

INDUKSI MUTASI PADA TANAMAN CABAI MENGGUNAKAN MUTAGEN KOLKISIN SEBAGAI BAHAN PENGEMBANGAN VIDEO TUTORIAL INDUKSI MUTASI SECARA VIRTUAL PADA MATA KULIAH GENETIKA

Tamalia^[1], Sundari^{[2]*}, Chumidach Roini^[3]

^[1] Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi

^{[2][3]} Dosen Program Studi Pendidikan Biologi

E-mail*: sundari@unkhair.ac.id

Abstrak

Mutasi merupakan perubahan yang terjadi pada materi genetik baik pada tingkat gen maupun pada tingkat kromosom. Kolkisin merupakan mutagen kimia yang telah banyak digunakan dalam pemuliaan tanaman karena dapat menghambat pembentukan benang spindel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh induksi mutagen kolkisin pada tanaman cabai. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode *squash*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh induksi mutagen kolkisin dengan parameter pada perubahan jumlah kromosom yang terwarnai, perubahan bentuk sel dan perubahan jumlah sel metafase pada setiap waktu perendaman dan hasil penelitian dijadikan untuk menyusun video tutorial induksi mutasi secara virtual.

Kata kunci : Mutasi, Tanaman Cabai, Kolkisin, Laboratorium Virtual

PENDAHULUAN

Mutasi merupakan perubahan yang terjadi pada bahan genetik, baik pada tingkat gen maupun pada tingkat kromosom. Mutasi terbagi menjadi dua, diantaranya yaitu mutasi alami dan mutasi buatan. Mutasi alami yang disebut juga mutasi spontan adalah mutasi yang terjadi di alam secara acak (random), tanpa diketahui secara pasti penyebabnya. Mutasi buatan yaitu mutasi yang berasal dari luar dengan kejadian yang disengaja dilakukan atau direncanakan oleh manusia untuk mendapatkan atau mencapai suatu tujuan (Murni, 2010)

Pemuliaan tanaman dengan cara mutasi memberikan banyak informasi terkait struktur sel dan juga kehidupan sel pada setiap tanaman. Sehingga mutasi dapat menjadi alat belajar tentang kehidupan alam serta fungsi sel yang berperan sebagai bangunan dasar dari pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Contoh beberapa tanaman yang telah mengalami mutasi diantaranya yaitu tanaman semangka tanpa biji, mawar mini, padi tahan kecaman biotik dan abiotik, dan masih banyak contoh tanaman unggul hasil mutasi (Ranney, 2002; Murni, 2010 ; Akhtar, dkk., 2011; Handayati, 2013; Sobrizal, 2016).

Mutagenik agen merupakan suatu bahan berupa agen kimia, biologi ataupun fisika yang dapat menyebabkan terjadinya mutasi. Mutagen

kolkisin mempengaruhi pembelahan sel, pada tahap metafase yaitu dapat menghambat pembentukan gelendong pembelahan sel sehingga pasangan kromatid tidak dapat memisahkan diri untuk melanjutkan pada tahap anafase sehingga menyebabkan penggandaan jumlah kromosom atau poliploidi (Gultom, 2016; Putra, 2017).

Cabai merupakan salah satu tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat di Indonesia. Kaya akan kandungan gizi dan vitamin, tanaman cabai banyak dimanfaatkan sebagai pelengkap bumbu dapur, bahan baku industri makanan dan juga dibidang kesehatan tanaman cabai juga biasa digunakan dalam pembuatan ramuan obat-obatan herbal. Tingkat mutasi pada tanaman cabai termasuk dalam kategori rendah, Sehingga tanaman cabai memerlukan pengetahuan lebih lanjut terkait kejadian mutasi kromosom yang terjadi pada tanaman cabai. Proses kejadian mutasi yang terjadi pada tanaman cabai dapat dijadikan sebagai sebuah praktikum pada pembelajaran genetika mengingat biasanya konsep mutasi lebih sering disajikan teori pembelajaran dan jarang dilakukan praktikum. Sehingga dapat diintegrasikan dalam proses pembelajaran, dengan produk video yang berisi tutorial praktikum (Satyanarayana, 2006; Wiartana dkk, 2014).

