

**KESTABILAN KARAKTERISTIK AGRONOMI KACANG
HIJAU (*Phaseolus radiatus* L.) MUTAN 1 DAN 2 HASIL
PERLAKUAN KOLKISIN**

Okyarni Nuzila¹, Herman², Fitmawati²

¹Mahasiswa Program Studi Biologi, FMIPA-UR

²Dosen Jurusan Biologi FMIPA-UR

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Kampus Binawidya, Pekanbaru, 28293, Indonesia

e-mail: bionuzhyla@yahoo.com

ABSTRACT

The production of green bean in Riau province is fluctuative, due to low interest of local people to grow this plant. One of the green bean varieties is from Kampar, it has small seed size, trichomes and no simultaneous harvest time. One of the efforts to improve the green bean phenotype and genotype is by making mutation using colchicine. This research aimed to test the stability of green bean characteristic (M_1 and M_2) to produce big size seed, simultaneous harvest time and no trichomes. The design used in this study was random assignment design with three treatments and nine replications. The agronomical parameters observed were the flowering times; the pod producing time; the 50%, 80%, 95% harvest time; the seed weight, the pod weight and number ; weight of 100 seed; the whole plants height, and the seed weight per hectare. Agronomical data were analyzed using SPSS 17.0. Based on agronomical observation, the best characters observed were the pod producing time, the 50% 95% harvest time, 100 seed weight and seed weight per hectare which is owned M_2 plant.

Keyword: Agronomy, cholchicine, green bean (*Phaseolus radiatus* L.), variety local Kampar

ABSTRAK

Produksi kacang hijau di Riau mengalami fluktuasi, ini disebabkan rendahnya minat masyarakat untuk bertanam kacang hijau. Salah satu jenis kacang hijau yang terdapat di Propinsi Riau adalah galur lokal Kampar yang memiliki karakter biji kecil, mempunyai trikom dan panen tidak serentak. Salah satu upaya untuk memperbaiki fenotipe dan genotipe kacang hijau adalah dengan membuat mutasi yaitu dengan kolkisin. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kestabilan sifat kacang hijau dari M_1 dan M_2 untuk merubah sifat seperti biji yang berukuran besar, masak serentak, dan tidak ada trikom. Rancangan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK), dengan tiga perlakuan dan sembilan

ulangan. Parameter agronomi yang diamati meliputi umur muncul bunga, umur muncul polong, umur panen 50 %, umur panen 80%, umur panen 95%, berat biji, berat polong, jumlah polong, berat 100 biji, berat tanaman keseluruhan dan berat biji per hektar. Data agronomi dianalisis dengan menggunakan program SPSS 17,0. Berdasarkan analisis diperoleh hasil karakter agronomi pada tanaman M₂ seperti umur muncul bunga, umur muncul polong, umur panen 50%, umur panen 95% dan berat 100 biji memiliki hasil terbaik.

Kata kunci: Agronomi, Galur lokal Kampar, Kacang hijau (*Phaseolus radiatus*), Kolkisin

PENDAHULUAN

Kacang hijau (*Phaseolus radiatus*) adalah tanaman budidaya penting di daerah tropika. Tanaman ini banyak mengandung gizi antara lain protein, zat besi, kalsium, lemak dan vitamin (Atman 2007). Produksi kacang hijau di Riau mengalami fluktuasi, ini disebabkan rendahnya minat masyarakat di Propinsi Riau untuk bertanam kacang hijau. Salah satu jenis kacang hijau galur lokal mempunyai karakter morfologi antara lain yaitu karakter biji kecil, mempunyai trikoma yang banyak pada permukaan daun, batang dan kulit polong, sehingga apabila trikoma ini menyentuh kulit akan menyebabkan gatal. Faktor keberadaan trikoma yang gatal merupakan salah satu alasan kenapa masyarakat tidak mau bertanam kacang hijau. Selain itu, saat matang fisiologi kacang hijau ini tidak serentak, hingga mencapai 12 sampai 16 kali panen dan apabila terlambat panen maka bijinya mudah pecah (dehiscen) dan langsung jatuh ke tanah (komunikasi pribadi 2012).

