



## Induksi Mutasi Etil Metan Sulfonat (EMS) terhadap Kenampakan Fenotip Anggrek Ki Aksara (*Macodes petola*) Secara In Vitro

### Mutation Induction of Ethyl Methane Sulfonate (EMS) to Phenotypic Appearance of the Ki Aksara Orchid (*Macodes petola*) In Vitro

Nurul Kamila<sup>1\*</sup>, Sulistyio Sidik Purnomo<sup>2</sup>, Nurcahyo Widyodaru<sup>3</sup>, Edhi Sandra<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universitas Singaperbangsa Karawang, email: [nkamila2810@gmail.com](mailto:nkamila2810@gmail.com)

<sup>2</sup>Universitas Singaperbangsa Karawang, email: [sulistyio.sidik@staff.unsika.ac.id](mailto:sulistyio.sidik@staff.unsika.ac.id)

<sup>3</sup>Universitas Singaperbangsa Karawang, email: [nurcahyo.widyodaru@staff.unsika.ac.id](mailto:nurcahyo.widyodaru@staff.unsika.ac.id)

<sup>4</sup>Esha Flora, Institut Pertanian Bogor, email: [edhisa@apps.ipb.ac.id](mailto:edhisa@apps.ipb.ac.id)

\* Penulis Korespondensi: E-mail: [nkamila2810@gmail.com](mailto:nkamila2810@gmail.com)

#### ABSTRAK

Tanaman hias khususnya anggrek sangat diminati oleh pasar domestik maupun internasional sehingga membuat perkembangan anggrek terus dilakukan. Pengembangan kultivar baru dapat diperoleh melalui pemuliaan tanaman dengan cara persilangan dua tetua namun membutuhkan waktu yang lama. Pengadaan kultivar baru dengan mutasi sudah banyak dilakukan. Etil Metan Sulfonat (EMS) adalah salah satu mutagen yang sering digunakan dan telah dikonfirmasi efektif dalam menginduksi mutasi berbagai organisme. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi Etil Metan Sulfonat (EMS) dengan lama perendaman yang tepat terhadap kenampakan fenotip pada Anggrek Ki Aksara (*Macodes petola*) secara *in vitro*. Percobaan dilakukan di laboratorium kultur jaringan Esha Flora, Bogor. Metode yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor kombinasi yaitu konsentrasi EMS dan lama perendaman sejumlah 16 kombinasi dan 1 kontrol yang diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 51 unit percobaan. Data yang diperoleh di uji secara statistik menggunakan uji Anova 5% dan uji lanjut DMRT 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa EMS dengan konsentrasi rendah yakni 0.2% dan 0.4% dapat menstimulasi pertumbuhan yaitu tinggi tanaman, jumlah tunas, jumlah daun dan jumlah akar, sedangkan dengan konsentrasi yang lebih tinggi yakni 0.6% dan 0.8% dapat menghambat pertumbuhan namun menghasilkan penampilan warna tunas yang berbeda dibandingkan kontrol pada *Macodes petola*.

**Kata kunci:** Etil Metan Sulfonat (EMS), Induksi mutasi, *Macodes petola*.

#### ABSTRACT

Ornamental plants, especially orchids are in great demand by the domestic and international trading markets so that the improvement development of orchids continued to be implemented. The improvement development of new cultivars can be obtained by plant breeding with crossing two parents but it takes a long time. The procurement of new cultivars with mutations has been widely implemented. Ethyl Methane Sulfonate (EMS) is one of the most frequently used mutagens and has been confirmed to be effective in inducing mutations in various organisms. This study aims to find out the concentration of Ethyl Methane Sulfonate (EMS) with the right immersion duration on the phenotypic appearance of the Ki Aksara Orchid (*Macodes petola*) in vitro. The experiment was conducted at the Esha Flora tissue culture laboratory, Bogor. The method used was a completely randomized design (CRD) with 2 combination factors, namely the concentration of EMS and the duration of immersion in a total of 16 combinations and 1 control which was 3 repeated so that there were 51 experimental units. The data obtained were tested statistically using the 5% ANOVA test and the 5% DMRT test. The results showed that EMS with low concentrations at 0.2% and 0.4% can stimulate plant height, number of shoots, number of leaves and number of roots, while at higher concentrations at 0.6% and 0.8% can inhibit growth but produce a different shoot appearance compared to control on *Macodes petola*.

**Keywords:** Ethyl Methane Sulfonate (EMS), *Macodes petola*, Mutation induction.

## PENDAHULUAN

*Macodes petola* adalah salah satu jenis anggrek tanah yang memiliki daun indah. Daun *Macodes petola* memiliki urat-urat daun berwarna kuning mengkilat atau emas, jenis anggrek ini sering disebut *jewel orchid* atau anggrek permata (Purwanto, 2015). Anggrek ini juga dikenal dengan sebutan Anggrek Ki Aksara karena urat daun dari anggrek ini terlihat menyerupai tulisan (Diah dan Djarwaningsih, 2009). Pengembangan anggrek terus dilakukan sebagai upaya mengembangkan usaha anggrek. Pemanfaatan mutasi untuk pemuliaan tanaman lebih efektif dengan waktu lebih singkat untuk memunculkan sifat-sifat baru (Broertjes dan Van Harten, 2012 dalam Lestari, 2016).

Pemberian zat mutasi terhadap tanaman dapat melalui kultur jaringan. Kultur jaringan dalam perbanyak tanaman semakin berkembang maka aplikasi mutasi dengan teknik kultur jaringan juga berkembang, kombinasi keduanya membuat peluang untuk mendapatkan mutan lebih tinggi dan banyak varietas unggul baru yang telah dilepas dan dimanfaatkan oleh petani dan masyarakat (Lestari, 2012). Pemberian mutagen melalui kultur jaringan memiliki beberapa keuntungan diantaranya yaitu sebelum perlakuan mendapatkan populasi yang cukup besar, dapat meningkatkan frekuensi variasi somaklonal, dapat meningkatkan *recovery* sel-sel akibat mutasi dengan berkurangnya kompetisi somatik akibat dari modifikasi kondisi kultur khususnya pemberian zat pengatur tumbuh sitokinin pada media, efisien karena produksi mutan lebih cepat sejalan dengan meningkatnya kecepatan perbanyak melalui kultur jaringan yakni jumlah generasi lebih besar per unit waktu dan tempat (Ahloowalia, 1995 dalam Poerba *et al.*, 2009).