METODE

Tipe dari penelitian ini adalah quasi eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok nonfaktorial yaitu perendaman benih tanaman cabai dengan kolkisin untuk melihat adanya pengaruh perlakuan pemberian kolkisin terhadap mutasi kromosom pada tanaman cabai. Penelitian ini akan dilaksanakan pada akhir bulan Desember 2020 hingga Januari 2021, yang akan bertempat di laboratorium Biologi FKIP Universitas Khairun. Alat yang digunakan yaitu, mikroskop, kaca objek dan kaca penutup, pipet, botol flakon, silet. Sedangkan untuk bahan yang digunakan yaitu benih cabai, kolkisin, Asam Asetat Glisial 45%, HCl 1N, FAA, Safranin, minyak emmerse.

Prosedur kerja: Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas beberapa prosedur, yaitu dimulai dari persiapan benih cabai, cara membuat larutan kolkisin, perendaman benih dengan kolkisin, pemotongan ujung kecambah sesuai dengan waktu perendaman (12 jam, 24 jam, 36 ja, dan 48 jam), pembuatan preparat dengan menggunakan metode *squash* yang sebelumnya dilakukan tahapan untuk melakukan *squashing* yaitu fiksasi dengan AAG 45% selama 15 menit dalam lemari es, kemudian di maserasi dengan HCL 1N \pm 15 menit pada suhu 60 °C tergantung besarnya bahan, lalu diwarnai dengan safranin 30 menit dan dilakukan teknik pemecetan pada preparat untuk selanjutnya diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 1000x. Semua prosedur yang dilakukan diambil gambar untuk menyusun video tutorial induksi mutase secara virtual yang terdiri dari beberapa slide.

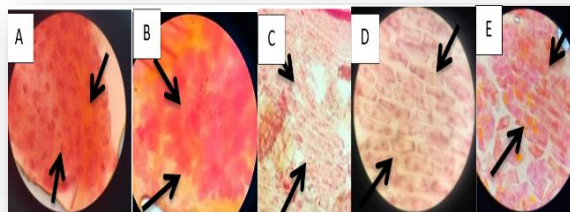
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap kejadian mutasi akar kecambah cabai dengan perlakuan perendaman larutan kolkisin dengan lama perendaman 12, 24, 36 dan 48 jam.

1. Data Pengamatan Kromosom Pada Sel Yang Terinduksi Larutan Kolkisin

Pengamatan kromosom pada ujung akar kecambah dengan larutan kolkisin pada konsentrasi 0,1 selama 12 jam, 24 jam, 36 jam dan 48 jam serta pada kecambah yang direndam menggunakan aquades sebagai kontrol. Kromosom yang telah terinduksi larutan kolkisin sehingga terwarnai dapat melihat perubahan yang terjadi pada jumlah kromosom (Gambar 1.).

Dari gambar 1. dapat dilihat jumlah kromosom ujung kecambah



Gambar 1. Jumlah kromosom ujung akar kecambah yang terwarnai. Tanda panah pada gambar berfungsi untuk melihat adanya jumlah kromosom yang mengalami peningkatan setelah diinduksikan dengan larutan kolkisin. Gambar a. kontrol, (b) 12 jam, (c) 24 jam, (d) 36 jam, dan (e) 48 jam.

yang terwarnai setelah terinduksi kolkisin antara kontrol dan perlakuan waktu perendaman. Pengamatan kromosom ujung akar kecambah cabai memperlihatkan bahwa secara keseluruhan hasil perlakuan perendaman kolkisin ditemukan ukuran kromosom yang terwarnai lebih besar dibandingkan dengan kromosom pada kontrol. Hal ini diduga terjadi pertambahan jumlah kromosom pada sel ujung akar kecambah yang direndam pada larutan kolkisin. Kejadian ini diduga merupakan manifestasi dari poliploidi.