Salah satu upaya untuk memperbaiki fenotip dan genotip kacang hijau adalah dengan menggunakan perlakuan khusus agar terjadi mutasi adalah kolkisin. Penggunaan kolkisin dengan konsentrasi yang tepat dapat meningkatkan jumlah kromosom, sehingga tanaman bersifat poliploid. Tanaman poliploid memiliki pola pertumbuhan, ciri morfologi dan produktivitas yang berbeda dibandingkan tanaman diploid induk. Pada tanaman poliploid, jumlah kromosom yang lebih banyak menyebabkan ukuran sel dan inti sel bertambah besar. Sel yang berukuran lebih besar menghasilkan bagian tanaman seperti perubahan pada daun, bunga, dan polong, serta kemungkinan berkurangnya trikoma dan ukuran tanaman yang lebih besar. Tanaman yang bersifat poliploid umumnya memiliki ukuran morfologi lebih besar dibandingkan tanaman diploid. Disamping itu apabila perlakuan kolkisin tidak sempurna pada M₀ dan M₁ yang diberi kolkisin maka bisa terjadi chimera dimana ada kelainan warna atau organ dari tanaman tersebut, seperti warnanya yang pucat, bentuk yang kerdil dan lain sebagainya. Untuk itu dibuat perlakuan biji kacang hijau dengan cara perendaman biji pada konsentrasi yang berbeda dan lama perendaman (Suminah *et al.* 2002).

Perlakuan biji kacang hijau dengan kolkisin sudah dilakukan terdahulu yaitu dengan menggunakan konsentrasi 0%, 0.1%, 0.5% dan 1%. Dengan waktu lama perendamannya 5 jam, 10 jam, 15 jam dan 20 jam. Mendapatkan hasil pada konsentrasi 1% dan lama perendaman 20 jam lebih efektif menghasilkan berat polong tanaman kacang hijau dibandingkan dengan konsentrasi dan lama perendaman pada perlakuan yang lain.

Perlakuan kolkisin dan lama perendaman benih memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan kacang hijau yaitu bahwa tanaman lebih tinggi, jumlah polong lebih banyak dan berukuran lebih panjang dan lebih lebar serta berat biji hampir tiga kali lipat dibandingkan tanpa pemberian kolkisin (Faturrahman dan Herman 2010).

Hasil dari perendaman kolkisin ini kemudian ditanam dimana hasilnya dinamakan kacang hijau mutan 1, dilanjutkan lagi penanaman mutan 1 untuk mendapatkan hasil kacang hijau mutan 2. Penelitian ini bertujuan Untuk menguji kestabilan sifat kacang hijau dari M_1 dan M_2 hasil perlakuan kolkisin dan mendapatkan biji yang berukuran besar, polong yang panjang, masak serentak dan berkurangnya trikom.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Biologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau dan Laboratorium Genetika jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam universitas Riau pada bulan Agustus 2012 sampai Januari 2013.

Alat dan Bahan

Adapun bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah biji kacang hijau M_0 sebagai kontrol, biji kacang hijau M_1 , biji kacang hijau M_2 . Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, meteran, timbangan digital, handsprayer, ember, kamera digital dan alat-alat tulis.

Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 9 ulangan, dan 27 plot kombinasi.

Cara kerja

Dilakukan pengolahan tanah agar drainase dan aerase tanah menjadi lebih baik. Kemudian ditambahkan pupuk organik (kompos) untuk menyuburkan tanah. Setelah itu dilakukan persiapan seperti: Pembuatan plot sebanyak 27 plot dengan ukuran satu plot 90 x 120 cm dan jarak antar plot 60 cm. Dalam satu plot terdiri dari 9 tanaman dan 3 diambil menjadi sampel. Kemudian dilakukan pemasangan label sesuai denah penelitian. Penanaman dilakukan secara ditugal dengan kedalaman lubang tanam 3 cm, dengan jarak tanam 25 x 30 cm, setiap lubang ditanam 3 biji kacang hijau.

Pemeliharaan: Untuk penyiangan, dilakukan terhadap gulma yang tumbuh di sekitar tanaman, gulma dicabut dengan tangan, selanjutnya gulma dibuang keluar areal penelitian, Untuk penyiraman dilakukan 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari, hal ini dilakukan untuk menjaga kelembaban tanah disekitar daerah perakaran, apabila hujan penyiraman ditiadakan, pengendalian hama dan penyakit dengan cara preventif dilakukan dengan cara menjaga kebersihan lokasi penelitian, dan untuk pengendalian hama dengan menggunakan pestisida.

