedua. Hal ini sesuai dengan pendapat Soedjono (2003) yang menyatakan bahwa penampakan yang disebabkan oleh mutasi sering kali baru muncul setelah generasi selanjutnya, yakni M2, V2, atau kelanjutannya.

Pada karakter tongkol seperti panjang, diameter, jumlah biji, bobot biji, dan bobot tongkol menunjukkan bahwa terdapat respon yang berbeda-beda pada masing-masing karakter dan perlakuan. Hasil menunjukkan bahwa ada beberapa tanaman mutan yang memiliki nilai rerata lebih tinggi dari tanaman kontrol pada karakter tersebut. Hal ini dapat dijadikan bahan seleksi untuk mendapatkan karakter yang diinginkan. Beberapa kasus menujukkan bahwa karakter hasil sering menjadi hal yang diutamakan karena berkaitan dengan hasil dari produksi tanaman. Perubahan karakter yang menjadi lebih baik sebagai hasil mutasi dapat dijadikan dasar untuk pemilihan tanaman. Seperti yang kita ketahui bahwa dalam program pemuliaan tujuannya adalah meningkatkan keragaman genetik pada tanaman sehingga memungkinkan bagi pemulia untuk melakukan seleksi sesuai tujuan yang

dikehendaki. Namun pada kenyataannya, hasil dari mutasi yang terjadi tidak selalu tampak secara langsung. 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).

4.2.4 Pengaruh Polen pada Karakter Kualitatif dan Kuantitatif Tongkol

Pada hasil pengamatan karakter kualitatif, hasil secara keseluruhan menunjukkan polen tidak memberikan pengaruh pada perubahan warna biji. Hal ini diketahui dari hasil pengamatan warna biji yang muncul yaitu hanya warna kuning. Pengaruh polen atau yang biasa disebut dengan efek xenia salah satunya dapat diketahui dari karakter warna biji yang diamati secara visual. Dari hasil tersebut maka dapat diduga bahwa karakter warna kuning baik pada galur INF maupun IONAX bersifat dominan. Gen yang mengendalikan warna bisa terdiri atas lebih dari satu gen. Ketika terjadi dominasi antara gen-gen pengendali warna dominan, maka kemungkinan hanya salah satu gen dominan saja yang mendominasi dan memunculkan ekspresi warna (Hariyanti, 2014). 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.



Gambar 22. Hasil persilangan antara galur non mutan dengan mutan: a) INF dan b) IONAX

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 sebagian besar hasil persilangan pada masing-masing galur memiliki nilai

rerata lebih rendah dari hasil sibmating. Hal ini sesuai dengan pendapat Mizrahi, Mouyaal, dan Sitrit (2004) yang mengungkapkan bahwa pengaruh polen tidak selalu muncul dalam menghasilkan perubahan yang positif pada beberapa karakter tanaman. Namun berbeda dengan hasil penelitian Wijaya *et al.* (2007) yang 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. Ukuran tongkol merupakan salah satu parameter kualitas tongkol yang mempengaruhi hasil produksi tanaman. Efek negatif pada hasil yaitu berupa penurunan rerata karakter tongkol dapat dipengaruhi oleh jumlah polen yang berhasil menyerbuki. Seperti pendapat Gardner *et al.* (1991) yang menyebutkan bahwa proses pertumbuhan dan perkembangan buah (set buah) dipengaruhi oleh jumlah polen, kompatibilitas serbuk sari, dan kondisi lingkungan. Hasil set biji dan pemasakan biji pada tanaman terbatas pada banyaknya pemasokan hasil asimilasinya. Adanya tekanan lingkungan dapat mengurangi pemasokan hasil asimilasi dan jumlah biji.

