Suteja, H.N. · N. Rostini · S. Amien

Pengaruh perlakuan ethyl methanesulphonate terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kentang granola (biji)

Effect of ethyl methanesulphonate treatment on germination and growth of granola potato (true potato seed)

Diterima : 25 Oktober 2018/Disetujui : 20 Maret 2019 / Dipublikasikan : 31 Maret 2019
©Department of Crop Science, Padjadjaran University

Abstract. The aim of the study was to evaluate the effect of ethyl methanesulphonate (EMS) on true potato seed germination and growth of potato Granola also obtained effective concentrations of EMS to produce mutants with high yield. Experiment was conducted in two stages. The first stage was carried out in BALITSA tissue culture laboratory, Lembang which consisted of EMS treatment steps in seeds with concentrations of 0.01%, 0.03%, 0.05%, 0.07%, 0.10%, 0.13%, 0.15%, 0.17%, and 0.20% for 3 and 6 hour; seeds planting on MS culture media; planlet propagation and plantlets observations. The second stage was carried out in screen house in Pangalengan which consisted of acclimatization stages using a randomized block design with 14 EMS treatment repeated 3 times and observations of plant growth, and yield. The results showed that EMS caused a decrease in germination. Growth observation results at screen house showed plant height, number of leaves, chlorophyll content index, and weight of tubers from treatment had lower than controls. Treatment with 0.07% EMS concentration for 3 hours and 0.01% consentration for 6 hours produced $3D_{12}$ and $6A_8$ mutan genotypes which had high yields.

Keywords: Potato · EMS · Mutation · Growth

Sari. Tujuan penelitian adalah mengevaluasi pengaruh ethyl methanesulphonate (EMS) terhadap pertumbuhan tanaman kentang Granola dari biji botani dan memperoleh konsentrasi efektif untuk mendapatkan mutan berdaya hasil tinggi. Percobaan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama dilakukan di laboratorium kultur jaringan BALITSA, Lembang, yang terdiri dari tahap perlakuan EMS pada biji dengan konsentrasi 0,01%; 0,03%; 0,05%; 0,07%; 0,10%; 0,13%; 0,15%; 0,17%; dan 0,20%; selama 3 dan 6 jam, penanaman biji pada media kultur MS, perbanyakan planlet dan pengamatan planlet. Tahap kedua dilakukan di rumah kasa di Pangalengan yang terdiri dari tahapan aklimatisasi menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 14 perlakuan EMS yang diulang 3 kali dan pengamatan pertumbuhan tanaman. Hasil menunjukkan bahwa EMS menyebabkan penurunan pada daya kecambah. Pengamatan pertumbuhan di rumah kasa menunjukkan tinggi tanaman, jumlah daun, indeks kandungan klorofil, dan berat ubi pertanaman hasil perlakuan memiliki hasil yang lebih rendah dibandingkan kontrol. Konsentrasi EMS 0,07% dengan perendaman 3 jam dan konsentrasi 0,01% dengan perendaman 6 jam menghasilkan genotipe $3D_{12}$ dan $6A_8$ yang memiliki hasil panen tinggi.

Kata kunci: Kentang · EMS · Mutasi · Pertumbuhan

Pendahuluan

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu tanaman budidaya yang sangat penting setelah gandum, jagung, dan padi. Tanaman ini lebih cocok ditanam di dataran tinggi karena suhu rata-rata harian yang optimal bagi pertumbuhan kentang adalah 18 – 21 ˚C dengan tekstur tanah dari sedang hingga kasar, pH 5,5 – 6,5 (agak masam), berdrainase dan beraerasi yang baik (Samadi, 2007; Singh, 2014). Salah satu kultivar kentang yang banyak ditanam di Indonesia adalah kentang varietas

Dikomunikasikan oleh Anne Nuraini
Suteja, H.N.[1] · N. Rostini[2] · S. Amien[2]
[1] Mahasiswa Program Magister Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Unpad
[2] Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
Korespondensi: hanhanifah@gmail.com

Granola. Kentang Granola banyak ditanam petani di Indonesia karena berdaya hasil tinggi (rata-rata 26.5 ton/ha), berumur pendek (100 – 105 hari), dan memiliki daya adaptasi luas (Gunadi, 2000).

Kentang mengandung nutrisi yang tinggi, mudah dicerna, dan mengandung karbohidrat, protein, mineral, vitamin serta kualitas serat yang tinggi. Kentang juga membantu meningkatkan ketersediaan pangan, juga berkontribusi terhadap rasio penggunaan lahan yang lebih baik dengan meningkatkan efisiensi agregat sistem produksi pertanian (Gastelo, *et. al.,* 2014). Namun, setiap tahunnya produksi kentang di Indonesia semakin menurun. Hal tersebut diantaranya disebabkan oleh penurunan kualitas dari varietas unggul dan serangan hama penyakit terutama penyakit busuk daun.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk dapat meningkatkan produksi kentang adalah dengan menggunakan kultivar unggul dengan hasil tinggi dan tahan terhadap serangan hama penyakit. Kultivar unggul tersebut dapat diperoleh melalui kegiatan pemuliaan, salah satunya pemuliaan mutasi. Ahloowalia *et al*. (2004), menyatakan bahwa induksi mutasi menjadi salah satu cara yang menjanjikan untuk menciptakan variasi dalam varietas tanaman. Strategi utama dalam pemuliaan tanaman berbasis mutasi adalah meningkatkan varietas tanaman yang telah beradaptasi baik dengan mengubah satu atau dua sifat utama. Hal tersebut meliputi karakter seperti tinggi tanaman, umur tanaman, dan ketahanan terhadap penyakit, yang berkontribusi terhadap peningkatan hasil dan kualitas hasil tanaman.