Etil Metan Sulfonat (EMS) merupakan mutagen kimia yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan mutagen kimia lainnya karena mudah dibeli, harganya murah, dan tidak bersifat mutagenik setelah terhidrolisis (Harten, 1998 dalam Qosim *et al.*, 2015). Pemberian EMS pada tanaman telah banyak dibuktikan menghasilkan tanaman mutan. Perubahan karakter morfologi yang dapat terjadi akibat pemberian EMS adalah tinggi tanaman dan jumlah daun pada *Coleus sp.* (Sari *et al.*, 2017). Pada tanaman apokat (*Persea Americana* Mill.) memberikan perbedaan pertumbuhan tinggi, jumlah daun, jumlah stomata, tebal daun dan panjang palisade (Yenisbar, 2005). Pada tanaman padi memberikan pengaruh pada panjang daun dan lebar daun (Taolin *et al.*, 2018). Beberapa penelitian menunjukkan adanya perubahan warna tanaman akibat EMS baik warna daun, batang, dan bunga akibat EMS diantaranya pada tanaman krisan dilaporkan oleh (Latado *et al.*, 2004), Rahma (2011), (Firdausya, 2012). Tanaman *Saintpaulia* (Fang dan Traore, 2011), Pisang (Yanti *et al.*, 2008), Marigold Pratiwi *et al.*, (2013), *Coleus sp.* (Sari *et al.*, 2017). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan konsentrasi Etil metan sulfonat (EMS) dengan lama perendaman yang tepat terhadap kenampakan fenotip pada Anggrek Ki Aksara (*Macodes petola*) secara *in vitro*.

## METODE PENELITIAN

Percobaan ini dilakukan di Laboratorium Esha Flora yang berada di Perumahan Taman Cimanggu Blok M6 Jalan. Kemuning VI, No 9 Rt.02 / Rw.10 Kel. Kedung Waringin, Kec. Tanah Sareal, Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat. Percobaan ini akan dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Agustus 2021. Bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah aquades, Media MS berupa larutan stok A sampai F, vitamin, Myo-Inositol, *Plant Preservative Mixture* (PPM) sebagai antibiotik, BAP, zat mutasi Etil Metan Sulfonat (EMS), NaOH 1 N, HCl 1 N, agar, gula, spirtus, alkohol 70%, iodine, detergen, *clorox*, karet gelang, plastik bening, plastik *wrapping*, aluminium foil, kertas koran, kertas label dan eksplan tanaman *Macodes petola*. Peralatan yang digunakan adalah *laminar air flow cabinet*, *autoclave*, panci, kompor gas, timbangan analitik, gelas ukur, pipet, suntikan, spatula, pH indikator, botol kultur, tisu, cawan petri, lampu bunsen, pisau, scapel, pinset, rak kultur, sprayer, jas lab, masker, sarung tangan latex, kamera dan alat tulis.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap kombinasi dari 2 faktor. Faktor kombinasi dalam penelitian ini yaitu konsentrasi EMS 4 taraf dan lama perendaman eksplan dengan 4 taraf sehingga terdapat 16 perlakuan dan 1 perlakuan sebagai kontrol. Percobaan diulang sebanyak 3 kali maka terdapat 51 unit percobaan. Perlakuan terdiri dari P0Q0 (0% EMS 0 menit), P1Q1 (0.2% EMS 30 menit), P1Q2 (0.2% EMS 60 menit), P1Q3 (0.2% EMS 90 menit), P1Q4 (0.2% EMS 120 menit), P2Q1 (0.4% EMS 30 menit), P2Q2 (0.4% EMS 60 menit), P2Q3 (0.4% EMS 90 menit), P2Q4 (0.4% EMS 120 menit), P3Q1 (0.6% EMS 30 menit), P3Q2 (0.6% EMS 60 menit), P3Q3 (0.6% EMS 90 menit), P3Q4 (0.6% EMS 120 menit), P4Q1 (0.8% EMS 30 menit), P4Q2 (0.8% EMS 60 menit), P4Q3 (0.8% EMS 90 menit), P4Q4 (0.8% EMS 120 menit)

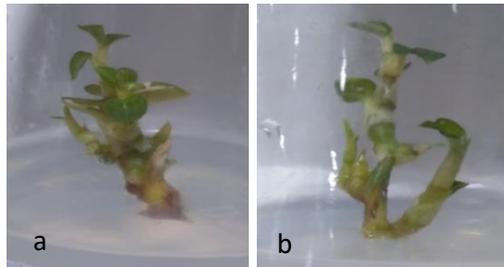
Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis varian atau ANOVA dengan taraf 5%. Apabila uji F dalam analisis varian signifikan maka dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Respon Tumbuh Eksplan

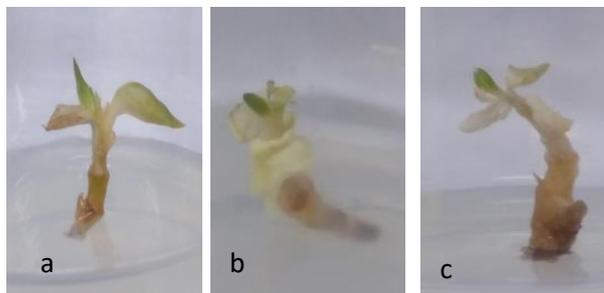
Berdasarkan pengamatan pertumbuhan *Macodes petola*, perlakuan zat mutasi EMS yang diberikan pada penelitian ini tidak sampai membuat eksplan mati. Terdapat empat kategori respon tumbuh pada *Macodes petola* akibat perlakuan EMS yang diberikan.

Kategori pertama adalah eksplan tumbuh normal yakni tetap berwarna hijau dan menghasilkan tunas berwarna hijau dapat terlihat pada gambar 1. Pada EMS 0% (P0Q0), EMS 0.2% perendaman 30, 60, 90, 120 menit (P1Q1-P1Q4) dan EMS 0.4% perendaman 30, 60, 90, 120 menit (P2Q1-P2Q4), semua sampel pada perlakuan tersebut mampu tumbuh normal menghasilkan tunas berwarna hijau. Dalam hal ini, konsentrasi EMS dan lama perendaman pada perlakuan P1Q1-P1Q4 dan P2Q1-P2Q4 masih mampu menumbuhkan tunas berwarna hijau walaupun dengan jumlah yang berbeda-beda. Diketahui bahwa benar adanya sifat mutasi pada EMS yang merubah pasangan basa nitrogen sehingga merubah rantai polipeptida. Namun tidak semua tanaman dengan perlakuan EMS menghasilkan tanaman mutan secara fenotip karena bisa saja terjadi perubahan gen namun tidak terekspresikan karena gen tersebut bersifat resesif. Soeranto (2011) dalam Wahyudi *et al.*, (2014) menjelaskan, mutasi mungkin tidak langsung terekspresikan pada fenotip, apabila mutasi terjadi kearah resesif dan berada pada struktur *genotype heterozigot* atau disebut *silent mutation*.



