

PENGARUH PERENDAMAN ETIL METAN SULFONAT (EMS) TERHADAP DAYA TAHAN TANAMAN KECIPIR *Psophocarpus Tetragonolobus* (L.) DC POLONG PENDEK DARI SERANGAN PATOGEN *Rhizoctonia solani*

HANI KHOIRIL KHASANATI, ADI AMURWANTO, UKI DWIPUTRANTO

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jalan dr. Suparno 63 Purwokerto 53122

ABSTRACT

Induced Mutations with EMS (Ethyl Methane Sulfonate) has been widely reported to increase genetic diversity and improve quality of the crop. This study aimed to find out the effect of EMS immersion on short pod winged bean plant (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC) resistance from *Rhizoctonia solani* pathogens attack and to determine the optimum concentration to obtain mutant plants which resistant to *R. solani* pathogen attack. The method was experimental with Completely Randomized Design (CRD). Variables used were 2, i.e., independent and dependent variables. The independent variable was 4 levels of EMS concentrations (E0 = no EMS, E1 = 0,1% EMS, E2 = 0,3% EMS and E3 = EMS 0,5 %) and the dependent variable was the resistance of plants against disease intensity caused by *R. solani*. Observed parameters were damping-off disease intensity caused by *R. solani*. This study replicated the experiment 6 times. Data were analyzed using F test with 5% and 1% confidence levels. Furthermore, LSD (Least Significant Difference) test was carried out to determine the differences of each treatment. The results indicated that EMS caused the short pods winged bean plants more vulnerable to the attack of *R. solani*. Mutants categories obtained in the three treatments of EMS concentrations. This study found mutants in E1, E2, and E3 treatments in the intensity of damping-off disease of *R. solani* pathogens in categories 1 and 4; 4; 3; and 4, respectively.

KEY WORDS: *Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC, EMS, mutation and *Rhizoctonia solani*

Penulis korespondensi: HANI KHOIRIL KHASANATI | email: haniriyanto@gmail.com

PENDAHULUAN

Tanaman kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC) termasuk tanaman yang potensial. Hampir semua bagian tanaman kecipir dapat dimanfaatkan karena memiliki kandungan nutrisi berupa protein, karbohidrat, mineral dan vitamin yang cukup tinggi (Bostid, 1981). Akan tetapi dalam pengembangan potensi tanaman kecipir terdapat beberapa penghambat. Salah satunya yaitu patogen yang sering menyerang tanaman yang menyebabkan rendahnya produktivitas kecipir di Indonesia.

Penyakit yang umum didapati pada tanaman kecipir di antaranya adalah rebah semai (londo) yang disebabkan oleh cendawan *Rhizoctonia solani* yang merupakan salah satu patogen pada tanaman kecipir. Patogen ini sulit dikendalikan karena mampu bertahan sebagai saprofit di dalam tanah ataupun pada sisa tanaman dalam bentuk sklerosia pada saat tidak ada inang. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk pengendalian patogen tersebut (Yulianti, 2009) dalam Yulianti & Suhara, 2009).

Penggunaan agen mutasi EMS untuk peningkatan kualitas tanaman telah dilakukan pada beberapa tanaman. Pada tanaman cabai (*Capsicum annum*) EMS menyebabkan perubahan morfologi tanaman yang berbeda dari kondisi normal yang bisa dideteksi pada karakter tertentu seperti kecepatan perkecambahan dan tinggi tanaman (Jabben & Mirza, 2004).

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perendaman EMS terhadap daya tahan tanaman kecipir polong pendek, *P. tetragonolobus*, terhadap serangan patogen *R. solani*, dan untuk mengetahui konsentrasi terbaik EMS yang dapat menghasilkan

tanaman mutan dalam meningkatkan daya tahan tanaman kecipir dari serangan patogen *R. solani*.

Agen mutasi EMS mempunyai banyak efek terhadap DNA dan menimbulkan berbagai tipe mutasi seperti transisi. Mutagen EMS menyebabkan penambahan gugus etil yang berpasangan dengan guanin dan timin. Gugus etil yang berpasangan dengan guanin membentuk O-6-etilguanin dan gugus etil yang berpasangan dengan timin membentuk 4 etiltimin, sehingga mutasi yang disebabkan mutagen EMS dapat bersifat mutasi balik (Snustad & Simmons, 2010). Menurut King *et al.* (2006), EMS menyebabkan penambahan gugus etil pada atom nitrogen no. 7. Reaksi paling umum dengan EMS adalah dengan guanin, dimana suatu gugus etil ditambahkan ke basa nitrogen nomor 7. Alkilasi guanin menyebabkan guanin berpasangan dengan timin. Selama replikasi untaian yang komplemen mendapatkan timin bukan sitosin. Jadi EMS menyebabkan penggantian basa tipe transisi.