Jumlah kromosom terinduksi larutan kolkisin menghasilkan kromosom yang lebih banyak dibandingkan dengan kontrol, hal ini membuktikan bahwa penggunaan larutan kolkisin pada bagian meristem atau ujung akar kecambah tanaman cabai terbukti menghambat pembentukan gelendong pembelahan sel sehingga menyebabkan terjadinya pertambahan atau penggandaan kromosom. Perendaman ujung akar kecambah cabai dengan menggunakan larutan kolkisin berpengaruh terhadap tahapan siklus sel yaitu terhambatnya tahapan siklus sel yang masih dapat berlanjut ke tahap anafase dan telofase.

Pradana D. A dan Hartatik Sri (2019) melaporkan Kolkisin berfungsi dalam melemahkan pembentukan benang *spindle* yang menyebabkan terhambatnya pemisahan kromosom sehingga kromosom dan duplikatnya tetap berada dalam satu sel yang sama. Akibatnya, pembelahan tidak berlangsung yang menyebabkan terjadinya penambahan jumlah kromosom pada sel.

2. Data Pengamatan Keadaan Sel Yang Terinduksi Larutan Kolkisin

Selain mempengaruhi perubahan jumlah kromosom larutan kolkisin juga mempengaruhi keadaan suatu sel seperti pada tabel 1. yang mendeskripsikan keadaan sel berdasarkan waktu perendaman kolkisin.

Tabel 1. Deskripsi keadaan sel pada setiap waktu perendaman larutan kolkisin

Perlakuan/ Ulangan	Keadaan sel				
	Kontrol	12 jam	24 jam	36 jam	48 jam
1	Bulat	Bulat, lebih besar dari kontrol	Bulat, lebih besar dari 12 jam	Memanjang, lebih besar dari 24 jam	Bulat, lebih besar dari 36 jam, juga bentuk sel yang tidak teratur
2	Bulat	Bulat, lebih besar dari kontrol	Bulat, lebih besar dari 12 jam	Memanjang, lebih besar dari 24 jam	Bulat, lebih besar dari 36 jam, juga bentuk sel yang tidak teratur
3	Bulat	Bulat, lebih besar dari kontrol	Memanjang, lebih besar	Bulat, lebih besar dari 24 jam	besar dari 36 jam, juga bentuk sel yang tidak teratur

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, keadaan sel yang direndam larutan kolkisin dengan kontrol sangat berbeda. Kecambah yang direndam dengan larutan kolkisin memiliki bentuk sel yang dominan lebih besar. Pada rendaman ke-24 jam dan 48 jam, bentuk sel menjadi tidak beraturan hingga tertumpuk dan menyebabkan kromosom sulit untuk terlihat dengan jelas. Dari tabel 1. menunjukkan perlakuan waktu perendaman 12 jam dan 48 jam dominan didapati keadaan sel memiliki bentuk sel yang bulat dan besar, sedangkan perlakuan 24 jam dan 36 jam keadaan selnya bulat, memanjang dan besar.

Menurut Syaifuddin (2013), sel yang mengalami penambahan jumlah kromosom atau poliploidi, akan mengalami perubahan pada ukuran sel dan inti sel yang bertambah besar sesuai dengan jumlah kromosom yang bertambah banyak. Hal yang sama juga diketahui yaitu, Efek yang dapat diketahui dari penggunaan larutan kolkisin adalah berubahnya keadaan bentuk sel menjadi lebih renggang atau longgar jika dibandingkan dengan tanpa perlakuan larutan kolkisin yang memiliki sel rapat dan lebih kecil, hal ini disebabkan karena jumlah kromosom yang bertambah sehingga menyebabkan ukuran rata-rata luas sel bertambah serta pemberian larutan kolkisin yang mempengaruhi banyaknya jumlah kromosom pada suatu sel akan menyebabkan perubahan keadaan didalam sel sampai pada perubahan tanaman dari

ukuran, bentuk, warna dan masih banyak lagi (Sartika, 2017; Simamora, 2017).

3. Data Jumlah Metafase Kromosom Yang Terinduksi Larutan Kolkisin

Pada pengamatan jumlah sel metafase merupakan perwakilan dari kejadian mutasi kromosom yang terjadi setelah terinduksi larutan kolkisin. Diperoleh dari hasil jumlah sel metafase yang berbeda-beda pada setiap perlakuan waktu perendaman. Presentase jumlah sel metafase dapat dilihat seperti tabel 2.