EMS (*Ethyl Methanesulphonate*) merupakan senyawa kimia yang paling banyak digunakan sebagai mutagen kimia dan terbukti efektif dapat menyebabkan mutasi dan memperluas keragaman genetik pada tanaman. EMS sering digunakan sebagai mutagen kimia karena lebih murah, dan mudah didapatkan. EMS dapat menyebabkan terjadinya substitusi nukleotida pada DNA. EMS mengalkilasi gugus oksigen dan nitrogen reaktif pada basa purin dan pirimidin yang dapat menyebabkan perubahan struktur basa-basa tersebut yang mengakibatkan terbentuknya rekombinasi pita DNA (Poerba dkk, 2009).

Menurut Suprasanna, *et. al.* (2015) sejauh ini sudah terdapat 3.218 varietas mutan yang sudah dirilis di seluruh dunia, baik melalui induksi mutagen fisik maupun kimia. Sebagian besar materi yang digunakan untuk perlakuan mutagenik adalah organ multiseluler seperti biji dan tunas vegetatif. Beberapa penelitian mutasi yang telah dilakukan menggunakan EMS pada biji tanaman yaitu tomat (Watanabe, *et. al*., 2007; Akhtar, 2014), padi (Talebi and Shahrokhifar, 2012), cabai (Alcantara, *et. al.,* 1995), arabidopsis (Jander, *et. al.,* 2003), mentimun (Wang, *et al.,* 2014), wortel (Wiguna, *et. al.,* 2011), dan barley (Sharifi-sirchi, *et. al.,* 2012). Oleh karena itu, untuk mendapatkan keragaman genetik baru dilakukan induksi mutasi menggunakan EMS pada biji tanaman kentang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *ethyl methanesulphonate* terhadap perkecambahan dan pertumbuhan tanaman kentang dari biji botani.

Bahan dan Metode

Bahan: materi yang digunakan adalah biji kentang granola dari Pangalengan. Media perkecambahan dan subkultur planlet yaitu media Murashige and Skoog (MS), agar bacto, sukrosa, alkohol 70% dan akuades. Mutagen yang digunakan adalah etil metan sulfonat (EMS). Media tanam di rumah kasa yaitu tanah, arang sekam, pupuk kandang, dan pupuk buatan.

Alat: alat yang digunakan yaitu alat tulis, kertas label, gelas ukur, botol kultur, pinset, gunting, kertas saring, timbangan analitik, cawan petri steril, laminar air flow, *autoclave*, *magnetic and heat stirer*, *beaker glass*, pH meter, sarung tangan, masker, mikro pipet, pipet tips, tube, tray semai, polybag, sekop, cangkul, jangka sorong, klorofil meter (Chlorophyll meter SPAD-502 Plus), alat dokumentasi dan plastik.

Metode percobaan:

Perlakuan EMS pada Biji Botani dan Kultur Planlet di Laboratorium. Sebanyak masing-masing 30 biji kentang direndam dengan 18 kombinasi lama perendaman dengan konsentrasi EMS dan kontrol, sehingga total biji perlakuan berjumlah 570 biji. Sebelum direndam dalam larutan EMS, semua biji kentang disterilisasi dengan akuades selama 5 menit sebanyak 3 kali, alkohol 70% selama 5 menit, dan kloroks 1% selama 10 menit. Biji yang telah steril kemudian dimasukan ke dalam tube steril yang berisi larutan EMS dengan konsentrasi berbeda. Pembuatan larutan EMS dilakukan

dengan mencampurkan 1 M buffer fosfat pH 7 dan larutan EMS sesuai perlakuan: 0,01 ml (A); 0,03 ml (B); 0,05 ml (C); 0,07 ml (D); 0,10 ml (E); 0,13 ml (F); 0,15 ml (G); 0,17 ml (H); dan 0,20 ml (I); dengan cara masing-masing konsentrasi tersebut dijadikan 100 ml dengan menambahkan buffer fosfat pH 7. Kemudian tube-tube tersebut dimasukkan ke dalam botol kultur untuk dikocok menggunakan *shaker* (dengan kecepatan 100 rpm) sesuai dengan lama perendaman masing-masing biji.

Biji yang telah direndam dalam EMS kemudian dibilas dengan akuades sebanyak 5 kali untuk menghilangkan sisa-sisa mutagen. Biji yang sudah dibilas tersebut ditanam dalam botol kultur yang berisi media MS (Murashige and Skoog), dengan pH 5,7 ± 0,1. Botol-botol tersebut disimpan di ruang kultur dengan suhu 19 °C supaya biji tumbuh dan dapat dijadikan planlet induk. Biji yang tumbuh dari planlet induk diperbanyak melalui stek buku tunggal sehingga setiap bagian yang dipotong terdiri dari satu buku dan satu helai daun. Penamaan genotipe berdasarkan lama perendaman (3 dan 6 jam), konsentrasi EMS (A=0,01%, B=0,03%, dst), serta urutan planlet yang tumbuh per perlakuan (1-30), misalnya $3A_1$.