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, 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.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- 1. Terdapat perbedaan pada beberapa karakter galur mutan jagung pakan generasi kedua dan ketiga
- 2. Tanaman mutan INF generasi ketiga menunjukkan perbedaan dengan tanaman kontrol pada karakter tinggi tanaman, umur berbunga jantan, umur berbunga betina, panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah biji per tongkol, bobot biji per tongkol, dan bobot tongkol. Sedangkan tanaman mutan IONAX hanya menunjukkan perbedaan pada karakter umur panen
- 3. Munculnya biji berwarna putih pada galur IONAX, warna merah muda beserta karakter warna baru yaitu putih pada galur INF menunjukkan bahwa proses mutasi masih berlangsung pada generasi selanjutnya
- 4. Polen galur mutan tidak memberikan pengaruh nyata secara keseluruhan terhadap karakter hasil persilangan
- 5. Hasil persilangan masing-masing galur mutan dengan non mutan menunjukkan bahwa karakter warna baru yang muncul tidak dipengaruhi oleh polen jantan

5.2 Saran

Saran yang diajukan dari penelitian ini ialah:

- 1. Adanya perubahan karakter yang baru pada hasil dari mutan generasi ketiga perlu dijadikan sebagai bahan kajian penelitian berikutnya mengenai karakter yang potensial dikembangkan
- 2. Pola pewarisan pada karakter biji perlu dikaji lagi untuk mengetahui apakah masih terjadi perubahan pada generasi mutan selanjutnya

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. J. 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. J. Produksi Tanaman. 5(7): 1-7.
- Anonimus. 2006. Panduan Pengujian Individual. Kebaruan, Keunikan, Keseragaman dan Kestabilan. Departemen Pertanian Republik Indonesia. Pusat Perlindungan Varietas Tanaman. pp 19.
- ______. 2015. Pedoman Teknis GP-PTT Jagung Tahun 2015. 2015. http://tanamanpangan.pertanian.go.id/files/pednis GPPTT Jagung 2015.pdf
- Ariyanto S.E., dan P. Supriyadi. 2005. Pengaruh Kolkhisin Terhadap Fenotipe dan Jumlah Kromosom Jahe (*Zingiberr officinale* Rosc.). Jurnal Pertanian 6 (8): 1-15.
- Bozonovic, S., S. Prodanovic, J. Vancetovic, A. Nikolic1, D. Ristic, M. Kostadinovic, and D. Ignjatovic. 2015. Individual and Combined (Plus-Hybrid) Effect of Cytoplasmic Male Sterility and Xenia on Maize Grain Yield. Chilean Journal of Agricultural Research 75(2): 160-167.
- Chandler, V.L. and M. Stam. 2004. Chromatin Conversations: Mechanisms and Implications of Paramutation. Nature Reviews Genetics 5: 532-544.
- Crowder, L.V. 1997. Genetika Tumbuhan. Gadjah Mada University Press. pp 499.
- Daryono, B.S. dan W.D. Rahmadani. 2009. Karakter Fenotipe Tanaman Krisan (*Dendranthema grandiflorum*) Kultivar *Big Yellow* Hasil Perlakuan Kolkisin. Jurnal Agrotropika 14(1): 15-18.
- Denney, J.O. 1992. Xenia Includes Metaxenia. Hortscience. 27(7): 722-728.
- 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. J. Plant Biol. 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: 303–315.
- Fatimah, F. 2013. Efek Xenia pada Persilangan Beberapa Genotipe Jagung (*Zea mays* L.) Terhadap Karakter Biji dan Tongkol Jagung. Jurnal Produksi Tanaman. 2 (2): 103-110.