Gambar 1. *Macodes petola* tumbuh normal akibat pemberian EMS a. EMS 0% (P0Q0) 12 MSK b. EMS 0.4% dalam 120 menit (P2Q4) 12 MSK

Kategori kedua adalah eksplan yang mengalami batang berwarna coklat atau mengering dan tidak menghasilkan tunas. Eksplan masih dikatakan hidup karena terdapat daun yang berwarna hijau baik daun yang baru muncul atau daun yang ada saat awal kultur. Terdapat pada perlakuan yaitu EMS 0.6% perendaman 30 menit dan 120 menit (P3Q1 dan P3Q4) dan EMS 0.8% perendaman 120 menit (P4Q4) seperti terlihat pada gambar 2. Adanya respon eksplan yang mengalami coklat atau mengering akibat EMS bisa saja terjadi karena rusaknya sel-sel tanaman akibat EMS. Hal ini terjadi karena respon generasi pertama pemberian zat mutasi pada tanaman lebih mengarah pada kerusakan fisiologis tanaman. Menurut Sihombing (2005) dalam Firdausya (2012), menyatakan bahwa perlakuan mutasi menyebabkan kerusakan fisiologis pada tanaman generasi M1.



Gambar 2. *Macodes petola* batang mengering akibat pemberian EMS a. EMS 0.6% perendaman 30 menit (P3Q1) 12 MSK b. EMS 0.6% perendaman 120 menit (P3Q4) 12 MSK c. EMS 0.8% perendaman 120 menit (P4Q4) 12 MSK

Kategori ketiga adalah eksplan yang mengalami batang mengering namun mampu memunculkan tunas baru yang berwarna hijau. Yakni pada perlakuan EMS 0.8% perendaman 60 menit dan 90 menit (P4Q2 dan P4Q3) dapat dilihat pada gambar 3. Pada hal ini eksplan yang

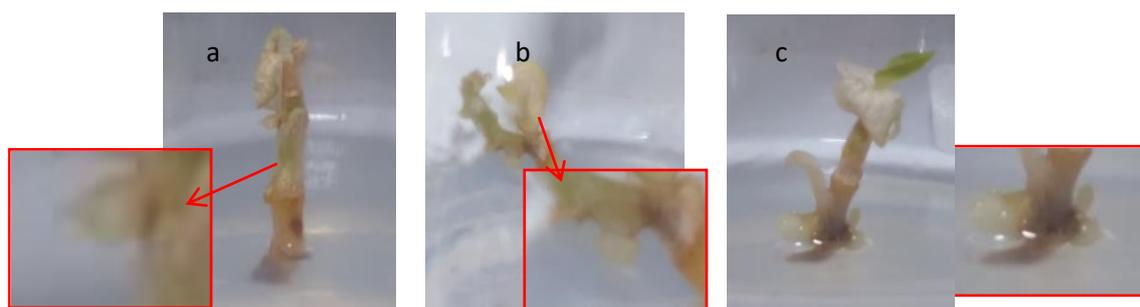
**Nurul Kamila, Sulistyono Sidik Purnomo<sup>2</sup>, Nurcahyo Widyodaru<sup>3</sup>, Edhi Sandra :** *Induksi Mutasi Etil Metan Sulfonat (EMS) Terhadap Kenampakan Fenotip Anggrek Ki Aksara (Macodes petola) Secara In Vitro. (Hal. 152 – 162)*

mengalami penghambatan tumbuh namun tetap mampu memunculkan tunas hijau dikarenakan respon eksplan yang dapat beradaptasi dengan EMS yang bersifat mutan. Jika sel normal mampu bertahan dengan pemberian mutagen maka sel mutan akan tereliminasi sehingga tanaman tetap tumbuh normal (Sari *et al.*, 2017).



Gambar 3. *Macodes petola* batang mengering dan tumbuh tunas hijau akibat pemberian EMS a. EMS 0.8% perendaman 60 menit (P4Q2) 12 MSK b. EMS 0.8% perendaman 90 menit (P4Q4) 12 MSK

Kategori keempat adalah eksplan yang mengalami perubahan warna coklat atau mengering namun menghasilkan tunas berwarna putih yaitu pada perlakuan EMS 0.8% perendaman 30 menit (P4Q1) dan EMS 0.8% perendaman 120 menit (P4Q4) dapat dilihat pada gambar 4. Hal ini menunjukkan bahwa tunas yang terbentuk mengalami mutasi akibat pemberian EMS karena memiliki tampilan yang berbeda pada tunas kontrolnya (P0Q0). Menurut Sandra (2020), jika sel yang mengalami mutasi dan berdiferensiasi menjadi tunas maka dapat dikatakan tunas tersebut mengalami mutasi.

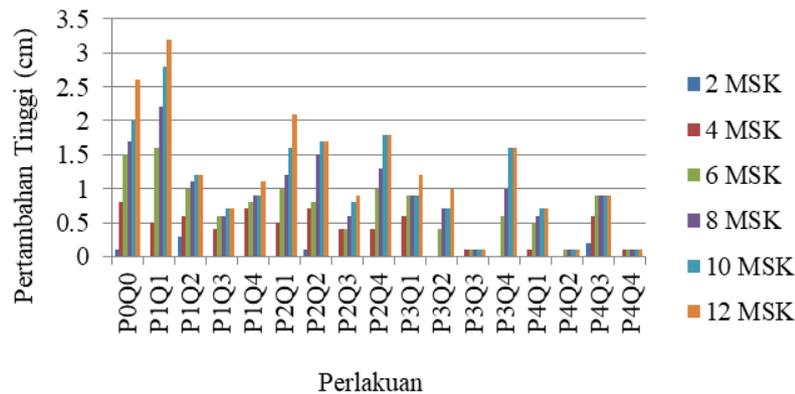


Gambar 4. *Macodes petola* tunas putih akibat pemberian EMS a. EMS 0.8% dalam 30 menit (P4Q1) 12 MSK b. EMS 0.8% dalam 120 menit (P4Q4) 12 MSK c. EMS 0.8% dalam 30 menit (P4Q1) 12 MSK

### Tinggi Tanaman (cm)

Pada akhir pengamatan 12 MSK EMS 0.2% dalam 30 menit (P1Q1) memberikan pertambahan tinggi tanaman lebih tinggi yaitu 3.2 cm dibandingkan tanpa EMS (P0Q0) senilai 2.6 cm walaupun secara statistik tidak berbeda nyata, namun berbeda nyata dengan perlakuan yang memberikan pertambahan tinggi terendah yaitu P3Q3, P4Q2, P4Q4 senilai 0.1 cm. Hal ini menunjukkan pemberian EMS 0.2% dalam 30 menit (P1Q1) dapat memberikan tinggi tanaman tertinggi dibandingkan dengan perlakuan EMS yang lebih tinggi konsentrasinya yaitu 0.6% dalam 90 menit (P3Q3), 0.8% dalam 60 dan 120 menit (P4Q2 dan P4Q4) yang memberikan tinggi tanaman terendah pada *Macodes petola*.