Aklimatisasi Planlet. Aklimatisasi planlet dan pengamatan dilakukan di rumah kasa di Pangalengan. Planlet yang diaklimatisasi adalah planlet-planlet yang pertumbuhannya bagus. Planlet dibiarkan pada suhu ruang selama 24 jam sebelum diaklimatisasi. Media yang digunakan untuk penanaman dan perbanyakan planlet merupakan media steril yang terdiri dari campuran tanah, pupuk, dan arang sekam dengan perbandingan berat 1:1: 2. Planlet ditanam pada tray plastik, kemudian dilakukan stek buku tunggal dua minggu setelah tanam.

Stek yang telah berakar dipindahkan ke polybag yang berisi media tanam sama dengan media perbanyakan pada tray. Setiap polybag berisi 1 tanaman per perlakuan dengan 3 ulangan. Setiap ulangan disusun pada bedengan dengan lebar 1 meter, sehingga total terdapat 3 bedengan. Penyulaman dilakukan dua minggu setelah tanam. Pemupukan NPK (16:16:16) dengan dosis 5 gram/polybag dilakukan 3 hari sebelum tanam dan penyiangan dilakukan pada 35 hari setelah tanam.

Variabel Pengamatan. Variabel pengamatan meliputi persentase daya perkecambahan (%), tinggi tanaman (cm), jumlah daun, kandungan klorofil, dan bobot ubi per tanaman (g).

Analisis Data. Percobaan di rumah kasa dilakukan dengan menggunakan RAK dengan 14 perlakuan (3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3G, 3I, 6A, 6B, 6D, 6E, 6F, 6G, dan 6H) yang diulang 3 kali. Data hasil pengamatan dianalisis secara statistik dengan uji anova. Uji lanjut LSD dilakukan ketika F-hitung perlakuan lebih besar dari F-tabel 5%.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Perlakuan EMS terhadap Perkecambahan. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan perendaman biji botani kentang dalam larutan EMS berpengaruh terhadap persentase perkecambahan biji. Persentase daya kecambah pada perlakuan lama perendaman 3 jam menunjukan daya kecambah yang fluktuatif. Hal tersebut ditandai dengan persentase perkecambahan yang lebih dari 50% pada konsentrasi 0,07%; 0,10%; dan terutama konsentrasi 0,15% (Tabel 1). Lama perendaman biji botani dalam mutagen yang sebentar diduga menjadi faktor utama penyebab tingginya persentase perkecambahan. Tingginya persentase perkecambahan pada tiga konsentrasi tersebut dapat terjadi karena benih memiliki kemampuan toleransi terhadap efek penghambatan mutagen sehingga benih tetap viabel berkecambah meskipun lambat.

Pada perlakuan perendaman 6 jam terjadi penurunan persentase perkecambahan yang konsisten. Menurut Singh & Kole (2005) terjadinya penurunan persentase daya perkecambahan mengindikasikan keefektifan mutagen yang diaplikasikan. Penghambatan dan penurunan perkecambahan akibat EMS dipengaruhi oleh konsentrasi EMS tinggi yang dapat menurunkan potensial air di luar benih sehingga benih tidak dapat melakukan imbibisi air yang cukup untuk berkecambah. Defiani *et al.* (2012) menyebutkan bahwa perlakuan mutagenik dapat menghambat proses fisiologis dan biologis perkecambahan biji yang meliputi aktivitas enzim katalase dan lipase, keseimbangan hormon, dan terhambatnya proses mitosis.

Tabel 1. Persentase Daya Kecambah Biji Botani Kentang Hasil Perlakuan EMS.

Kode Perlakuan	Konsentrasi EMS (%)	Lama perendaman EMS			
		3 jam		6 jam	
		Biji berkecambah	% daya kecambah	Biji berkecambah	% daya kecambah
J (Kontrol)	0,00	25	100	25	100
A	0,01	10	40	9	36
B	0,03	7	28	3	12
C	0,05	7	28	3	12
D	0,07	15	60	4	16
E	0,10	14	56	3	12
F	0,13	7	28	3	12
G	0,15	20	80	3	12
H	0,17	3	12	2	8
I	0,20	3	12	0	0

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan EMS terhadap Tinggi Tanaman (cm).