- Gabriel, J.M. and J.B. Hollick. 2015. Paramutation in Maize and Related Behaviors in Metazoans. Seminars in Cell & Developmental Biology 44: 11–21.
- Gardner, F.P., Mitchel, R.L., and Pearce, R.B. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Universitas Indonesia. Jakarta. pp 428.
- Haryanti, S., R. B. Hastuti, N. Setiari, dan A. Banowo. 2009. Pengaruh Kolkisin Terhadap Pertumbuhan, Ukuran Sel Metafase, dan Kandungan Protein Biji Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiate* (L) Wilczek). Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi. 10 (2): 112-120.
- 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.
- Harten, A.M.V. 1998. Mutation Breeding Theory and Practical Applications. Cambridge University Press. pp 353.
- Herman, I.N. Malau, dan D.I. Roslim. 2013. Pengaruh Mutagen Kolkisin Pada Biji Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Terhadap Jumlah Kromosom dan Pertumbuhan. [Online]. http://repository.unri.ac.id/. Diakses pada 1 April 2016
- Hollick, J.B. 2010. Paramutation and Development. Annu. Rev. Cell Dev. Biol. 26: 26.1–26.23.
- Kempton, J.H. 1924. The Rate of Growth Green and Albino Maize Seedling. Journal of Agricultural Research 29 (6): 311-312.
- Mangoendidjojo, W. 2003. Dasar-dasar Pemuliaan Tanaman. Kanisius. Yogyakarta. pp 194.
- Malihah, Z. 2011. Korelasi Antar Karakter pada 9 Galur Mutan Kedelai (*Glycine max* (L). Merill). 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: 469-472.
- Nasir, M. 2001. Pengantar Pemuliaan Tanaman. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. pp 325.
- Neuffer, M.G. and W.F. Sheridan. 1980. Defective Kernel Mutants of Maize I. Genetic and Lethality Studies. Genetics 95: 923-944.
- Niknejad, M., M. Kheradnam, and M. Khosh-khui. 1977. Spontaneous Somatic Mutation Frequency for Seed Color in a Mutable Chikpea Pure Line and its Modification by Chemical Mutagens. Can. J. Plant Sci. 58: 235-240.
- Nura, S., A.K. Adamu, S. Mu'Azu, D.B. Dangora, and L.D. Fagwalawa. 2013. Morphological Characterization of Cholchicine-induced Mutants in Sesame (*Sesamun indicum* L.). Journal of Biological Sciences 13 (4): 277-282.
- Pilu, R. 2015. Paramutation Phenomena in Plants. Seminars in Cell & Developmental Biology 44: 2–10.

- Poepodarsono, S. 1988. Dasar-dasar Ilmu Pemuliaan Tanaman. IPB. Bogor. pp 180.
- Purwono dan R. Hartono. 2005. Bertanam Jagung Unggul. Penebar Swadaya. Jakarta. pp 69.
- Riwandi, M. Handajaningsih, dan Hasanudin. 2014. Teknik Budidaya Jagung dengan Sistem Organik di Lahan Marjinal. Unib Press. pp 56.
- 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.
- Sari, I. A. dan A.W, Susilo. 2011. Indikasi Pengaruh Xenia pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.). Pelita Perkebunan 27(3): 181-190.
- Singh, J. 1987. Field Manual of Maize Breeding Procedures. Food and Agriculture Organization of The United State. pp 209.
- Smith, K.C. 1992. Spontaneous Mutagenesis: Experimental, Genetic and Other Factors. Mutation Research 22: 139-162.
- Soedjono, S. 2003. Aplikasi Mutasi Induksi dan Variasi Somaklonal dalam Pemuliaan Tanaman. Jurnal Litbang Pertanian 22(2): 70-78.
- Stebbins, G.L. 1950. Variation and Evolution in Plants. Columbia University Press. pp 643.
- Takdir, A., S. Sunarti, dan M.J. Mejaya. 2007. Pembentukan Varietas Jagung Hibrida. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Tiwari, A.K. and S.K. Mishra. 2012. Effect of Colchicine on Mitotic Polyploidization and Morphological Characteristics of *Phlox drummondi*. African Journal of Biotechnology 11 (39): 9336-9342.
- Vančetović, J., S. Božinović, D. Ignjatovic-Mičić, K. Marković and V. Andjelković. 2010. A Recently Discovered Albino Seedling Mutant in Maize. Arch. Biol. Sci. 62 (4): 967-972.
- Wang, Y.-J., P. White, L. Pollak, and J. Jane. 1993. Characterization of Starch Structures of 17 Maize Endosperm Mutant Genotypes with Oh43 Inbred Line Background. Chereal Chem 70 (2): 171-179.
- Wardhani, R.K., S.L. Purnamaningsih, dan A. Soegianto. 2014. Efek Xenia Pada Persilangan Beberapa Genotip Jagung (*Zea mays* L.). J. Produksi Tanaman. 2 (4): 347-353.
- Warianto, C. 2011. Mutasi. Universitas Airlangga. Surabaya.

- Welsh, J.R. 1991. Dasar-dasar Genetika dan Pemuliaan Tanaman. Erlangga. Jakarta. pp 224.
- 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.
- Wicaksono, C., Ainurrasjid, dan A.N. Sugiharto. 2014. Efek Xenia pada Persilangan Jagung Ketan (*Zea mays* L. ceratina Kulesh) Terhadap Bentuk dan Warna Biji. J. Produksi Tanaman. 2 (4):268-274.
- 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): 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 J. 39 (4): 552-559.