Pemberian mutagen kimia dengan konsentrasi rendah dapat merangsang atau menstimulasi pertumbuhan tanaman (Potdukhe, 2004 dalam Taolin *et al.*, 2018), sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Menurut Suteja *et al.*, (2019), penurunan pertumbuhan akibat konsentrasi EMS yang tinggi diduga terjadi karena adanya kerusakan kromosom. Perlakuan yang memberikan respon pertambahan tinggi terendah yaitu hanya 0.1 cm pada 4 MSK pada perlakuan 0.6% dalam 90 menit (P3Q3), 4 MSK pada EMS 0.8% dalam 120 menit (P4Q4) dan 6 MSK pada EMS 0.8% dalam 60 menit (P4Q2), tidak memberikan pertambahan tinggi lagi sampai akhir pengamatan 12 MSK. Hal ini diduga karena EMS dapat bereaksi dengan larutan polar menghasilkan produk bersifat asam dan toksik sehingga menyebabkan sel-sel tanaman keracunan dan membuat proses fisiologis pada jaringan tanaman terganggu dan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (Heslot, 1977; Kamra & Brunner, 1977; Pratiwi *et al.*, 2013).



Gambar 5. Grafik pertambahan tinggi tanaman *Macodes petola* akibat pemberian EMS

Berdasarkan gambar 5, terdapat beberapa perlakuan yang memberikan respon stagnansi pertambahan tinggi dalam waktu yang berbeda dimulai dari 4 MSK. Hanya pada perlakuan P0Q0, P1Q1, P2Q1 yang terus memberikan pertambahan tinggi tanaman tanpa stagnansi dari 2-12 MSK. Dalam hal ini EMS 0.2% dalam 30 menit (P1Q1) dan EMS 0.4% dalam 30 menit (P2Q1) tidak menghambat pertumbuhan tinggi *Macodes petola* serta memberikan respon yang sama seperti perlakuan tanpa EMS (P0Q0). Terdapat pula beberapa perlakuan yang sudah mengalami stagnansi namun kembali memberikan respon pertambahan tinggi yakni pada P1Q3, P1Q4, P2Q3, P3Q1, P3Q2. Hal ini diduga adanya respon akibat EMS yaitu penghambatan tinggi tanaman pada *Macodes petola* namun, eksplan masih mampu beradaptasi terhadap EMS dan kembali memberikan pertambahan tinggi. Menurut Sari *et al.*, (2017), jika sel normal mampu bertahan maka sel mutan akan tereliminasi sehingga tanaman tetap tumbuh normal begitu sebaliknya.

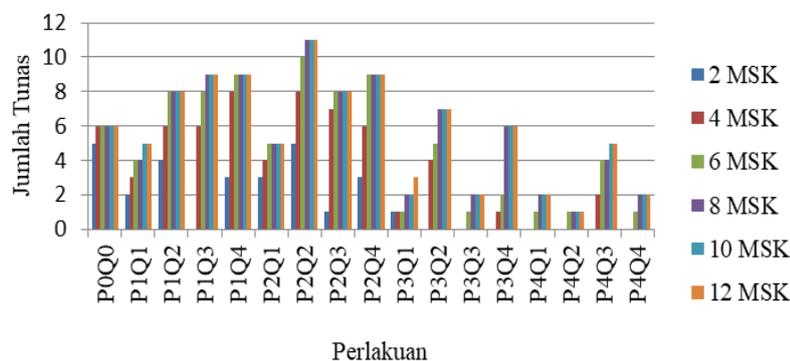
Beberapa penelitian sebelumnya menyatakan bahwa tinggi tanaman menurun sejalan dengan meningkatnya konsentrasi EMS dan semakin lamanya waktu perendaman. Taolin *et al.*, (2018), tanaman padi yang diberi EMS pada konsentrasi yang sama namun dengan waktu perendaman berbeda menunjukkan tinggi tanaman yang berbeda dimana secara linier semakin lama waktu perendaman EMS maka tinggi tanaman semakin menurun. Dalam penelitian ini didapatkan bahwa waktu perendaman EMS tidak linier menurunkan tinggi tanaman pada *Macodes petola*. Respon yang diberikan terhadap lama perendaman EMS pada tinggi tanaman *Macodes petola* memberikan hasil yang berbeda-beda. Perbedaan respon ini mungkin terjadi karena faktor genetik per individu tanaman. Menurut Evans dan Sharp (1981) dalam Qosim *et al.*, (2015), perbedaan respon eksplan akibat pemberian mutagen bergantung dari sensitivitas sel-sel meristem penyusun eksplan.

Penurunan tinggi tanaman akibat peningkatan pemberian EMS juga dilaporkan pada berbagai tanaman. Pratiwi *et al.*, (2013) dalam penelitiannya menunjukkan adanya penghambatan tinggi tanaman akibat pemberian EMS pada tanaman marigold (*Tagetes sp.*), pada tanaman tebu (Ningtias, 2015), dan pada tanaman padi mengalami penurunan tinggi tanaman seiring dengan peningkatan konsentrasi EMS yang diberikan (Taolin *et al.*, 2018). Menurut Suteja *et al.*, (2019), penggunaan mutagen dengan dosis yang lebih tinggi memberikan hasil tinggi tanaman yang lebih rendah karena mutagen membatasi pembelahan sel somatik sehingga menyebabkan pertumbuhan abnormal dan penurunan kesuburan.

### Jumlah Tunas

Pada 2 MSK perlakuan yang menghasilkan jumlah tunas terbanyak adalah dengan tanpa perlakuan EMS 0% (P0Q0) yaitu 5 tunas dan EMS 0.4% 60 menit (P2Q2) menghasilkan jumlah tunas yang sama sejumlah 5 tunas. Kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan yang memberikan jumlah tunas terendah yaitu 0 (nol) atau belum menghasilkan tunas. Dalam hal ini eksplan tanpa pemberian EMS dapat membentuk tunas dengan normal karena nutrisi yang tersedia pada media MS dapat mendukung pertumbuhan eksplan, serta penambahan BAP 2 mg/l dapat memacu pembentukan tunas. Sedangkan pada EMS 0.4% 60 menit (P2Q2) menunjukkan bahwa pada konsentrasi dan waktu perendaman tersebut EMS tidak menghambat pertumbuhan tunas dan mampu memberikan respon jumlah tunas yang sama dengan EMS 0% (P0Q0). Pada 12 MSK perlakuan EMS 0.4% dalam 60 menit (P2Q2) memberikan jumlah tunas terbanyak sebesar 11 tunas walaupun tidak berbeda nyata dengan kontrol (P0Q0) yaitu 6 tunas. Pada perlakuan yang memberikan pertambahan tinggi tanaman tertinggi yaitu EMS 0.2% dalam 30 menit (P1Q1) tidak menghasilkan jumlah tunas tertinggi. Hal ini mungkin terjadi karena pertumbuhan eksplan fokus pada

pertambahan tinggi tanaman tidak kepada pertumbuhan tunasnya. Ramesh dan Ramassamy (2014) dalam Bella *et al* (2016), menyatakan tinggi tanaman diduga dipengaruhi oleh jumlah tunas yang muncul, semakin sedikit tunas yang muncul maka tinggi tanaman semakin meningkat dan sebaliknya