No.	Genotipe	TT-LP_3	No.	Genotipe	TT-LP_3	No.	Genotipe	TT-LP_6
1	$3A_1$	7,47	26	$3E_2$	8,30	50	$6A_1$	3,12*
2	$3A_2$	5,53	27	$3E_3$	4,19*	51	$6A_2$	11,68*
3	$3A_3$	7,37	28	$3E_4$	8,35	52	$6A_3$	1,55*
4	$3B_1$	10,68*	29	$3E_6$	8,92	53	$6A_4$	6,87
5	$3B_2$	3,43*	30	$3E_7$	4,79	54	$6A_5$	4,53*
6	$3B_3$	2,48*	31	$3E_9$	4,55*	55	$6A_7$	9,44
7	$3B_4$	5,80	32	$3E_{10}$	7,17	56	$6A_8$	12,01*
8	$3B_5$	3,44*	33	$3E_{11}$	8,20	57	$6A_9$	8,33
9	$3B_6$	4,12*	34	$3E_{14}$	1,79*	58	$6B_1$	9,17
10	$3C_1$	7,41	35	$3G_1$	3,07*	59	$6B_2$	5,11*
11	$3C_2$	6,80	36	$3G_2$	2,65*	60	$6D_1$	2,37*
12	$3D_1$	8,19	37	$3G_3$	8,12	61	$6D_2$	4,27*
13	$3D_2$	4,99	38	$3G_7$	6,25	62	$6D_3$	6,24
14	$3D_3$	2,34*	39	$3G_8$	4,98	63	$6D_4$	9,06
15	$3D_4$	7,15	40	$3G_9$	8,91	64	$6F_1$	7,62
16	$3D_5$	5,98	41	$3G_{10}$	8,04	65	$6F_2$	5,35*
17	$3D_6$	5,77	42	$3G_{11}$	5,85	66	$6G_1$	8,11
18	$3D_7$	4,66	43	$3G_{12}$	4,60	67	$6G_2$	6,74
19	$3D_8$	7,53	44	$3G_{13}$	6,22	68	$6G_3$	5,19*
20	$3D_{10}$	5,11	45	$3G_{14}$	4,22*	69	$6H_1$	9,86*
21	$3D_{11}$	2,62*	46	$3G_{15}$	8,18	70	$6H_2$	9,91*
22	$3D_{12}$	7,67	47	$3I_1$	11,40*			
23	$3D_{13}$	2,24*	48	$3I_2$	8,76			
24	$3D_{14}$	3,88*	49	$3I_3$	4,29*			
25	$3E_1$	0,77*						
Tinggi tanaman Genotipe J (Kontrol) = 8.53 cm								

Keterangan: Angka yang diikuti tanda * menunjukkan adanya perbedaan yang nyata berdasarkan uji LSD pada taraf 5%, TT-LP_3 = Tinggi tanaman pada lama perendaman 3 jam, TT-LP_6 = Tinggi tanaman pada lama perendaman 6 jam, genotipe J = Granola tanpa mutagen sebagai kontrol.

Menurut Pratiwi, *et. al.* (2013), mutagen EMS dapat menurunkan persentase daya kecambah jika lama perendaman dan konsentrasi EMS semakin tinggi. Tingginya konsentrasi EMS yang masuk kedalam benih akan menyebabkan mutasi titik pada DNA sel embrio yang terdapat di dalam benih dan mengubah susunan asam amino. Hasil penelitian ini didukung oleh beberapa penelitian lain mengenai penghambatan mutagen EMS terhadap perkecambahan biji. Penelitian Rustini & Pharmawati (2014) pada tanaman cabai rawit menunjukkan bahwa perlakuan perendaman biji dengan konsentrasi EMS 1% selama 6 dan 12

jam dapat memperlambat perkecambahan bibit cabai rawit.

Pengaruh Perlakuan EMS terhadap Pertumbuhan. Tanaman hasil perlakuan EMS yang diamati di rumah kasa adalah genotipe 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3G, 3I, 6A, 6B, 6D, 6F, 6G, dan 6H. Genotipe 3F, 3H, 6C, 6E, dan 6I tidak dapat diamati karena planlet genotipe mati terkontaminasi dari media tanam planlet dan ketika aklimatisasi di rumah kasa.

Tinggi Tanaman. Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 2, perlakuan lama perendaman dan berbagai taraf konsentrasi EMS berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Hasil yang diperoleh diantaranya pada lama perendaman 3 jam terdapat 18 genotipe yang memiliki tinggi berbeda nyata dengan kontrol, sedangkan pada lama perendaman 6 jam terdapat 12 genotipe dengan tinggi berbeda nyata dengan kontrol.

Berdasarkan hasil penelitian, umumnya genotipe hasil perlakuan lama perendaman 3 dan 6 jam menunjukkan tinggi tanaman yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut terjadi seiring dengan meningkatnya konsentrasi EMS yang digunakan, juga semakin lama waktu perendaman yang dilakukan. Semakin tinggi konsentrasi EMS dan semakin lama perendaman menyebabkan penyerapan EMS yang lebih banyak ke dalam tanaman termasuk bertambahnya toksisitas EMS. Hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya penurunan tinggi tanaman (Priyono & Susilo, 2002).

Penurunan pertumbuhan juga diduga terjadi karena adanya kerusakan kromosom akibat konsentrasi EMS yang tinggi. Akhtar (2014) menyebutkan bahwa kromosom yang rusak karena mutagen dan hubungan antara kromosom yang rusak dengan kromosom yang tidak rusak memiliki korelasi yang penting dengan terjadinya penurunan pertumbuhan. Tingkat dosis mutagen yang lebih tinggi menunjukkan tinggi tanaman yang lebih rendah karena mutagen membatasi pembelahan sel somatik, juga dapat menyebabkan pertumbuhan abnormal dan penurunan kesuburan.