7.

IONAX M2 biji putih IONAX non mutan

LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Percobaan

Denah percobaan Plot percobaan 30 cm **→** 30 cm 30 cm \$ 30 cm 30 cm **‡** 15 cm Ŏ 75 cm Keterangan: U 1. INF non mutan 2. INFM3 biji merah muda 3. INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh 4. INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda 5. IONAX M1 biji kuning 6. IONAX M2 biji kuning

INF non mutan



INFM3 biji merah muda



INFM3 Biji kuning Tongkol kuning-merah



INFM3 Biji kuning Tongkol kuning penuh



IONAX non mutan



IONAX M1 Biji Kuning



IONAX M2 Biji Kuning



IONAX M2 Biji Putih

Lampiran 3. Dokumentasi Warna Pangkal Batang



INF non mutan



INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda



INFM3 biji merah muda



INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh



IONAX non mutan



IONAX M1 biji kuning



IONAX M2 biji kuning



IONAX M2 biji putih

Lampiran 4. Dokumentasi Warna Glum



INF non mutan



INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda



INFM3 biji merah muda



INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh



IONAX non mutan



IONAX M1 biji kuning



IONAX M2 biji kuning



IONAX M2 biji putih

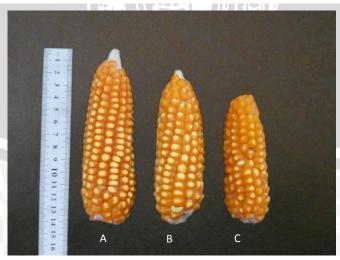
Lampiran 5. Dokumentasi Penampilan Tongkol



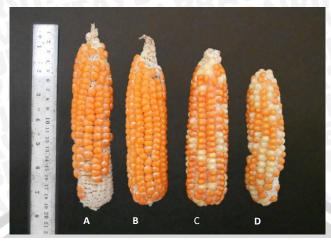
SIB: A) INF, B) INFM3 biji merah muda, C) INFM3 biji kuning tongkol kuning merah muda, D) INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh



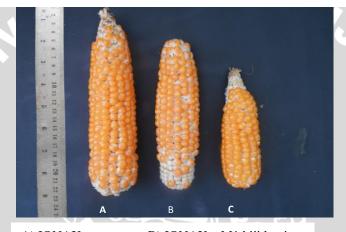
Warna tongkol galur INFM3



A) INF, B) INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning merah muda, C) INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh



SIB: A) IONAX, B) IONAX M2 biji kuning, C) IONAX M2 biji kuning, D) IONAX M2 biji putih



A) IONAX non mutan, B) IONAX x M1 biji kuning, C) IONAX x IONAX M2 biji kuning

Uji T menggunakan program Microsoft Excel 2013©

Lampiran 6. Tabel Uji T tinggi tanaman galur INF

Perlakuan		Rerata tinggi tanaman (cm)		Varian		T hitung	T tabel	T tabel		
A	A	Vs	В	A	В	A	В		370	170
INF (kontr	rol)		INFM3 biji merah muda	102.27	103.8	50.35	243.17	0.34 (tn)	2.08	2.84
INF	\$		INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	102.27	(115.4)	50.35	122.11	3.87 (**)	2.06	2.76
INF		43	INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	102.27	124.4	50.35	201.83	5.39 (**)	2.08	2.83
INFM3 bij muda	ji mera <mark>h</mark>	1	INFM3 biji tongkol kuning- merah muda	103.8	115.4	243.17	122.11	-2.35 ^(tn)	2.05	2.76
INFM3 bij muda	ji mera <mark>h</mark>		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	103.8	124.4	243.17	201.83	-3.78 ^(tn)	2.05	2.76
INFM3 bij tongkol ku merah mud	ining-	YA MA	INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	115.4	124.4	122.11	201.83	-1.94 ^(tn)	2.05	2.76