Berdasarkan uraian di atas dapat dibuat dua hipotesis yaitu; 1) pemberian agen alkilasi EMS mampu meningkatkan ketahanan tanaman kecipir polong pendek dari serangan patogen *R. solani*, 2) pemberian agen alkilasi EMS konsentrasi 0,3% mampu menghasilkan tanaman mutan yang tahan dari serangan patogen *R. solani*.

METODE

Pembuatan konsentrasi EMS dilakukan dengan menakar sebanyak 0,02 ml EMS yang dibuat untuk 20 ml larutan dari konsentrasi awal 98% EMS. Larutan tersebut kemudian diencerkan sesuai dengan perlakuan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

Keterangan:

V1 = volume EMS yang harus ditambahkan

V2 = volume larutan yang akan dibuat

M1 = konsentrasi EMS yang tersedia

M2 = konsentrasi EMS yang akan dibuat

Biji kecipir diletakkan di atas tisu basah selama 6 jam kemudian direndam dengan EMS selama 4 jam dengan konsentrasi 0%, 0,1% , 0,3%, dan 0,5%. Pengamatan dilakukan sebanyak 4 kali selama 30 hari sejak biji kecipir ditanam pada polybag yang telah diinokulasi *R. solani* dengan cara menghitung intensitas penyakit munculnya gejala patogen menyerang pada setiap perlakuan menggunakan rumus menurut Muis *et al.* (2007):

$$IP = \frac{\sum(n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan :

I = intensitas serangan

n = jumlah tanaman tiap katagori

v = harga numerik tiap katagori

Z = harga numerik katagori tertinggi

N = jumlah tanaman yang diamati

Menurut Yulianti dan Ibrahim (1999) dalam Suhara dan Yulianti (2009), serangan patogen *R. solani* dapat dikategorikan sebagai berikut:

1 = Tidak ada tanda-tanda serangan

2 = Jamur menginfeksi kotiledon atau daun pertama sehingga menyebabkan bercak bulat kering berwarna cokelat.

3 = Kecambah terinfeksi setelah muncul di permukaan.. Gejala ini disebut post-emergence damping off.

4 = Kecambah terinfeksi dan mati sebelum mencapai permukaan tanah. Gejala ini sering disebut *pre-emergence damping off*.

5 = Benih terinfeksi segera setelah ditanam akibatnya benih busuk dan tidak dapat berkecambah.

Tanaman dikategorikan sebagai mutan apabila memiliki variabilitas ketahanan terhadap serangan *R. solani* diluar katagori normal (tanpa perlakuan EMS) atau memiliki kisaran nilai di luar normal. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis Ragam atau Uji F dengan tingkat kesalahan 5% atau 1%. Hasil Uji F dilanjutkan dengan uji BNT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan pada biji kecipir yang diberi perlakuan EMS dengan berbagai konsentrasi secara umum menyebabkan tanaman lebih rentan terhadap serangan patogen *R. solani*. Hasil uji BNT serangan patogen *R. solani* pada tanaman kecipir polong pendek yang bijinya direndam dalam EMS dengan berbagai konsentrasi dapat dilihat pada tabel 1.

Hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Tabel 1. menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap daya tahan tanaman kecipir. Perlakuan E₁ dan E₃ tidak berbeda nyata dengan E₀. Perlakuan E₂ berbeda nyata dengan perlakuan E₀, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan E₃. Perlakuan E₂ menunjukkan adanya intensitas penyakit yang paling tinggi (41,93 %) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan E₁ dan E₃ memberikan pengaruh yang tidak berbeda jauh dengan E₀. Secara umum dapat

dikatakan bahwa perlakuan E₂ merupakan konsentrasi yang tidak efektif dalam meningkatkan daya tahan tanaman kecipir polong pendek dari serangan patogen *R. solani*. Hal tersebut dapat dimengerti dari hasil pengamatan perlakuan E₂ dimana intensitas penyakitnya paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Tabel 1. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pengaruh perendaman EMS terhadap daya tahan tanaman kecipir polong pendek pada intensitas penyakit rebah semai oleh patogen *R. solani*