Jumlah Daun dan Indeks kandungan klorofil Daun. Tabel 3 hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman dan jenis taraf konsentrasi EMS berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman kentang. Tanaman pada perlakuan EMS dengan lama perendaman 3 jam menghasilkan jumlah daun yang lebih sedikit dibandingkan kontrol. Hasil tersebut berbeda dengan perlakuan lama perendaman 6 jam. Pada perlakuan tersebut genotipe yang berbeda nyata dengan kontrol menunjukkan jumlah daun paling banyak yaitu genotipe $6H_1$ dan jumlah daun paling sedikit yaitu genotipe $6A_3$ dan $6D_1$.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama perendaman yang sebentar yaitu 3 jam dengan konsentrasi EMS yang rendah menghasilkan genotipe dengan jumlah daun yang sedikit. Sebaliknya bahwa lama perendaman yang cukup lama yaitu 6 jam serta konsentrasi EMS 0,17% dapat menghasilkan genotipe dengan jumlah daun paling banyak. Lama perendaman dan konsentrasi EMS yang diujikan dapat menyebabkan berbagai perubahan struktur dan fungsi tanaman. Sehingga semakin meningkat dosis EMS yang digunakan, maka beberapa parameter pertumbuhan semakin menurun contohnya jumlah daun. Beberapa penelitian mengindikasikan bahwa dosis mutagen yang tinggi dapat merusak dan menghentikan enzim yang dibutuhkan untuk proses inisiasi daun (Akhtar, 2014).

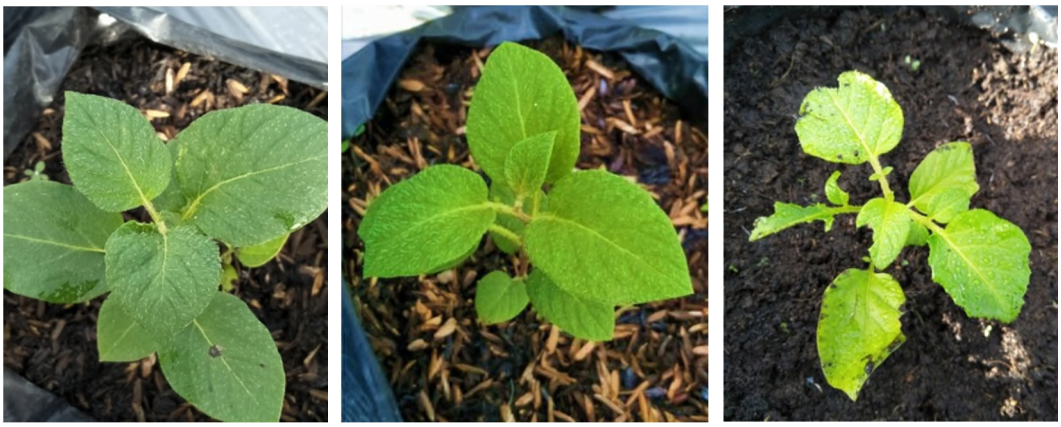
Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan lama perendaman dan jenis taraf konsentrasi EMS mempengaruhi indeks kandungan klorofil daun. Tanaman uji hasil perlakuan EMS memiliki indeks kandungan klorofil daun yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan tanaman kontrol. Pada perlakuan lama perendaman 3 jam terdapat 9 genotipe mutan dengan indeks kandungan klorofil yang berbeda nyata dengan kontrol. Pada perlakuan lama perendaman 6 jam diperoleh 5 genotipe mutan yang berbeda nyata dengan kontrol.

Berdasarkan hasil pengamatan terlihat lebih banyak genotipe mutan yang memiliki jumlah kandungan klorofil lebih rendah jika dibandingkan dengan kontrol. Menurut Sikder *et al.* (2013), perkembangan klorofil diduga dikendalikan oleh banyak gen yang terletak di dekat sentromer dan segmen proksimal dari kromosom. Adanya defisiensi klorofil yang disebabkan oleh perlakuan EMS diduga terjadi karena EMS mengakibatkan kerusakan kromosom.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan EMS terhadap Jumlah Daun dan Indeks Kandungan Klorofil Daun.