Gambar 6. Grafik jumlah tunas tanaman *Macodes petola* akibat pemberian EMS

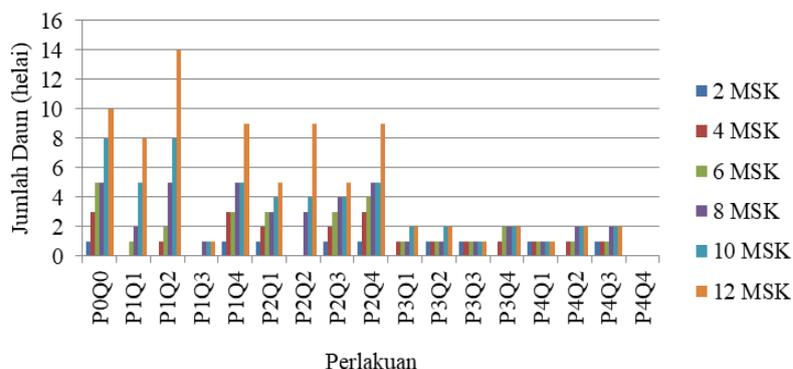
Berdasarkan grafik jumlah tunas (gambar 6), semua perlakuan memberikan respon stagnansi pertumbuhan tunas pada waktu yang berbeda-beda. Fenomena yang dapat terlihat yakni dimana semua perlakuan mulai stagnansi pada 6 atau 8 MSK, namun pada P0Q0 sudah stagnan dari 4 MSK sampai 12 MSK. Hal ini menunjukkan adanya respon eksplan akibat pemberian EMS dimana terjadi pertumbuhan tunas yang terus berlangsung dibandingkan dengan tanpa pemberian EMS.

Pemberian EMS pada *Macodes petola* pada parameter jumlah tunas memberikan hasil sebagai perangsang tumbuh tunas ataupun sebagai penghambat tunas. Dapat dilihat pada perlakuan EMS 0.4% dalam 60 menit (P2Q2) menghasilkan jumlah tunas terbanyak yaitu 11 tunas dan lebih banyak dari EMS 0% (P0Q0) yang berjumlah 6 tunas. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh EMS pada konsentrasi rendah sebagai perangsang tumbuh tunas pada *Macodes petola*. Sedangkan pertumbuhan tunas yang mengalami penghambatan adalah pada perlakuan EMS yang lebih tinggi yakni EMS 0.8% dalam 60 menit (P4Q2) menghasilkan jumlah tunas terendah yaitu 1 tunas dan berbeda nyata dengan perlakuan tanpa EMS (P0Q0). Hal ini diduga EMS dengan dosis rendah dapat menstimulasi pertumbuhan tunas, namun EMS dengan konsentrasi yang lebih tinggi dapat menghambat pertumbuhan tunas *Macodes petola*.

Hal diatas didukung dengan pernyataan Resti *et al.*, (2009) dalam Qosim *et al.*, (2012), bahwa EMS mendorong pembelahan sel pada konsentrasi rendah, namun semakin tinggi konsentrasi dapat merusak sel tanaman. Pada penelitian Qosim *et al.*, (2012), mengungkapkan persentase eksplan membentuk tunas memiliki hubungan berbanding terbalik dengan konsentrasi EMS yakni semakin tinggi konsentrasi EMS maka jumlah tunas semakin rendah pada anggrek hibrida *Phalaenopsis*. Selanjutnya Qosim *et al.*, (2015), menyatakan bahwa semakin tinggi dosis EMS maka semakin rendah jumlah tunas yang terbentuk pada tanaman illes-iles.

### Jumlah Daun

Pada 12 MSK perlakuan yang memberikan jumlah daun terbanyak adalah EMS 0.2% dalam 60 menit (P1Q2) yakni 14 daun dan tidak berbeda nyata dengan EMS 0% (P0Q0), namun berbeda nyata dengan perlakuan yang memberikan jumlah daun terendah yaitu EMS 0.8% dalam 120 menit (P4Q4) yakni 0 atau tidak mengalami pertumbuhan jumlah daun. Pertambahan jumlah daun dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik pertumbuhan jumlah daun tanaman *Macodes petola* akibat pemberian EMS

Berdasarkan grafik penambahan jumlah daun (gambar 7), perlakuan EMS 0% (P0), 0.2% (P1) dan 0.4% (P2) memberikan penambahan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan EMS 0.6% (P3) dan 0.8% (P4). Namun lamanya perendaman EMS juga tidak memberikan respon linier pada pertumbuhan jumlah daun. Pada EMS 0.2% dan 0.6% jumlah daun terendah adalah pada 90 menit sedangkan pada EMS 0.4% adalah 30 menit dan 90 menit, pada 0.8% adalah pada 120 menit.

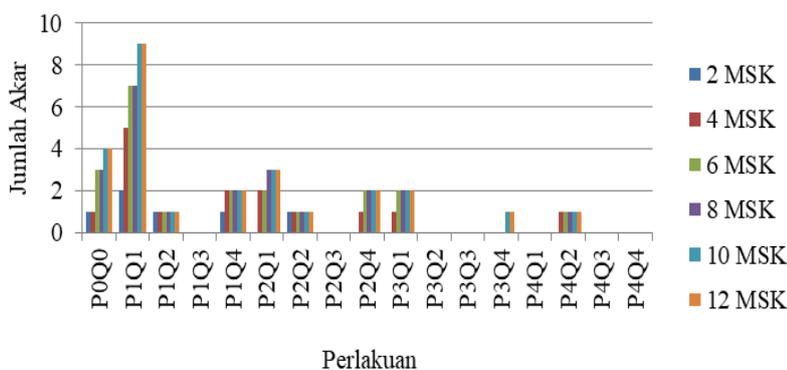
Terdapat fenomena yakni pada EMS 0.2% dalam 60 menit (P1Q2) dan EMS 0.2% dalam 90 menit (P1Q3), dimana P1Q2 memberikan jumlah daun terbanyak sejumlah 14 daun sedangkan P1Q3 memberikan jumlah daun 1, bahkan lebih rendah dari perlakuan EMS 0.2% dalam 120 menit (P1Q4) yang memiliki konsentrasi sama namun dengan waktu perendaman lebih lama. Hal ini membuktikan bahwa perubahan fisiologi yang terjadi akibat mutasi terjadi secara acak dan bergantung pada respon genetik tanaman itu sendiri. Seperti yang telah dijelaskan oleh Evans & Sharp (1981) dalam Qosim *et al.*, (2015), perbedaan respon eksplan akibat pemberian mutagen bergantung dari sensitivitas sel-sel meristem penyusun eksplan.