Lampiran 7. Tabel Uji T tinggi tanaman galur IONAX

Perlakuan		_	gi tanaman n)	Varian		T hitung	T tabel 5%	T tabel 1%	
A	Vs	В	A	В	\ _ A / / /	В			120
IONAX (kontrol)		IONAX M1 biji kuning	117.50	100	560.33	5.33	-1.47 ^(tn)	2.35	4.54
IONAX		IONAX M2 biji Kuning	117.50	116	560.33	225.33	-0.11 ^(tn)	2.01	3.36
IONAX		IONAX M2 biji putih	117.50	137.5	560.33	507	1.22 ^(tn)	1.94	3.14

Lampiran 8. Tabel Uji T umur berbunga betina galur INF

	Perlakuan			Rerata umur berbunga betina (HST)		Varian		T hitung	T tabel 5%	T tabel
	A	Vs	В	A	В	A	В		ALL THE	
INF (ko	ntrol)	Akt	INFM3 biji merah muda	66.67	69.53	1.38	3.41	5.07 (**)	2.05	2.76
INF	R		INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	66.67	64.2	1.38	3.31	-4.41 ^(tn)	2.05	2.76
INF			INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	66.67	63.87	1.38	3.12	-5.11 ^(tn)	2.05	2.76
INFM3	merah m <mark>ud</mark> a		INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	69.53	64.2	3.41	3.31	7.96 (**)	2.05	2.76
INFM3	merah m <mark>ud</mark> a		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	69.53	63.87	3.41	3.12	8.58 (**)	2.05	2.76
	tongkol merah mu <mark>d</mark> a		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	64.2	63.87	3.31	3.12	0.51 ^(tn)	2.05	2.76

Lampiran 9. Tabel uji T umur berbunga betina galur IONAX

	Perlakuan		Rerata umu betina	ır berbunga (HST)	Va	rian	T hitung	T tabel 5%	T tabel 1%
A	Vs	В	A	В	A	В		370	PL
IONAX (kontrol)	T	IONAX M1 biji kuning	60	59.5	5.33	0.33	-0.42 ^(tn)	1.94	3.14
IONAX		IONAX M2 biji kuning	60	55.5	5.33	0.33	-3.78 ^(tn)	1.94	3.14
IONAX		IONAX M2 biji putih	60	59	5.33	1.33	-0.77 ^(tn)	2.13	3.75

Lampiran 10. Tabel Uji T umur berbunga jantan galur INF

	Perlakuan			Rerata umur berbunga jantan (HST)		ian	T hitung	T tabel 5%	T tabel
A	Vs	В	A	В	A	В		ALL TI	Fit
INF (kontrol)	ALF	INFM3 biji merah muda	65	68.6	0.89	4.71	4.81 (**)	2.18	2.05
INF		INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	65	62.6	0.89	2.49	-4.13 ^(tn)	2.10	2.87
INF		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	65	63.5	0.89	1.83	-2.87 ^(tn)	2.10	2.87
INFM3 biji merah muda		INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	68.6	62.6	4.71	2.49	7.07 (**)	2.10	2.87
INFM3 biji merah muda		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	68.6	62.6	4.71	1.83	6.30 (**)	2.10	2.87
INFM3 biji kuning tongkol kuning- merah muda		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	62.6	62.6	2.49	1.83	-1.37 ^(tn)	2.10	2.87

Lampiran 11. Tabel Uji T umur berbunga jantan galur IONAX

Perlakuan			ır berbunga (HST)	Va	rian	T hitung	T tabel 5%	T tabel 1%	
A	Vs	В	A	В	A	В		370	
IONAX (kontrol)		IONAX M1 biji kuning	60.5	58	0.5		-5 ^(tn)	2.92	6.96
IONAX	H	IONAX M2 biji kuning	60.5	54.5	0.5	0.5	-8.48 ^(tn)	2.92	6.96
IONAX		IONAX M2 biji putih	60.5	57	0.5	0	-7 ^(tn)	2.92	6.96