Genotipe	JD-LP_3	JK-LP_3	Genotipe	JD-LP_3	JK-LP_3	Genotipe	JD-LP_6	JK-LP_6
$3A_1$	8,81	31,23	$3E_2$	6,83	23,47	$6A_1$	4,44*	17,40*
$3A_2$	5,89	34,70	$3E_3$	5,79	30,60	$6A_2$	12,55*	37,93
$3A_3$	7,41	31,00	$3E_4$	10,55	35,87	$6A_3$	4,37*	16,37*
$3B_1$	8,96	37,20	$3E_6$	6,91	32,20	$6A_4$	6,59	33,57
$3B_2$	4,04*	35,97	$3E_7$	4,68	15,13*	$6A_5$	6,15	29,40
$3B_3$	2,78*	12,50*	$3E_9$	6,46	24,37	$6A_7$	9,25	35,20
$3B_4$	5,96	15,23*	$3E_{10}$	6,59	31,37	$6A_8$	14,03*	31,03
$3B_5$	7,05	21,50	$3E_{11}$	10,05	31,10	$6A_9$	8,14	28,70
$3B_6$	5,89	21,10	$3E_{14}$	1,70*	10,17*	$6B_1$	6,57	31,03
$3C_1$	5,77	30,33	$3G_1$	5,74	24,90	$6B_2$	6,11	26,30
$3C_2$	7,52	31,13	$3G_2$	7,83	37,60	$6D_1$	4,37*	19,50*
$3D_1$	7,18	34,40	$3G_3$	6,11	32,40	$6D_2$	5,55*	17,50*
$3D_2$	6,57	29,80	$3G_7$	6,11	26,73	$6D_3$	8,37	40,63
$3D_3$	3,24*	11,17*	$3G_8$	9,22	30,68	$6D_4$	8,91	35,30
$3D_4$	8,17	37,97	$3G_9$	9,92	32,00	$6F_1$	9,29	39,33
$3D_5$	7,96	31,90	$3G_{10}$	7,00	32,30	$6F_2$	5,78*	26,17
$3D_6$	7,90	28,53	$3G_{11}$	5,85	32,43	$6G_1$	8,28	35,73
$3D_7$	7,74	24,43	$3G_{12}$	6,66	21,60	$6G_2$	8,66	33,93
$3D_8$	8,96	34,60	$3G_{13}$	6,69	30,20	$6G_3$	5,63*	20,53*
$3D_{10}$	7,29	27,17	$3G_{14}$	5,81	25,40	$6H_1$	14,48*	36,83
$3D_{11}$	3,22*	19,87*	$3G_{15}$	9,66	28,40	$6H_2$	9,73	34,20
$3D_{12}$	12,92	34,83	$3I_1$	10,67	36,37			
$3D_{13}$	2,92*	28,47	$3I_2$	10,79	31,07			
$3D_{14}$	5,30	11,30*	$3I_3$	5,07	13,80*			
$3E_1$	2,48*	6,83*						
Jumlah daun genotipe J (Kontrol) = 8.92 helai								
Indeks kandungan klorofil genotipe J (Kontrol) = 34.60 unit								

Keterangan: Angka yang diikuti tanda * menunjukkan adanya perbedaan yang nyata berdasarkan uji LSD pada taraf 5%; JD = Jumlah Daun, LP_3 = lama perendaman 3 jam. LP_6 = lama perendaman 6 jam, JK = indeks kandungan klorofil; genotipe J = Granola tanpa perlakuan sebagai kontrol.



a b c

Gambar 1. Klorofil mutan a) kontrol, b) viridis, c) chlorina.

Secara keseluruhan perlakuan lama perendaman EMS selama 3 dan 6 jam menghasilkan 2 tipe klorofil mutan berdasarkan Patial, *et. al*. (2016) yaitu viridis dan chlorina (Gambar 1). Pada perlakuan lama perendaman EMS selama 3 jam terdapat 1 genotipe viridis dan 19 genotipe chlorina. Pada perlakuan lama perendaman 6 jam terdapat 3 genotipe viridis dan 11 genotipe chlorina. Mutasi klorofil yang terjadi dalam penelitian ini merupakan pengaruh mutagenik

EMS yang mengindikasikan bahwa perlakuan konsentrasi dan lama perendaman EMS yang berbeda sudah cukup efektif dalam menciptakan keragaman genetik populasi.

Bobot Ubi per Tanaman. Bobot ubi hasil percobaan dipengaruhi oleh perlakuan lama perendaman dan jenis taraf konsentrasi EMS. Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa bobot ubi pada perlakuan kontrol berbeda nyata dengan genotipe yang mendapat perlakuan EMS. Berdasarkan data hasil pengamatan, bobot ubi rata-rata tertinggi dan terendah semua perlakuan terdapat pada lama perendaman 6 jam. Bobot ubi rata-rata pada tanaman kontrol adalah 6,42 g, sementara bobot ubi rata-rata tertinggi pada genotipe mutan hasil perlakuan terdapat pada genotipe $6A_8$ (taraf konsentrasi EMS 0,01%) seberat 16,09 g dan bobot ubi rata-rata terendah terdapat pada genotipe $6A_3$ dengan berat hanya 0,21 g.

Tingginya bobot ubi pada genotipe mutan $6A_8$ diduga karena genotipe memiliki jumlah daun yang banyak. Daun yang lebih banyak memungkinkan tanaman menangkap sinar matahari secara maksimal dan fiksasi CO_2 semakin tinggi sehingga dapat meningkatkan hasil fotosintesis. Hasil fotosintesis yang besar akan berpengaruh pada hasil asimilat yang besar juga, dan terus menerus terproses dalam pembentukan ubi tanaman (Arifin *et al.,* 2014).

Berdasarkan keseluruhan data parameter pertumbuhan planlet mulai dari perkecambahan diketahui bahwa kombinasi perlakuan yang menghasilkan perkecambahan terbaik terdapat pada perlakuan EMS dengan konsentrasi 0,01% dan 0,03% dengan lama perendaman 6 jam. Perlakuan kombinasi konsentrasi 0,01% dengan lama perendaman 6 jam juga menunjukkan pertumbuhan tanaman yang baik di rumah kasa. Parameter yang diamati seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot ubi menghasilkan nilai yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol terutama pada genotipe $6A_8$.