Parameter yang diamati meliputi umur muncul bunga, umur muncul polong, umur panen 50%, umur panen 80%, umur panen 95%, berat biji, berat polong, jumlah polong, berat 100 biji, berat tanaman keseluruhan dan berat biji per hektar.

Analisi data

Hasil pengamatan karakteristik agronomi kacang hijau mutan 1 dan 2 ditampilkan dalam bentuk tabel. Data yang diperoleh diolah menggunakan program SPSS versi 17,0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

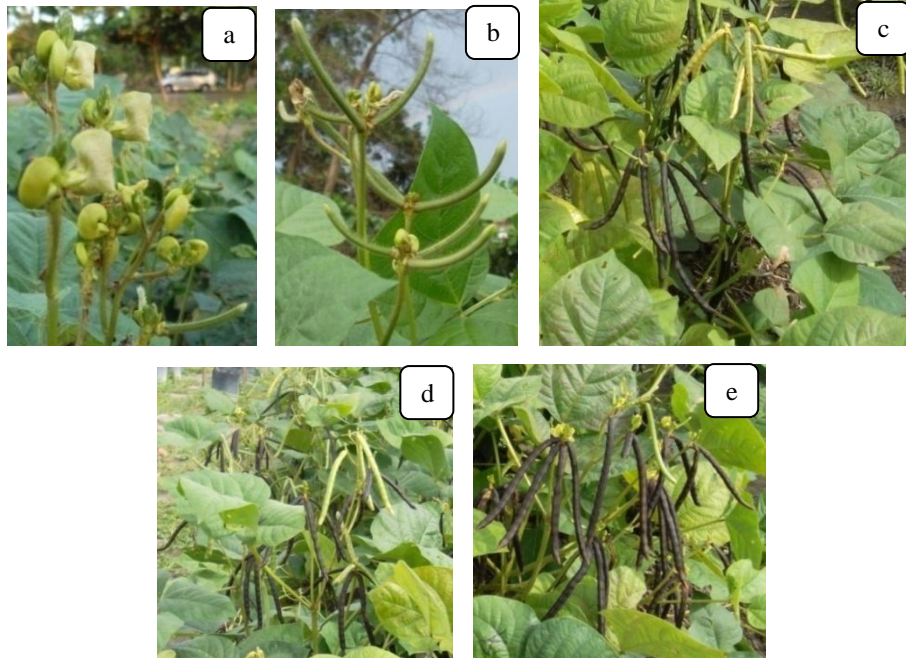
Berdasarkan pengamatan diketahui tanaman M_2 memiliki persen tumbuh yang lebih baik dibandingkan M_0 dan M_1 , sedangkan tanaman M_1 memiliki nilai persentase tumbuh yang paling rendah dikarenakan beberapa biji kacang hijau tidak berhasil tumbuh pada plot tertentu. Berdasarkan penelitian terlihat bahwa tanaman mutan 2 memiliki pengaruh terhadap tingkat keragaman dalam populasi tanaman M_2 . Sesuai dengan hukum Mendel, ada kemungkinan tanaman yang termutasi mengalami segregasi pada M_2 . Segregasi yang muncul pada populasi M_2 dapat mengarah pada perbaikan sifat kearah positif ataupun negatif. Munculnya segregasi pada populasi M_2 ditandai dengan adanya peningkatan keragaman dibandingkan dengan tanaman kontrol yang tidak bersegregasi (Allard 1989; Crowder 1986; Falconer 1986; Hoeman 1997).

Karakter agronomi :

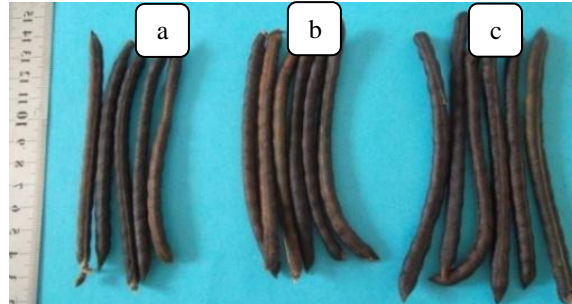
Hasil dari Uji t (Tabel 1) terhadap populasi M_0 dan M_2 kacang hijau yaitu menunjukkan pengaruh nyata terhadap parameter umur muncul bunga (0,05), umur muncul polong (0,04), umur panen 50% (0,01), umur 95% (0,001), berat 100 biji (0,7 g) dan umur panen 80% (0,32), berat polong (0,7 g), berat biji (0,1 g), jumlah polong (0,1), berat tanaman keseluruhan (0,7 g) menunjukkan tidak berpengaruh nyata.