Tabel 2. Data transformasi jumlah sel pada fase metafase setiap waktu perendaman larutan kolkisin

Perlakuan/ Ulangan	Kontrol	Jumlah Sel Metafase			
		12 jam	24 jam	36 jam	48 jam
1	7,7	20,0	46,7	20,0	10,0
2	10,0	17,8	45,0	23,3	10,9
3	10,0	14,0	48,0	17,8	15,6
Total	27,7	51,8	139,7	61,1	36,5

Perendaman larutan kolkisin dengan konsentrasi 0,1 selama 12 jam menghasilkan presentase jumlah sel pada fase metafase sebesar 51,8, selama 24 jam sebesar 139,7, selama 36 jam sebesar 61,1 dan selama 48 jam sebesar 36,5. Jika dilihat dengan total presentase kontrol maka terdapat perubahan antara kontrol dengan perlakuan waktu perendaman menggunakan larutan kolkisin. Sehingga dapat dijelaskan bahwa jumlah sel metafase tidak mengalami perubahan yang signifikan pada 48 jam, 12 jam dan 36 jam.

Berdasarkan hasil jumlah presentase sel pada fase metafase maka dianalisis dengan menggunakan ANOVA dan didapatkan hasil sebagaimana diringkas dalam tabel 4.3 Hasil analisis data menunjukkan nilai signifikansi perlakuan waktu perendaman yaitu 0,000.

Tabel 3. Hasil ANOVA jumlah sel pada fase metafase pada setiap waktu perendaman larutan kolkisin

Jumlah Metafase	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Antar Kelompok	2653.211	4	663.303	110.747	.000
Dalam Kelompok	59.893	10	5.989		
Total	2713.104	14			

Berdasarkan hasil uji ANOVA dapat disimpulkan bahwa hipotesis nol ditolak yang berarti bahwa waktu perendaman pada larutan

kolkisin pada akar kecambah cabai berpengaruh pada jumlah sel pada fase metafase. Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan maka dilakukan Uji Tukey. Hasil uji Tukey pada tabel 4.

Tabel 4. Uji Tukey dari hasil jumlah sel metafase pada perendaman larutan kolkisin

Tukey HSD		Subset for alpha = 0.05				Notasi
Ulangan	N	1	2	3	4	
Kontrol	3	9.233				a
48 jam	3	12.167	12.167			ab
12 jam	3		17.267	17.267		bc
36 jam	3			20.367		c
24 jam	3				46.567	d
Sig.		.603	.154	.556	1.000	

Berdasarkan Tabel 4.4, Diketahui bahwa pada kontrol dan waktu perendaman 48 jam tidak berbeda nyata. Perendaman 48 jam dan perendaman 12 jam tidak berbeda nyata, tapi perendaman 12 jam berbeda nyata dengan kontrol. Perendaman 12 jam tidak berbeda nyata dengan waktu perendaman 36 jam, tetapi waktu perendaman 36 jam berbeda nyata dengan perendaman 48 jam. Perendaman 24 jam berbeda nyata dengan semua waktu perendaman. Hal ini dikarenakan waktu perendaman kecambah selama 24 jam lebih mampu meningkatkan proses pembelahan sel pada tahap metafase sehingga memiliki rata-rata presentase yang jauh berbeda dengan waktu perendaman lainnya yaitu dengan rata-rata 46,567.

Pengamatan yang dilakukan pada jumlah sel pada fase metafase mewakili kejadian mutasi setelah terinduksi larutan kolkisin. Secara umum, Fase metafase merupakan fase yang terjadi setelah fase profase dan terjadi selama kurang lebih 2-6 menit, fase ini ditandai dengan kromosom yang akan nampak jelas ketika dilakukan pengamatan karena kromosom menyusun diri secara acak pada satu bidang equator sel sehingga kromosom tampak tebal pada bagian tengah sel tersebut (Ardiansyah, 2020)