Perlakuan kombinasi beberapa konsentrasi dan lama perendaman EMS yang dilakukan pada biji botani varietas Granola ini tidak hanya mempengaruhi parameter pertumbuhan, namun

Tabel 4. Pengaruh Perlakuan EMS terhadap Bobot Ubi (g).

No.	Genotipe	BU-LP$_3$	No.	Genotipe	BU-LP$_3$	No.	Genotipe	BU-LP$_6$
1	$3A_1$	4,94	25	$3E_2$	2,58*	48	$6A_1$	0,94*
2	$3A_2$	3,56	26	$3E_3$	2,96*	49	$6A_2$	9,26
3	$3A_3$	2,12*	27	$3E_4$	6,64	50	$6A_3$	0,21*
4	$3B_1$	6,64	28	$3E_6$	3,82	51	$6A_4$	4,96
5	$3B_2$	9,05*	29	$3E_7$	2,07*	52	$6A_5$	2,44*
6	$3B_3$	5,03	30	$3E_9$	1,35*	53	$6A_7$	8,28
7	$3B_4$	2,47*	31	$3E_{10}$	6,60	54	$6A_8$	16,09*
8	$3B_5$	1,23*	32	$3E_{11}$	8,56	55	$6A_9$	2,30*
9	$3B_6$	0,69*	33	$3G_1$	1,25*	56	$6B_2$	3,07*
10	$3C_1$	1,99*	34	$3G_2$	6,41	57	$6D_1$	2,56
11	$3C_2$	3,83	35	$3G_3$	2,38*	58	$6D_2$	1,14*
12	$3D_1$	6,26	36	$3G_7$	1,86*	59	$6D_3$	4,53
13	$3D_2$	2,91	37	$3G_8$	1,65*	60	$6D_4$	3,80
14	$3D_3$	0,55*	38	$3G_9$	3,21	61	$6F_1$	7,15
15	$3D_4$	6,08	39	$3G_{10}$	3,88	62	$6F_2$	1,11*
16	$3D_5$	2,64*	40	$3G_{11}$	1,70*	63	$6G_1$	3,29
17	$3D_6$	4,78	41	$3G_{12}$	2,73*	64	$6G_2$	4,51
18	$3D_7$	3,08*	42	$3G_{13}$	2,80*	65	$6G_3$	2,24*
19	$3D_8$	6,88	43	$3G_{14}$	1,75*	66	$6H_1$	7,15
20	$3D_{10}$	2,64*	44	$3G_{15}$	7,14	67	$6H_2$	4,31
21	$3D_{11}$	7,33	45	$3I_1$	7,34			
22	$3D_{12}$	7,99	46	$3I_2$	15,74*			
23	$3D_{13}$	3,13	47	$3I_3$	1,19*			
24	$3D_{14}$	0,96*						
Bobot ubi Genotipe J (Kontrol) = 6,42 g								

Keterangan: Angka yang diikuti tanda * menunjukkan adanya perbedaan yang nyata berdasarkan uji LSD pada taraf 5%, BU-LP$_3$ = Bobot ubi pada lama perendaman 3 jam, BU-LP$_6$ = Bobot ubi pada lama perendaman 6 jam, genotipe J = Granola tanpa mutagen sebagai kontrol.

juga menghasilkan variasi yang diinginkan. Novak & Brunner (1992) menyebutkan bahwa induksi mutasi menjadi salah satu cara yang menjanjikan untuk menciptakan variasi dalam varietas tanaman. Strategi utama dalam pemuliaan tanaman berbasis mutasi yaitu meningkatkan varietas tanaman yang telah beradaptasi baik dengan mengubah satu atau dua sifat utama. Hal tersebut meliputi karakter yang berkontribusi terhadap peningkatan hasil dan kualitas.

Kesimpulan

Perlakuan kombinasi beberapa konsentrasi dan lama perendaman EMS pada biji botani Granola dapat mempengaruhi perkecambahan dan pertumbuhan tanaman. Mutagen EMS terbukti dapat menurunkan persentase perkecambahan dan pertumbuhan namun juga dapat menghasilkan variasi yang diinginkan yaitu tanaman yang mempunyai hasil panen yang lebih tinggi dari kontrol. Secara umum diperoleh genotipe mutan putatif unggul yaitu genotipe $6A_8$.

Daftar Pustaka

Ahloowalia, B. S., M. Maluszynski., and K. Nichterlein. 2004. Global Impact of Mutation-Derived Varieties. Euphytica. 135: 187 – 204.

Arifin, M. S., A. Nugroho., dan A. Suryanto. 2014. Kajian Panjang Tunas dan Bobot Ubi Bibit Terhadap Produksi Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Granola. Jurnal Produksi Tanaman. 2(3): 221 – 229.

Alcantara, T.P., P.W. Bosland, and D.W. Smith. 1995. Ethyl Methanesulfonate-Induced Seed Mutagenesis of *Capsicum annuum*. The Journal of Heredity. 87(3).