Perlakuan yang memberikan jumlah tunas terbanyak yaitu EMS 0.4% dalam 60 menit (P2Q2) tidak membuat perlakuan tersebut menghasilkan jumlah daun terbanyak walaupun secara statistik tidak berbeda nyata dengan EMS 0.2% dalam 120 menit (P1Q4) yang memberikan jumlah daun terbanyak. Menurut Demissie (2013) dalam Bella *et al.* (2016), jumlah daun dipengaruhi oleh jumlah tunas yang muncul, semakin banyak tunas yang uncul maka jumlah daun yang terbentuk semakin sedikit dan begitu sebaliknya. Terdapat fenomena lainnya yaitu pada perlakuan P3Q4 yang memiliki jumlah tunas sama dengan P0Q0 sejumlah 6 tunas namun menghasilkan penambahan jumlah daun yang berbeda secara statistik yakni 10 daun pada P0Q0 dan 2 daun pada P3Q4. Hal ini diduga meskipun memiliki jumlah tunas yang sama namun akibat pengaruh pemberian EMS dapat menghambat pertumbuhan daun pada *Macodes petola*.

Menurut Qosim *et al.*, (2015), terhambatnya pertumbuhan daun akibat pemberian mutagen EMS merupakan pengaruh fisiologis dan genetik pada generasi M1. Lebih lanjut Lage dan Esquibel (1997) dalam Taolin *et al.*, (2018) menjelaskan bahwa pemberian mutagen kimia dapat menyebabkan stimulasi biosintesis beberapa asam amino yang menyebabkan peningkatan aktivitas enzim seperti *polyphenol oxidase*, *catalase* dan *pyroxidase* yang menghambat pertumbuhan daun.

### Jumlah Akar

Pada akhir pengamatan 12 MSK perlakuan EMS 0.2% dalam 30 menit (P1Q1) memberikan jumlah akar terbanyak dan berbeda nyata pada semua perlakuan. EMS 0.4% dalam 60 menit (P2Q2) yang memberikan jumlah tunas terbanyak tidak menghasilkan jumlah akar terbanyak. Hal ini diduga bahwa konsentrasi tersebut tidak mampu menstimulasi pertumbuhan akar pada *Macodes petola*. Sedangkan Perlakuan EMS 0.2% dalam 30 menit (P1Q1) dapat menstimulasi pertumbuhan akar pada *Macodes petola*. Menurut Priyono dan Agung (2002) dalam Taolin *et al.*, (2018) menyatakan bahwa semakin rendah konsentrasi EMS yang diberikan maka EMS dapat berfungsi menjadi auksin yang membantu pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penelitian terkait EMS konsentrasi rendah dapat meningkatkan jumlah akar diantaranya, Poerba *et al.*, (2009), konsentrasi 0.3% EMS memberikan rata-rata jumlah akar terbanyak pada tanaman iles-iles. Romiyadi *et al.*, (2018) juga menyebutkan bahwa perendaman eksplan pada 0.05% dan 0.15% memberikan jumlah akar terbanyak pada anggrek *Phalaenopsis*.



Gambar 8. Grafik jumlah akar tanaman *Macodes petola* akibat pemberian EMS

Berdasarkan gambar 8, perlakuan yang belum mampu menghasilkan akar hingga 12 MSK adalah P1Q3, P2Q3, P3Q2, P3Q3, P4Q1, P4Q3, P4Q4. Hal ini diduga pada konsentrasi dan lama perendaman tersebut eksplan tidak mampu beradaptasi dengan sifat EMS yang merupakan agen

**Nurul Kamila, Sulistyono Sidik Purnomo<sup>2</sup>, Nurcahyo Widyodaru<sup>3</sup>, Edhi Sandra :** *Induksi Mutasi Etil Metan Sulfonat (EMS) Terhadap Kenampakan Fenotip Anggrek Ki Aksara (Macodes petola) Secara In Vitro. (Hal. 152 – 162)*

mutasi sehingga dapat menghambat pembentukan akar pada *Macodes petola*. Romiyadi *et al.*, (2018) mengatakan bahwa penggunaan EMS dalam konsentrasi rendah dapat meningkatkan jumlah akar, namun jika konsentrasinya ditingkatkan dapat menyebabkan penurunan jumlah akar pada anggrek *Phalaenopsis*. Poerba *et al.*, (2009) juga mengatakan konsentrasi lebih rendah dapat memacu pertumbuhan akar tanaman ilies-iles, namun persentase berakar menurun secara linier dengan meningkatnya konsentrasi EMS.

**Warna Tunas**

Pengamatan warna tunas dilakukan pada 12 MSK dengan melihat warna tunas pada eksplan. Visual warna menggunakan aplikasi *Munsell Color Chart Ver. 1.0.1.1 Offered by KSGc* pada *Handphone Samsung Galaxy Ace 3 type GT-S7270* dan didokumentasikan dengan *Handphone Asus Zenfone 4 Max Pro type ZC554KL*.

Berdasarkan pengamatan didapat 12 kategori warna tunas dengan visual warna hijau tua, hijau muda, dan putih. Warna tunas yang paling mendominasi adalah warna 5GY 4/6 dengan visual warna hijau tua sebanyak 44.19% dari populasi eksplan bertunas. Hasil warna tunas pada *Macodes petola* dapat dilihat pada tabel 1. Berdasarkan tabel 1, warna tunas pada perlakuan kontrol 0% EMS (P0Q0) terlihat berwarna hijau tua dengan kategori warna 5GY 4/6 dan 5GY 5/8. Secara visual, terdapat 13 tanaman dengan 7 kategori warna yang berbeda dengan warna tunas kontrol (P0Q0) yakni hijau muda dengan kategori warna 5GY 7/10, 5GY 7/8, 5GY 8/6, 5GY 8/8, 5GY 9/8, 5GY 9/6, dan putih dengan kategori 2.5GY 9/1.

Tabel 1. Pengaruh pemberian EMS terhadap warna tunas *Macodes petola* secara in vitro

Munsell Color	Perlakuan (n/jumlah sampel)	Keterangan	% Populasi dari eksplan bertunas	Munsell Color	Perlakuan (n/jumlah sampel)	Keterangan	% Populasi
Munsell value: 5GY 4/6 sRGB: R=84 G=104 B=34	P0Q0 (2/3) P1Q1 (3/3) P1Q2 (2/3) P1Q3 (2/3) P1Q4 (2/3) P2Q1 (1/3) P2Q2 (1/3) P2Q3 (2/3) P2Q4 (2/3) P3Q1 (1/3) P3Q2 (1/3)	Sama dengan kontrol	44.19	Munsell value: 5GY 7/8 sRGB: R=159 G=184 B=79	P3Q2 (1/3)	Berbeda dengan kontrol	2.33
Munsell value: 5GY 3/6 sRGB: R=59 G=78 B=14	P2Q3 (1/3)	Tidak berbeda dengan kontrol	2.33	Munsell value: 5GY 8/8 sRGB: R=187 G=211 B=102	P4Q4 (1/3)	Berbeda dengan kontrol	2.33
Munsell value: 5GY 5/8 sRGB: R=106 G=132 B=27	P0Q0 (1/3) P1Q2 (1/3) P2Q4 (1/3) P4Q3 (1/3)	Sama dengan kontrol	9.30	Munsell value: 5GY 7/10 sRGB: R=155 G=186 B=45	P4Q3 (2/3)	Berbeda dengan kontrol	4.65
Munsell value: 5GY 5/6 sRGB: R=110 G=130 B=57	P1Q3 (1/3) P1Q4 (1/3) P2Q1 (1/3) P2Q2 (1/3)	Tidak berbeda dengan kontrol	9.30	Munsell value: 5GY 8/6 sRGB: R=191 G=209 B=126	P3Q1 (1/3) P3Q4 (1/3)	Berbeda dengan kontrol	4.65
Munsell value: 5GY 6/6 sRGB: R=136 G=156 B=80	P2Q1 (1/3) P2Q2 (1/3)	Tidak berbeda dengan kontrol	4.65	Munsell value: 5GY 9/8 sRGB: R=215 G=239 B=119	P3Q3 (1/3) P3Q4 (1/3) P4Q2 (1/3)	Berbeda dengan kontrol	6.98
Munsell value: 5GY 9/6 sRGB: R=218 G=236 B=146	P3Q2 (1/3)	Berbeda dengan kontrol	2.33	Munsell value: 2.5GY 9/1 sRGB: R=228 G=228 B=210	P4Q1 (2/3) P4Q4 (1/3)	Berbeda dengan kontrol	6.98