Data hasil pengamatan jumlah metafase, pada kromosom terinduksi diketahui bahwa lama perendaman 24 jam merupakan waktu perendaman yang paling banyak dihasilkan fase metafase. Uji statistik juga menunjukkan terdapat pengaruh lama perendaman kolkisin terhadap jumlah kromosom pada fase metafase. Perendaman selama 24 jam merupakan waktu yang paling optimal bagi larutan kolkisin untuk mempengaruhi kejadian mutasi pada sel-sel dan jaringan tanaman cabai. Penelitian

yang dilakukan oleh Rosmaiti dan Juliani Dani (2015), juga mendapatkan bahwa pada perendaman benih semangka dengan larutan kolkisin selama 24 jam efektif meningkatkan proses pembelahan sel menjadi poliploidi dan menjadikan organ tanaman lebih besar. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa larutan kolkisin dapat bekerja secara efektif dengan lama perendaman 6-72 jam tergantung dari jenis dan organ tanaman yang diberi perlakuan. Pengamatan kromosom pada fase metafase dan mengalami peningkatan jumlah kromosom terbanyak pada waktu perendaman 24 jam hal ini disebabkan karena senyawa kolkisin aktif menghambat pembelahan sel sehingga tepat pada 24 jam siklus sel, terjadi penggandaan kromosom terbanyak (Eigsti dan Dustin,1957; Gultom,2016)

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan yaitu terdapat pengaruh lama waktu perendaman terhadap kejadian Mutasi dalam hal jumlah kromosom, keadaan sel, dan jumlah sel metafase. Jumlah metafase tertinggi berada pada waktu perendaman 24 jam dan hasil Pengembangan draf Video tutorial praktikum mata kuliah genetika konsep Mutasi sebagai laboratorium virtual layak digunakan dari aspek validitas media dan validitas materi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Abdullah F.N,dkk. 2017. Penentuan waktu perendaman sel (fase mitosis) akar bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) menggunakan safranin untuk mendukung praktikum biologi. Jurnal Bioleuser, 1(3):86-91. ISSN: 2597-6753
- [2]Andayani. 2016. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Produksi Cabai Merah. Jurnal Mimbar agribisnis Vol. 1. No 3. ISSN. 2460-4321
- [3]Ardiansyah A. 2020. Pengaruh Air Cucian Beras Terhadap Indeks Mitosis Berdasarkan Waktu Pembelahan Sel Pada Akar Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Sebagai Media Pembelajaran. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Malang.
- [4]Aristya. 2019. Karakterisasi Kromosom Spesies Anggota Familia Solanaceae. Biotropic The Journal od Tropical Biology Vol. 3 No. 1
- [5]Asadi. 2013. Pemuliaan Mutasi untuk Perbaikan terhadap Umur dan Produktivitas pada Kedelai. Jurnal AgroBiogen 9(3):135-142
- [6]Cahyono E. 2016. Perbedaan Fase Mitosis Tiga Spesies (Genus *allium*) Berdasarkan Waktu Pembelahan Sel Sebagai Media Pembelajaran Biologi. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Malang
- [7]Defiani. 2012. Penerapan Teknologi Mutagenesis Untuk Ketahanan Terhadap Layu Fusarium Pada Cabai Merah (*Capsicum*