Tabel 1. Hasil Uji t karakter agronomi tanaman kacang hijau M_0 dan M_2 kacang hijau hasil kolkisin

N0	Karakter agronomi	Mean \pm Standard error	Signifikan	Keterangan
1	Umur muncul bunga	-1,33 \pm 0,5	0.05	Berbengaruh nyata
2	Umur muncul polong	1,7 \pm 0,6	0.04	Berbengaruh nyata
3	Umur panen 50%	0,7 \pm 0,2	0.01	Berbengaruh nyata
4	Umur panen 80 %	0,1 \pm 0,1	0.3	Tidak berpengaruh nyata
5	Umur panen 95 %	0,7 \pm 0,2	0.01	Berbengaruh nyata
6	Berat polong	-2,01 \pm 6,1	0.74	Tidak berpengaruh nyata
7	Jumlah polong	-1.67 \pm 5.7	0.77	Tidak berpengaruh nyata
8	Berat biji	-5.9 \pm 3.9	0.13	Tidak berpengaruh nyata
9	Berat tanaman keseluruhan	-2.2 \pm 5.8	0.7	Tidak berpengaruh nyata
10	Berat 100 biji	-.43 \pm .18	0.02	Berbengaruh nyata



Gambar 1. Hasil agronomi kacang hijau mutan kolkisin, a. Bunga kacang hijau mutan hasil kolkisin, b. Polong muda mutan hasil kolkisin, c. Panen 50%, d. Panen 80%, e. Panen 95%



Gambar 2. Ukuran polong kacang hijau mutan kolkisin, a. Polong kacang hijau M_0 , b. Polong kacang hijau M_1 , c. Polong kacang hijau M_2



Gambar 3. Ukuran biji kacang hijau mutan kolkisin, a. Biji kacang hijau M_0 , b. Biji kacang hijau M_1 , c. Biji kacang hijau M_2

Hasil pengamatan terhadap umur muncul bunga telah dilakukan Uji t dengan hasil yang signifikan (Tabel 1). Umur muncul bunga yang paling cepat adalah tanaman M_0 dengan nilai rata-rata 33,4 hari, sedangkan tanaman M_2 paling lambat mengeluarkan bunga (Gambar 1a). Sesuai dengan hasil Rahmadani *et al.* (2012), Umur berbunga 33 hari setelah tanam dari 15 varietas tanaman kacang hijau yang diamati.

Berdasarkan hasil Uji t menunjukkan umur muncul polong pada tanaman kacang hijau M_0 dan M_2 berpengaruh nyata (Tabel 1). Sedangkan nilai rata-rata umur muncul polong yaitu tanaman kacang hijau M_2 dengan nilai 37 HST dimana M_2 merupakan tanaman mutan yang paling cepat menghasilkan muncul polong (gambar 1b). Tidak setiap kuncup bunga dapat tumbuh menjadi polong, tetapi hanya berkisar 20-50%. Polong dapat terbentuk sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga Rahmadani *et al.* (2012).

Data hasil pengamatan terhadap umur panen 50% kacang hijau dari M_0 dan M_2 telah dilakukan Uji t, dimana umur panen 50% berpengaruh nyata terhadap tanaman mutan (Tabel 1). Tanaman M_2 mengalami matang paling cepat yaitu dengan nilai rata-rata 58,00 (Gambar 1c). Menurut Agus (2012) Tingkat keseragaman umur panen 50% dapat dipengaruhi oleh faktor genetik.

Data hasil pengamatan terhadap umur panen 80% tanaman kacang hijau M_0 dan M_2 telah dilakukan analisis Uji t, menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata (Tabel 1) dengan nilai rata-rata umur panen 80% yaitu M_2 65 HST dan M_0 65,1 HST (Gambar 1d). Setiap varietas tanaman dari jenis tanaman yang sama memiliki sifat genetik, adaptasi dan respon yang sama.