Lampiran 12. Tabel uji T umur panen galur INF

	Perlakuan				Rerata umur panen (HST)		Varian		T tabel 5%	T tabel
	A	Vs	В	A B		A B			370	1 /0
INF (kon	ntrol)	ANY	INFM3 biji merah muda	111.6	108.2	1.54	2.31	-6.70 ^(tn)	2.05	2.76
INF	R		INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	111.6	108.87	1.54	3.7	-4.62 (tn)	2.05	2.76
INF	\$		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	111.6	109	1.54	3.28	-4.58n (tn)	2.05	2.76
INFM3 b muda	biji mera <mark>h</mark>	4	INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	108.2	108.87	2.31	3.7	-1.05 ^(tn)	2.05	2.76
INFM3 b muda	biji mera <mark>h</mark>	1	INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	108.2	109	2.31	3.28	-1.31 ^(tn)	2.05	2.76
INFM3 b tongkol k merah m		UN	INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	108.87	109	3.7	3.28	-0.19 ^(tn)	2.05	2.76

Lampiran 13. Tabel uji T umur panen galur IONAX

	Perlakuan		Rerata umur panen (HST)		Va	arian	T hitung	T tabel 5%	T tabel
A	Vs	В	A	В	A	ВВ		MAD	1 /0
IONAX (kontrol)		IONAX M1 kuning	100	99.5	1.33	0.33	-0.77 ^(tn)	2.13	3.75
IONAX		IONAX M2 Kuning	100	95.25	1.33	0.25	-7.55 ^(tn)	2.13	3.14
IONAX	10	IONAX M2 putih	100	104	1.33	0	6.93(**)	1.94	3.14

Lampiran Tabel 14. Uji T panjang tongkol galur INF

	Perlakuan A Vs B			Rerata panjang tongkol (cm)		Varian		T hitung	T tabel 5%	T tabel
	A	Vs	В	A	В	A B			370	170
INF (ko	ontrol)		INFM3 biji merah muda	13.83	12.71	0.93	2.31	-2.4 ^(tn)	2.05	2.76
INF	R		INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	13.83	15.48	0.93	0.15	6.13 (**)	2.05	2.76
INF	\$		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	13.83	(15.4)	0.93	0.22	5.67 (**)	2.05	2.76
INFM3 muda	biji merah	45	INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	12.71	15.48	2.31	0.15	-6.81 (tn)	2.12	2.92
INFM3 muda	biji merah	T.	INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	12.71	15.4	2.31	0.22	-6.53 ^(tn)	2.11	2.90
	biji kunng kuning- nuda		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	15.48	15.4	0.15	0.22	0.50 ^(tn)	2.05	2.76

Lampiran 15. Tabel Uji T panjang tongkol galur IONAX

Perlakuan			ang tongkol m)	Varian		T hitung	T tabel 5%	T tabel	
A	Vs	В	A	В	A	В			1 /0
IONAX (kontrol)		IONAX M1 biji kuning	20.5	15.9	16.80	15.41	-1.46 ^(tn)	1.94	3.14
IONAX		IONAX M2 biji kuning	20.05	15.77	16.80	3.25	-1.90 ^(tn)	2.13	3.75
IONAX	1-1-1	IONAX M2 biji putih	20.05	17.4	16.80	3.41	-1.18 ^(tn)	2.13	3.75

Lampiran 16. Tabel Uji T diameter galur INF

	Perlakuan			ameter (cm)	3 Va	rian	T hitung	T tabel 5%	T tabel
A	Vs	В	A	В	A	В		370	
INF (kontrol)	INFM3 biji merah muda	3.08	2.96	0.08	0.05	-1.35 ^(tn)	2.05	2.76
INF	RA	INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	3.08	3.33	0.08	0.03	2.90 (**)	2.06	2.80
INF	5 B	INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	3.08	3.33	0.08	0.02	2.94 (**)	2.05	2.76
INFM3 biji i muda	merah	INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	2.96	3.33	0.05	0.03	-4.95 ^(tn)	2.05	2.76
INFM3 biji 1 muda	mera <mark>h</mark>	INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	2.96	3.33	0.05	0.02	-5.13 ^(tn)	2.05	2.76
INFM3 biji l tongkol kuni merah muda	ng-	INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	3.33	3.33	0.03	0.02	0.12 ^(tn)	2.05	2.76

Lampiran 17. Tabel Uji T diameter galur IONAX

Perlakuan		Rerata dia	meter (cm)	Va	arian	T hitung	T tabel 5%	T tabel		
A	Vs	В	A	В	A	В			170	
IONAX (kontrol)		IONAX M1 biji kuning	3.14	2.71	0.03	0.25	-1.65 ^(tn)	1.94	3.14	
IONAX		IONAX M2 biji Kuning	3.14	3.15	0.03	0.06	0.02 ^(tn)	1.94	3.14	
IONAX		IONAX M2 biji putih	3.14	3.28	0.03	0.08	0.82 ^(tn)	1.94	3.14	