Pada setiap perlakuan tidak semua sampel memberikan warna tunas yang sama. hal ini disebabkan karena adanya perbedaan respon tanaman dalam perkembangan fisiologisnya. Respon mutasi dipengaruhi oleh keadaan objek mutasi yang memiliki tahap perkembangan dan tingkat penerimaan berbeda-beda terhadap mutagen (Deshpande *et al*, 2010 dalam Taolin *et al.*, 2018) dan kemampuan sel untuk merespon mutagen berbeda-beda bergantung pada kemampuan sel masing-masing. Sari *et al.*, (2017) menjelaskan, jika sel normal mampu bertahan maka sel mutan akan tereliminasi, begitupun sebaliknya jika sel mutan mampu bertahan maka sel normal akan tereliminasi dan keragaan tanaman akan mengikuti sifat yang dibawah oleh sel mutan tersebut.

Warna tunas *Macodes petola* yang memiliki warna lebih cerah dan berwarna putih dibandingkan dengan warna tunas kontrolnya (P0Q0) diduga karena EMS sebagai agen mutasi dapat

memberikan efek mutasi pada klorofil. Menurut Pratiwi *et al.*, (2013), pada tanaman yang diberi EMS sering terjadi mutasi klorofil sehingga dapat dijadikan salah satu indikator adanya mutasi. Penelitian Suteja *et al.*, (2019) membuktikan bahwa pemberian EMS pada kentang granola terlihat lebih banyak genotipe mutan yang memiliki jumlah kandungan klorofil lebih rendah dari kontrol hal ini diduga adanya defisiensi klorofil yang disebabkan perlakuan EMS yang merusak kromosom. Menurut Menurut Sikder *et al.*, (2013) dalam Suteja *et al.*, (2019), perkembangan klorofil diduga dikendalikan oleh banyak gen yang terletak di dekat sentromer dan segmen proksimal dari kromosom.

Klorofil merupakan pigmen hijau pada tumbuhan. Eksplan yang mengalami mutasi klorofil akibat EMS menyebabkan tanaman memiliki klorofil yang lebih rendah jika dilihat dengan warna tunas yang memiliki warna hijau muda dan putih pada *Macodes petola*. Tanaman yang tidak mampu membentuk klorofil disebut dengan varigata. Warna varigata akibat mutasi gen disebabkan karena berubahnya gen yang tidak mampu membentuk klorofil (Sandra, 2020). Pada penelitian ini yang memberikan tunas varigata adalah EMS 0.8% dalam 30 menit (P4Q1), EMS 0.8% dalam 120 menit (P4Q4), EMS 0.8% dalam 30 menit (P4Q1). Beberapa penelitian menunjukkan adanya perubahan warna tanaman baik daun, batang, dan bunga akibat EMS diantaranya pada tanaman krisan dilaporkan oleh (Latado *et al.*, 2004), Rahma (2011), (Firdausya, 2012). Tanaman *Saintpaulia* (Fang dan Traore, 2011), Pisang (Yanti *et al.*, 2008), Marigold Pratiwi *et al.*, (2013), *Coleus sp.* (Sari *et al.*, 2017). Tunas yang memiliki warna berbeda dari kontrol tidak diamati sampai menghasilkan daun karena membutuhkan waktu pengamatan yang lebih lama. Namun tunas yang mengalami mutasi tetap tumbuh dilihat dari panjang tunas yang terus terjadi penambahan karena adanya proses pembelahan yang terus terjadi. Menurut Sandra (2020), gen yang termutasi pada proses pembelahan akan diperbanyak dan berdiferensiasi.



Gambar 9. Warna tunas *Macodes petola* akibat EMS a. 5GY 4/6 pada 0% EMS (P0Q0) b. 5GY 7/10 pada 0.8% EMS dalam 90 menit (P4Q3) c. 5GY 7/8 pada 0.6% EMS dalam 60 menit (P3Q2) d. 5GY 8/6 pada 0.6% EMS dalam 120 menit (P3Q4) e. 5Gy 8/8 pada 0.8% dalam 120 menit (P4Q4) f. 5Gy 9/8 pada 0.6% EMS pada 120 menit (P3Q4) g. 5GY 9/6 pada 0.6% EMS dalam 60 menit (P3Q2) h. 2.5Gy 9/1 pada 0.8% EMS pada 30 menit (P4Q1)

Berdasarkan gambar 9, perbedaan warna tunas *Macodes petola* akibat beberapa konsentrasi EMS jika dibandingkan dengan warna tunas kontrolnya (P0Q0) diduga karena pengaruh pemberian EMS sebagai agen mutasi dapat merubah pasangan basa nitrogen yang akhirnya merubah proses sintesis DNA pada transkripsi dan translasi sehingga ekspresi yang dihasilkan berbeda. Lebih lanjut Rizki *et al.*, (2009) menjelaskan, mutasi yang terjadi akibat EMS dapat menyebabkan basa guanin yang akan ditranskripsi menjadi timin pada RNA kemudian menyebabkan adanya urutan rantai polipeptida yang berbeda pada proses translasi menjadi asam amino, proses ini mungkin menyebabkan suatu protein tidak terbentuk atau protein semakin banyak menjadi fungsional atau terbentuknya protein yang tidak fungsional dan juga munculnya protein yang mengekspresikan sifat tertentu.