Berdasarkan Uji t terhadap umur panen 95% tanaman kacang hijau M_0 dan M_2 dengan hasil yang berpengaruh nyata (Tabel 1) dengan nilai rata-rata setiap generasi, pada M_0 90,67 dan M_2 90,3 (Gambar 1e). Berat polong tertinggi setelah dilakukan Uji t pada tanaman M_2 yang tidak berpengaruh nyata terhadap berat polong, dengan nilai rata-rata 61,04 g/tanaman, sedangkan berat polong terendah terdapat pada tanaman M_0 sebagai kontrol dengan nilai 60,04 g/tanaman. Pada gambar 2a. menunjukkan bahwa ukuran polong M_0 lebih kecil dan pendek dibandingkan Gambar 2b. polong M_1 dan Gambar polong M_2 . Berat polong juga ditentukan oleh pembentukan dan pengisian polong yang dipengaruhi oleh genetik tanaman dan berhubungan dengan nutrisi serta pemupukan pada tanaman (Hidajat 1985).

Data pengamatan terhadap jumlah polong setelah dilakukan Uji t dengan hasil tidak berpengaruh nyata (Tabel 1). Jumlah polong tertinggi jumlah polong terbanyak terdapat pada tanaman M_2 dengan nilai rata-rata 59,89, sedangkan jumlah polong terendah terdapat pada M_0 dengan nilai rata-rata 58,22 . Berdasarkan Rahmadani *et al.* (2012) jumlah polong tertinggi dari penelitian berbagai varietas kacang hijau di tanah gambut Riau dengan rata-rata 13,26/tanaman pada varietas Nuri.

Hasil pengamatan terhadap berat biji kacang hijau M_0 dan M_2 telah dilakukan Uji t dengan hasil yang tidak berpengaruh nyata (Tabel 1). Dengan nilai rata-rata M_2 yaitu 42,36 g, sedangkan tanaman M_0 merupakan biji paling rendah dengan nilai rata-rata 36,5 g (Gambar 3).

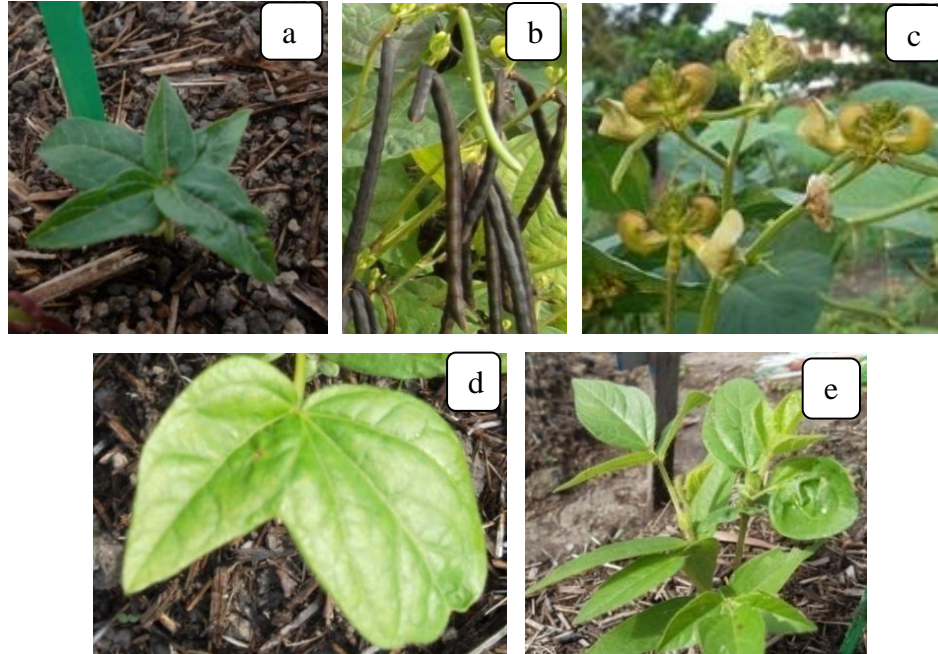
Hasil pengamatan berat 100 biji telah dilakukan Uji t yang menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata (Tabel 1), dimana M_2 mendapatkan berat biji paling tinggi yaitu 7,5 g/tanaman, sedangkan yang terendah adalah tanaman M_0 dengan nilai rata-rata 7,1 g/tanaman. Hal ini dijelaskan oleh Hidajat (2004), bahwa apabila terdapat gangguan dalam proses periode pengisian polong akibatnya mempengaruhi ukuran biji menjadi kecil. Berdasarkan Rahmadani *et al.* (2012) berat 100 biji tertinggi terdapat pada varietas Parkit yaitu 6,83 g.