Akhtar, N. 2014. Effect of Physical and Chemical Mutagens on Morphological Behavior of Tomato (*Lycopersicon esculentum L.,*) CV. "Rio Grande" under Heat Stress Conditions. Scholarly Journal of Agricultural Science. 4(6): 350-355.

Defiani, M.R., Pharmawati M, dan Suada I.K. 2012. Penerapan Teknologi Mutagenesis untuk Ketahanan Terhadap Layu Fusarium pada Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.). Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Universitas Udayana (ID): Bali..

Gastelo, M., Kleinwechter, U., Bonierbale, M. 2014. Global Potato Research For A Changing World. International Potato Center (CIP).

Gunadi, N. 2000. Biji Botani Kentang (True Potato Seed = TPS) Bahan Tanam Alternatif dalam Penanaman Kentang. Monografi No. 20. ISBN: 979 – 8304 – 34 – 9.

Jander, G., S. R. Baerson., J. A. Hudak., K. A. Gonzales., K. J. Gruys., and R. L. Last. 2003. Ethylmethanesulfonate Saturation Mutagenesis in Arabidopsis to Determine Frequency of Herbicide Resistance. Plant Physiology. 131: 139 – 146.

Patial, M., S. R. Thakur, K. P. Singh, and A. Thakur. 2016. Frequency and Spectrum of Chlorofphyll Mutations and Induced Variability in Ricebean (*Vigna umbellata* Thunb, Ohwi, and Ohashi). Legume Research. 40 (1): 39 – 46.

Poerba, Y. S., A. Leksonowati. , dan D. Martanti. 2009. Pengaruh Mutagen Etil Metan Sulfonat (EMS) Terhadap Pertumbuhan Kultur In Vitro Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). Berita Biologi. 9(4):419-425.

Pratiwi, N. M. D., M. Pharmawati., dan I. A. Astarini. 2013. Pengaruh *Ethyl Methane Sulphonate* (EMS) Terhadap Pertumbuhan dan Variasi Tanaman Marigold (*Tagetes* sp.). Agrotrop. 3(1): 23-28.

Priyono dan A. W. Susilo. 2002. Respons Regenerasi In Vitro Eksplant Sisik Mikro Kerk Lily (*Lilium longiflorum*) Terhadap Ethyl Methane Sulfonate (EMS). Jurnal Ilmu Dasar. 3 (2): 74-79.

Rustini, N. K. D., dan M. Pharmawati. 2014. Aksi *Ethyl Methane Sulphonate* terhadap Muculnya Bibit dan Pertumbuhan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). Jurnal Bioslogos. 4 (1): 1 – 7.

Samadi, B. 2007. *Kentang dan Analisis Usaha Tani.* Kanisisus. Yogyakarta.

Sharifi-sirchi, G. R., A. Baghizadeh., M. Golestani., and V. R. Saffari. 2012. The Effect of Chemical and Physical Mutagens on Morphological and Cytological Characters of Barley (Iranian cv. Nosrat). African Journal of Biotechnology. 11(16): 3842 – 3848.

Sikder, S., P. Biswas., P. Hazra., S. Akhtar., A. Chattopadhyay., A. M. Badigannavar., and S. F. D'Souza. 2013. Induction of

Mutation in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) by Gamma Irradiation and EMS. Indian J. Genet. 73(4): 392 – 399.

Singh, R and C. R. Kole. 2005. Effect of Mutagenic Treatment With EMS on Germination And Some Seedling Parameters in Mungbean. Crop Research. 30 (2): 236-240.

Singh, B. 2014. Potato Scenario-Past, Present, and Future. Dalam Current Trends in Quality Potato Production, Processing, and Marketing. Pandey NK, Singh DK, Kumar R (editor). 2014. India: Central Potato Research Institute.

Suprasanna, P., S. J. Mirajkar., and S. G. Bhagwat. 2015. Induced Mutations and Crop Improvement. Plant Biology and Biotechnology: Volume I: Plant Diversity, Organization, Function and Improvement, DOI 10.1007/978-81-322-2286-6_23. India.

Talebi, A.B., and B. Shahrokhifar. 2012. Ethyl Methane Sulfhonate (EMS) Induced Mutagenesis in Malaysian Rice (cv. MR219) for Lethal Dose Determination. American Journal of Plant Sciences. 3: 1661 – 1665.

Wang, L., B. Zhang., J. Li., X. Yang., and Z. Ren. 2014. Ethyl Methanesulfonate (EMS)-Mediated Mutagenesis of Cucumber (*Cucumis sativus* L.). Agricultural Sciences. 5: 716 – 721.

Watanabe, S., T. Mizoguchi., K. Aoki., Y. Kubo., H. Mori., S. Imanishi., Y. Yamazaki., D. Shibata., and H. Ezura. 2007. Ethyl methane sulfonate (EMS) Mutagenesis of *Solanum lycopersicum* cv. Micro-Tom for Large-scale Mutant Screens. Plant Biotechnology. 24: 33 – 39.

Wiguna, G., Rd. Prasodjo., dan U. Sumpena. 2011. Efektivitas Ethyl Methane Sulfonate (EMS) Terhadap Pembentukan Tanaman Wortel (*Daucus carota* L.) Mandul Jantan. Mediagro. 7 (2): 25 – 32.