- annuum* L.). Hibah Bersaing. Universitas Udayana
- [8]Ermayanti. 2018. Induksi Poliploidi pada Tanaman Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Kultivar Kaliurang dengan Perlakuan Kolkisin secara *In Vitro*. Jurnal Biologi Indonesia 14(1): 91-102
- [9]Fitriani. 2017. Pengaruh Kolkisin Terhadap Fenotipe dan Jumlah Kromosom Beberapa Varietas Anggur *Vitis vinifera* L. Skripsi. Universitas Brawijaya
- [9]Fuadati. 2018. Karakter Morfologi, Fisiologi, dan Gen Ccs (Capsanthin-Capsurobin Shytase) Pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Mutan G1M6. Skripsi. Universitas Brawijaya
- [10]Gultom. 2016. Pengaruh Pemberian Kolkisin Terhadap Jumlah Kromosom Bawang Putih (*Allium sativum*) Lokal Kultivar Doulu. Jurnal Biosains Vol. 2 No. 3
- [11]Hartati Sri dkk. 2018. Induksi Mutasi Dengan Kolkisin Dan Seleksi In Vitro Tebu Toleran Kekeringan Menggunakan Polyethylene Glycol. Jurnal Littri. 24(2)
- [12]Herman. Pengaruh mutagen Kolkisin pada biji Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) terhadap jumlah kromosom dan pertumbuhan. Jurnal Bio Eti. ISSN 978-602-14989-0-3
- [13]Kusbianto. 2016. Induksi Mutasi Kacang Tanah (*Arachis Hypogea*) Varietas Takar 2 Dengan Menggunakan Mutagen Ethyl Methane Sulfonate (EMS). Tesis. Universitas Jember
- [14]Murni. 2020. Pengaruh Perlakuan Kolkisin Terhadap Jumlah Kromosom Dan Fenotip Tanaman Cabe Keriting (*Capsicum annum* L.). Jur. Agroekotek. 2 (1):43-48
- [15]Nurlaelah. 2014. Keefektifan Film Dokumenter Sebagai Media Pembelajaran Menulis Argumentasi Pada Siswa Kelas X Sma Tiga Maret Sleman Yogyakarta. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta
- [16]Panjaitan dkk. 2019. Film Dokumenter Sebagai Media Pembelajaran Submateri Zat Aditif. Jurnal Pendidikan Biologi. Vol. 4, No. 2, e-ISSN 2540-802X
- [17]Pharmawati. 2015. Induksi Mutasi Kromosom dengan Kolkisin Pada Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Kultivar 'Kesuna Bali'. Jurnal Bioslogos, Vol. 5 Nomor 1
- [18]Pramudito A. 2013. Pengembangan Media Pembelajaran Video Tutorial Pada Mata Pelajaran Kompetensi Kejuruan Standar Kompetensi Melakukan Pekerjaan Dengan Mesin Bubut Di Smk Muhammadiyah 1 Playen. Skripsi. Universitas Yogyakarta
- [19]Purbosari dan Puspitasari. 2018. Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Tapak Dara (*Catharanthus roseus* L.) dan Kolkisin Terhadap Perkecambahan Biji Cabai Rawit Hibrida (*Capsicum annum*). Bioedukasi *Jurnal Pendidikan Biologi*. Vol 9. No 2
- [20]Putra B.S. 2017. Pengaruh Mutagen Kimia Ems (Ethyl Methane Sulphonate) Terhadap Kualitas Fisiologis Benih Dan Morfologi Bibit Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum*) Varietas Marakot. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [21]Putri G. E. 2014. Pengembangan Media Video Mata Pelajaran Keterampilan Menyulam Untuk Siswa Tunagrahita Ringan Kelas Xii Di Sma Luar Biasa Negeri 1 Yogyakarta. Skripsi. Universitas Yogyakarta
- [22]Sartika Tanti V dan Nur Basuki. 2017. Pengaruh Konsentrasi Kolkisin Terhadap Perakitan Putative Mutan Semangka. Jurnal Produksi Tanaman. Vol 5 No1
- [23]Setyowati dkk. 2013. Induksi Poliploidi Dengan Kolkisina Pada Kultur Meristem Batang Bawang Wakegi (*Allium x wakegi* Araki). Ilmu Pertanian Vol. 16 No.1,:58 –76
- [24]Simomora dkk. 2017. Pengaruh Kolkisin Terhadap Keragaman Fenotipe Tanaman Sri Rejeki (*Aglaonema* sp.) var. Yellow Lipstick Secara Setek Batang. Jurnal Agroekoteknologi FP USU E-ISSN No. 2337- 6597 Vol.5.No.3, (79): 623- 628
- [25]Syaifudin. 2013. Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi Kolkisin Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum Annum*) Varietas Lado F1. Jurnal LenteraBio Vol. 2 No. 2
- [26]Wartana. 2014. Induksi Mutasi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) dengan Ethyl Methanesulfonate pada Berbagai Tingkat Waktu Perendaman. Jurnal Agrotrop, 4 (1): 7-12
- [27]Wijiono. 2016. Penerapan Teknologi Mutagenesis Untuk Ketahanan Terhadap Layu Fusarium Pada Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.