Berdasarkan data hasil pengamatan terhadap berat tanaman keseluruhan setelah Uji t dengan hasil yang tidak berpengaruh nyata (Tabel 1). Dengan hasil rata-rata tanaman paling berat yaitu pada tanaman M_2 dengan nilai rata-rata 61,22, sedangkan berat tanaman yang terendah pada tanaman M_0 dengan nilai rata-rata 58,98 g. Lakitan (1995) menyatakan bahwa unsur hara yang telah diserap oleh akar baik yang digunakan dalam sintesis senyawa organik maupun dalam bentuk ionik dalam jaringan tanaman akan memberikan kontribusi terhadap berat tanaman keseluruhan.

Data hasil pengamatan berat biji per hektar mendapatkan hasil yaitu M_0 memiliki berat 4,8 ton/ha. M_1 memiliki berat 4,9 ton/ha dan M_2 memiliki berat 5,6 ton/ha, sedangkan hasil normal dari galur Lokal Kampar adalah 700 kg per hektar. Sesuai dengan Suryo (1995) bahwa tanaman poliploidi memiliki ukuran yang lebih besar dari tanaman diploid induknya. Dibandingkan dengan penelitian Srik (2012) berat biji perhektar dari varietas merpati adalah 2,5 ton/ha.

Kacang hijau mutan 3 (PRCM-3)

Penelitian uji karakteristik morfologi dan agronomi tanaman kacang hijau M_2 cukup baik dibandingkan dengan tanaman kacang hijau M_0 . Tanaman mutan memiliki pertumbuhan yang berbeda dengan tanaman kontrol, sedangkan tanaman mutan 1 dan 2 itu juga memiliki pertumbuhan yang berbeda. Dimana tanaman M_1 memiliki sifat yang belum stabil, hal ini sesuai dengan pernyataan Mugiono (2001), mutasi tidak dapat diamati pada generasi M_1 , kecuali yang termutasi adalah gamet haploid. Adanya mutasi dapat ditentukan pada generasi M_2 dan seterusnya. Kacang hijau mutan 2 apabila ditanam akan mendapatkan hasil yang disebut dengan tanaman *Phaseolus radiatus* hasil kolkisin mutan 3 (PRCM-3). Dimana pada penelitian ini mendapatkan beberapa karakter morfologi dan karakter agronomi yang unggul, diantaranya tanaman kacang hijau mutan 2 pada parameter tinggi tanaman ada yang mencapai 100,5 cm, sedangkan tinggi normal dari varietas kacang hijau lokal Kampar adalah 70 cm (Komunikasi pribadi 2012).



Gambar 4. Hasil mutasi chimera pada berbagai tanaman M_3 hasil perlakuan kolkisin. a. Tanaman kerdil. b. Polong pendek. c. Bunga merah. d. Daun gagal memisah. e. Jumlah cabang yang tidak normal.

Hasil pengamatan memperlihatkan adanya beberapa tanaman yang mengalami mutasi seperti pada tanaman mutan 2 dengan bentuk tanaman kerdil (Gambar 4a), sedangkan pada Gambar 4b memperlihatkan ukuran polong yang lebih pendek dari yang normal dan tanaman yang memiliki bunga yang berwarna merah (4c). Pada umur 16 HST pertumbuhan daun yang tidak normal seperti daun yang gagal memisah (Gambar 4d). Hal ini diduga akibat adanya aberasi kromosom. Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Yatim (2000) yang menyatakan bahwa banyak penyakit atau kelainan berkaitan erat dengan kelainan materi genetik, kelainan itu terjadi karena perubahan yang menetap pada komposisi DNA atau yang disebut mutasi titik, bisa pula pada benang kromatinnya dimana perubahan pada kromatin disebut mutasi besar atau aberasi. Kemudian ada juga jumlah cabang yang tidak normal (Gambar 4e).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengamatan uji kestabilan karakteristik morfologi dan agronomi kacang hijau mutan 1 dan 2 hasil perlakuan kolkisin sifatnya belum stabil. Hal ini dapat dilihat pada tanaman M_1 , dimana terjadinya chimera pada bunga yang berubah warnanya demikian juga pada cabang dan polong yang disebabkan tidak terbentuknya klorofil dan menimbulkan pigmen *Anthocyanin* sehingga warna berubah menjadi kemerahan. Kemudian keberadaan trikoma yang sudah mulai mengalami perubahan pada setiap bagian tanaman. Selain itu tanaman M_2 masih memiliki sifat segregasi.