## KESIMPULAN

Pemberian Etil Metan Sulfonat (EMS) dengan lama perendaman berbeda berpengaruh terhadap kenampakan fenotip tanaman Angrek Ki Aksara (*Macodes petola*). EMS 0.2% perendaman 30 menit memberikan pertambahan tinggi tanaman dan jumlah akar tertinggi, EMS 0.2%

**Nurul Kamila, Sulistyono Sidik Purnomo<sup>2</sup>, Nurcahyo Widyodaru<sup>3</sup>, Edhi Sandra** : *Induksi Mutasi Etil Metan Sulfonat (EMS) Terhadap Kenampakan Fenotip Anggrek Ki Aksara (Macodes petola) Secara In Vitro. (Hal. 152 – 162)*

perendaman 60 menit memberikan jumlah daun terbanyak, 0.4% dalam 60 menit jumlah tunas terbanyak pada *Macodes petola*. Sedangkan konsentrasi 0.6% dan 0.8% dalam perendaman 30, 60, 90 dan 120 menit dapat menghambat pertumbuhan tanaman namun menghasilkan penampilan warna tunas yang berbeda dibandingkan kontrol pada *Macodes petola* yakni berwarna hijau muda sampai putih.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan ucapan terima kasih sebanyak-banyaknya penulis ucapkan kepada Bapak Edhi Sandra selaku pemilik dan pendiri Esha Flora Plant and Tissue Culture beserta keluarga dan pegawai Esha Flora yang telah memberikan ilmu dan dukungannya serta semua kegiatan pelaksanaan penelitian ini didanai sepenuhnya oleh Esha Flora.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bella D. R. D., E. Suminar, A. Nuraini, A. Ismaili. 2016. Pengujian Efektivitas Berbagai Jenis Dan Konsentrasi Sitokinin Terhadap Multiplikasi Tunas Mikro Pisang (*Musa paradisiaca* L.) Secara *In Vitro*. *Jurnal Kultivasi* 15 (2): 74-80.
- Diah, S. dan T. Djarwaningsih. 2009. Keanekaragaman Jenis-Jenis Anggrek Kepulauan Karimunjawa. *Tek.Ling* 10 (2) : 167-172.
- Fang, Y. J., S. Traore. 2011. In Vitro Mutation Induction of Saintpaulia Using Ethyl Methanesulfonate. *HortScience* 46 (7) : 981-984.
- Firdausya, A. F. 2012. Analisis Pertumbuhan, Morfologi, Dan Kualitas Tanaman Hias Krisan (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) Hasil Induksi Mutasi. Skripsi. Departemen Agronomi Dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Latado, R. R., A. H. Adames, A. T. Neto. 2004. In vitro mutation of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) with ethylmethanesulphonate (EMS) in immature floral pedicels. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 77 (1) : 103–106.
- Lestari, E. G., 2012. Pemanfaatan Kombinasi Pemberian Mutagen dan Kultur In Vitro Untuk Perakitan Varietas Unggul Baru. Sinartani: Agroinovasi edisi 16-22 Mei 2012 No.3457 Tahun XLII. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Badan Litbang Pertanian.
- Lestari, E. G., 2016. *Pemuliaan Tanaman Melalui Induksi Mutasi Dan Kultur In Vitro*. IAARD Press. Jakarta.
- Ningtias, F. 2015. Analisis Pertumbuhan Dan Kandungan Karbohidrat Tanaman Tebu Hasil Mutasi Dengan *Ethyle Methane Sulphonate* (EMS). Skripsi. Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Jember.
- Poerba, Y. S, A. Leksonowati, 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, I. A. Astarini. 2013. Pengaruh *Ethyl Methane Sulphonate* (EMS) Terhadap Pertumbuhan dan Variasi Tanaman Marigold (*Tagetes* sp.). *Agrotrop* 3 (1) : 23-28.
- Purwanto, A. W. 2015. *Anggrek : Budidaya dan Perbanyakannya*. LPPM UPN Veteran. Yogyakarta.
- Qosim, W. A., N. Istifadah, I. Djatnika, Yunitasari. 2012. Pengaruh Mutagen Etil Metan Sulfonat terhadap Kapasitas Regenerasi Tunas Hibrida *Phalaenopsis In vitro*. *J. Hort* 22(4): 360-365.
- Qosim, W. A., Y. Yuwariah, J. S. Hamdani, M. Rachmadi, S. M. Perdani. 2015. Pengaruh Mutagen Etil metan sulfonat Terhadap Regenerasi Tunas Pada Dua Genotip Manggis Asal Purwakarta dan Pandeglang. *J. Hort* 25 (1) : 9-14.

- Rahmah, S. 2011. Induksi Keragaman Dua Varietas Krisan (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) Dengan Etil Metana Sulfonat (Ems) Secara In Vitro. Skripsi. Departemen Agronomi Dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Rizki, A. Soegianto, E. L. Arumningtyas. 2009. Keanekaragaman Tanaman *Begonia cucullata* Willd Yang Diinduksi Dengan Ethylmethane Sulfonat (Ems) Berdasarkan Variasi Pola Pita Protein. Buku Prosiding: 12-25. Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian Ilmu Hayati ke-2. Laboratorium Central Ilmu Hayati. Universitas Brawijaya.
- Romiyadi, A. Komariah, S. Amien., 2018. Keragaan tiga jenis planlet anggrek *Phalaenopsis* asal Protocorm yang diinduksi Ethyl Methyl Sulfonat (EMS) secara in vitro. *Jurnal Kultivasi* 17 (1) : 596-607.
- Sandra, E. 2020. Rahasia Membuat Tanaman Mutasi dan Variegata. Edwrite Publishing. Bandung.
- Sari, D. N., S. I. Aisyah, M. R. M. Damanik. 2017. Sensitivitas dan Keragaan Tanaman Coleus sp. terhadap Mutasi Induksi Kimia Menggunakan Ethyl Methane Sulfonate (EMS) dengan Cara Aplikasi Rendam dan Tetes. *J.Agron.Indonesia* 45 (1) : 56-63.
- Suteja, H. N., N. Rostini, S. Amien. 2019. Pengaruh Perlakuan Ethyl Methanesulphonate Terhadap Perkecambah dan Pertumbuhan Kentang Granola (Biji). *Jurnal Kultivasi* 18 (1): 784-792.
- Taolin, F., Refli, R. Mauboy. 2018. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Biji Dalam Ethyl Methane Sulfonate (Ems) terhadap Variabilitas Morfologi Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Lokal Ende. *Jurnal Biotropikal Sains* 15 (3) : 57-72.
- Wahyudi, A. dan T. Nurhidayah. 2014. Pertumbuhan Bibit Generasi M-1 Tanaman Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) Varietas Lokal Dengan Perlakuan Mutagen *Ethyl Methane Sulfonate* (EMS). *Jom Faperta* 1(2): 1-15.
- Yanti, Y., T. Habazar, Mardinus, Mansyurdin. 2009. Perubahan Bentuk Planlet Pisang Raja Sereh Hasil Mutasi dengan Ethyl Methane Sulphonate (EMS) Secara In Vitro. *Jurnal Natur Indonesia* 11 (2) : 104-10.
- Yenisbar. 2005. Induksi Mutasi Dengan EMS Pada Biak Embriogenik Meningkatkan Keragaman Genetik Apokat (*Persea Americana* Mill.). Skripsi. Program Studi Agronomi. Magister Sains. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.