Lampiran 18. Tabel Uji T berat tongkol galur INF

	Perlakuan				Rerata berat tongkol (gram)		Varian		T tabel	T tabel
A		Vs	В	A B		A	В		370	170
INF (kontro	ol)	AVL	INFM3 biji merah muda	84.4	70.47	127.97	276.41	-2.68 ^(tn)	2.05	2.76
INF	Ř		INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	84.4	96.93	127.97	75.21	3.40 (**)	2.05	2.78
INF	5		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	84.4	94.47	127.97	87.41	2.66 (*)	2.05	2.77
INFM3 biji muda	merah		INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	70.47	96.93	276.41	75.21	-5.46 (tn)	2.08	2.83
INFM3 biji muda	merah		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	70.47	94.47	276.41	87.41	-4.87 ^(tn)	2.07	2.82
INFM3 biji tongkol kun merah muda	ing-		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	96.93	94.47	75.21	87.41	0.75 ^(tn)	2.05	2.76

Lampiran 19. Tabel Uji T berat tongkol galur IONAX

	Perlakuan			rat tongkol am)	Varia	an	T hitung	T tabel	T tabel 1%	
A	Vs	В	A	В	A	В		370		
IONAX (kontrol)		IONAX M1 biji kuning	132	74	3201.33	3201.33	-1.45 ^(tn)	1.94	3.14	
IONAX	拼	IONAX M2 biji kuning	132	84.5	3201.33	3	-1.68 ^(tn)	1.94	3.14	
IONAX	IONAX IONAX M2biji putih		132	91.5	3201.33	147	-1.40 ^(tn)	1.94	3.14	

Lampiran 20. Tabel uji T berat biji galur INF

Perlakuan		Rerata berat biji (gram)		Varian		T hitung	T tabel 5%	T tabel	
A	Vs	В	A	В	A	В		370	1 /0
INF (kontrol)		INFM3 biji merah muda	70.27	54.8	131.35	186.74	-3.36 ^(tn)	2.05	2.76
INF		INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	70.27	82.33	131.35	91.81	3.13 (**)	2.05	2.77
INF		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	70.27	79.2	131.35	71.31	2.43 (*)	2.05	2.77
INFM3 biji merah muda	-3	INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	54.8	82.33	186.74	91.81	-6.39 (tn)	2.05	2.76
INFM3 biji merah muda		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	54.8	79.2	186.74	71.31	-5.88 ^(tn)	2.07	2.82
INFM3 biji kuning tongkol kuning- merah muda		INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	82.33	79.2	91.81	71.31	0.95 ^(tn)	2.05	2.76

Lampiran 21. Tabel uji T berat biji galur IONAX

Perlakuan Perlakuan		Rerata berat	Rerata berat biji (gram)		Varian		T tabel 5%	T tabel 1%	
A	Vs	В	A	В	A	В			
IONAX (kontrol)		IONAX M1 kuning	55	44.5	588	1323	-0.48 ^(tn)	1.94	3.14
IONAX		IONAX M2 Kuning	55	65	588	358.67	0.65 ^(tn)	1.94	3.14
IONAX		IONAX M2 putih	55	71.5	588	147	1.22 ^(tn)	2.13	3.75

Lampiran 22. Ta<mark>be</mark>l uji T jumlah biji galur INF

Perlakuan		Rerata jumlah biji		Varian		T hitung	T tabel 5%	T tabel	
A	Vs	B	A	В	A	В		370	1 70
INF (kontrol)	WAR	INFM3 biji merah muda	259.6	266.4	694.26	2758.54	0.49 (tn)	2.08	2.83
INF	BA	INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	259.6	278.4	694.26	2549.83	1.28 ^(tn)	2.08	2.83
INF	SPA	INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	259.6	292.27	694.26	659.92	3.44 (**)	2.05	2.76
INFM3 biji merah muda	1	INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	266.4	278.4	2758.54	2549.83	-0.64 (tn)	2.05	2.76
INFM3 biji merah muda	1	INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	266.4	292.27	2758.54	659.92	-1.71 ^(tn)	2.08	2.84
INFM3 biji kunin tongkol kuning- merah muda	g	INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	278.4	292.27	2549.83	659.92	-0.95 ^(tn)	2.08	2.83