Berdasarkan parameter agronomi didapatkan hasil yang cukup baik, yang ditunjukkan oleh umur muncul polong paling cepat terdapat pada tanaman M₂ dengan nilai rata-rata 58 HST, kemudian berat 100 biji dalam satu tanaman juga didapatkan pada tanaman M₂ dengan nilai rata-rata yaitu 7,5 g per tanaman dan pada parameter berat per hektar didapatkan hasil 5,6 ton. Oleh karena itu tanaman kacang hijau mutan₂ berpotensi untuk dikembangkan karena memiliki hasil yang terbaik. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menanam biji kacang hijau M₃ dari hasil kolkisin untuk mengamati keragaman genotipe dan fenotipe yang diwariskan pada generasi M₃.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, S. 2012. Uji beberapa Varietas Kacang Hijau dan hormon tanaman unggul terhadap pertumbuhan dan produksi kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian UIR. Pekanbaru.
- Allard, R.W., 1992, Pemuliaan Tanaman, Rineka Cipta, Jakarta.
- Atman, 2007. Teknologi budidaya kacang hijau (*Vigna radiata* L.) di lahan sawah. Jurnal Ilmiah Tambua, Vol. VI, No.1.
- Crowder, L.V., 1990. *Genetika Tumbuhan, penerjemah Lilik Kusdiarti*, Penerbit Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Diana Febri Lisa Saragi ,Eva Sartini Bayu ,E. Harso Kardhinata. 2013. seleksi individu terpilih kedelai (*glycine max* l.) hasil radiasi sinar gamma generasi m7. Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU Medan.
- Falconer, D.S.1986. introduction to quantitative genetics. Sec.ed. Longman Scientific and Technical, Wiley. New York.
- Fatur, Herman. 2010. Peningkatan Produksi Kacang Hijau (*Phaseolus Radiatus*) Melalui Perlakuan Kolkhisin Dan Lama Perendaman.
- Heddy,S. 2003. Agroekosistem Permasalahan Lingkungan Pertanian Edisi Pertama. RajaGrafindo Persada. Jakarta.
- Hidayat, O.O. 1985. Morfologi Tanaman Kedelai. Dalam Sadikin Somaatmamadja, M. Ismunadji, Sunarno, Mahyaddin Syam, S.O., Manurung, Yuswadi (Eds). Kedelai. 1995. Badan Penelitian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Hoeman, S.1997. Pengaruh Irradiasi Gamma pada keragaman Genetik Produksi Biji Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.). Prosiding Pusat penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi. P3TIR-BATAN. Jakarta.
- Lakitan , 1995. *Holtikultura, Teori Budidaya dan Pasca Panen*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta. 102 p.
- Mugiono, 2001. Pemuliaan Tanaman Dengan Teknik Mutasi. Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Pendidikan dan Pelatihan, Jakarta.
- Rahmadhani Hasibuan, Nurbaiti, Ardian. 2011. Pertumbuhan dan hasil kacang hijau (*vigna radiata* l.) Varietas no. 129 pada beberapa dosis batuan fosfat di medium gambut. Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru.

- Srik Mulyani. 2012. Pemberian bokashi bunga jantan kelapa sawit dan pupuk tsp pada tanama kacang hijau (*vigna radiata* L.). Fakultas Pertanian UIR. Pekanbaru.
- Soedjono, S., 2003. Aplikasi mutasi induksi dan variasi somaklonal dalam pemuliaan tanaman. Jurnal Litbang Pertanian, 22(2). Balai Penelitian Tanaman Hias Cianjur.
- Suminah, Sutarno, A. D. Setyawan. 2002. Induksi poliploidi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan pemberian kolkisin. BIODIVERSITAS.
- Suryo, 1995. *Sitogenetika*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Tulus, Stefanus. 2007. Uji Daya Hasil Tinggi pada Lahan Kering di Manggopi Manokwari. Skripsi. Papua.