Lampiran 23. Tabel uji T jumlah biji galur IONAX

	Perla	akuan	Rerata ju	ımlah biji	Va	rian	T hitung	T tabel 5%	T tabel 1%
A	Vs	В	A	В	A	В			
IONAX (kontrol)		IONAX M1 biji kuning	244.5	180	6440.33	26133.33	-0.71 ^(tn)	1.94	3.14
IONAX		IONAX M2 biji kuning	244.5	269.5	6440.33	935	0.58 ^(tn)	2.13	3.75
IONAX		IONAX M2 biji putih	244.5	300.5	6440.33	15987	0.75 ^(tn)	1.94	3.14

Lampiran 24 Tabel Uji T Karakter Panjang Tongkol

	Perlakuan		Rerata Panjang Tongkol (cm)		Varian		T tabel 5%
	Sib VS Cross		N			WAT	
INF	INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	13.3	12.92	0.89	3.46	0.36 (tn)	2.13
INF	INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	13.3	9.85	0.89	0.40	6.05 (*)	1.94
IONAX	IONAX x IONAX M1 biji kuning	18.63	17.3	1862	5.32	0.47 (tn)	2.13
IONAX	IONAX x IONAX M2 biji kuning	18.63	15.6	18.62	0	1.21 ^(tn)	2.92

Lampiran 25. Tabel Uji T Karakter Diameter Tongkol

Perlakuan		Rerata D Tongko		Varian		T hitung	T tabel 5%
	Sib VS Cross	\\/\K		$\langle \rangle$			
INF	INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	3.10	2.89	0.001	0.13	1.13 ^(tn)	1.94
INF	INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	3.10	2.80	0.001	0.001	14.90 (*)	2.13
IONAX	IONAX x IONAX M1 biji kuning	3.09	3.22	0.03	0.14	-0.54 ^(tn)	2.35
IONAX	IONAX x IONAX M2 biji kuning	3.09	3.17	0.03	0	-0.74 ^(tn)	2.92

Lampiran 26. Tabel Uji T Karakter Berat Tongkol

Perlakuan Sib VS Cross			Rerata Berat Tongkol (g)		Varian		T tabel 5%
) \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \				T hitung	120
INF	INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	86.75	71	24.92	523.33	1.34 ^(tn)	1.94
INF	INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	86.75	53.50	24.92	96.34	6.04 (*)	2.13
IONAX	IONAX x IONAX M1 biji kuning	125.67	86	2521.33	871	1.18 (tn)	2.13
IONAX	IONAX x IONAX M2 biji kuning	125.67	52	2521.33	0	2.54 (tn)	2.92

Lampiran 27. Tabel Uji T Karakter Berat Biji

Perlakuan Sib VS Cross		Rerata Berat Biji (g)		Varian		T hitung	T tabel 5%
				W.			
INF	INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	72.50	67.25	43	269.58	0.60 (tn)	2.13
INF	INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	72.50	45.50	43	40.33	5.91 ^(tn)	1.94
IONAX	IONAX x IONAX M1 biji kuning	61.67	67.67	164.33	264.33	-0.37 ^(tn)	2.13
IONAX	IONAX x IONAX M2 biji kuning	61.67	43	164.33	0	1.99 ^(tn)	2.92

Lampiran 28. Tabel Uji T Karakter Jumlah Biji

	Perlakuan Sib VS Cross		Rerata jumlah biji		Varian		T hitung	T tabel 5%
					1			WA A
INF		INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning-merah muda	266.25	172	522.92	1578	4.11 (*)	2.01
INF		INF x INFM3 biji kuning tongkol kuning penuh	266.25	180	522.92	800.33	4.71 (*)	1.94
IONAX		IONAX x IONAX M1 biji kuning	242.67	219.67	4840.33	6257.3	0.38 (tn)	2.13
IONAX		IONAX x IONAX M2 biji kuning	242.67	85	4840.33	0	3.92 (*)	2.92