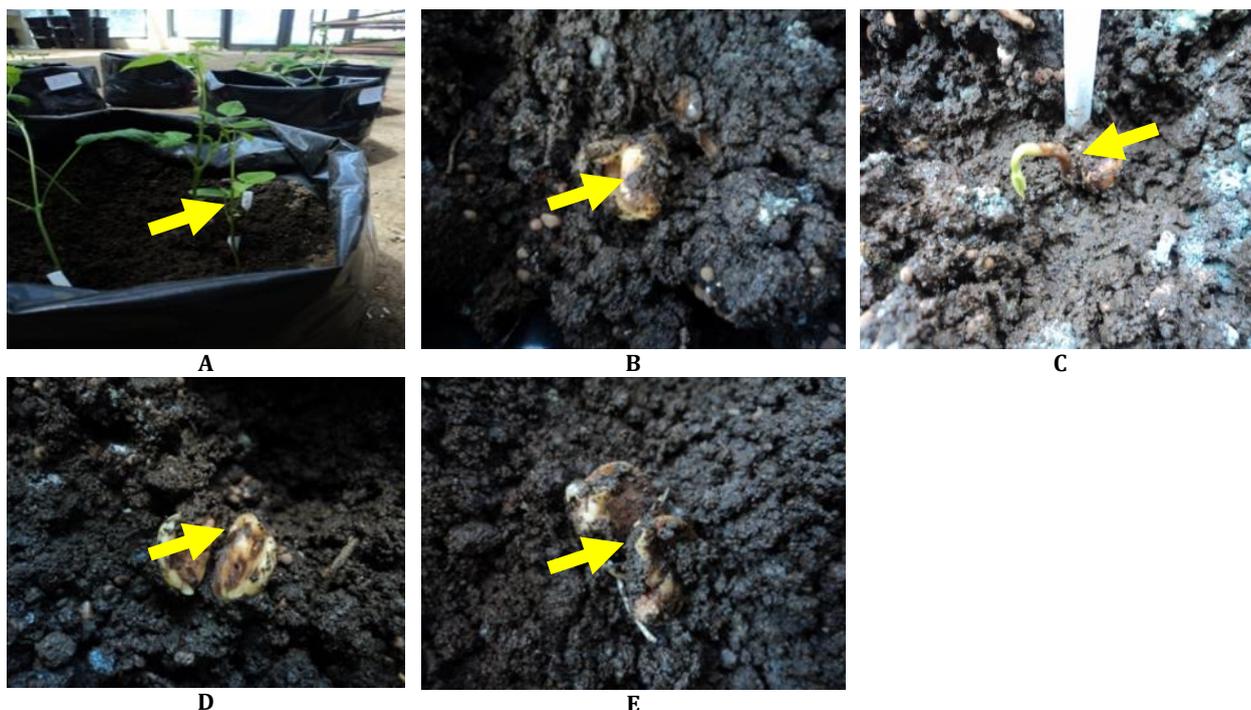
Perlakuan konsentrasi EMS	Rata-rata intensitas penyakit rebah semai oleh patogen <i>R. solani</i> (%)
0% (E0)	34,28 b
0,1% (E1)	31,14 b
0,3% (E2)	41,93 a
0,5% (E3)	38,76 ab

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada BNT 5%

EMS yang diharapkan mampu meningkatkan daya tahan tanaman kecipir terhadap serangan patogen *R. solani* tetapi, setelah dilakukan penelitian tanaman kecipir cenderung rentan terhadap serangan patogen *R. solani*. Hal ini dapat diakibatkan karena mutasi induksi yang disebabkan oleh EMS bersifat acak dimana sifat yang diperoleh tidak dapat diprediksi dan ketidakstabilan sifat-sifat genetik yang muncul pada generasi berikutnya. Mutagen kimia (EMS) ada yang bersifat mutagenik baik pada DNA yang mereplikasi atau tidak seperti agen alkilasi dan asam nitrat dan ada pula yang bersifat mutagenik hanya pada DNA yang mereplikasi seperti basa analog (pirin atau pirimidin yang strukturnya serupa dengan basa normal pada DNA) (Snustad & Simons, 2010).

Mutagen EMS menyebabkan perubahan basa pada struktur DNA yang mengarah pada pembentukan 7-alkil guanin. Alkilasi ini menyebabkan guanin yang seharusnya berpasangan dengan sitosin menjadi berpasangan dengan timin. Suatu gugus alkil biasanya disimbolkan dengan R yang merupakan suatu rantai ikatan gugus fungsional seperti alkana tersusun semata-mata dari atom hidrogen dan karbon tunggal, misalnya gugus etil atau metil. EMS (CH₃SO₃C₂H₅) bereaksi dengan guanin dalam DNA yang menyebabkan penambahan gugus etil pada atom hidrogen nomer 7 (Snustad dan Simons, 2010).

Menurut Pierce (2005) menyatakan bahwa reaksi EMS dengan guanin juga menyebabkan terbentuknya basa abnormal O-6-etilguanin. Alkilasi inilah yang menyebabkan guanin yang seharusnya berpasangan dengan sitosin menjadi berpasangan dengan timin. Sehingga selama DNA melakukan replikasi, DNA polymerase mengkatalisis prosesnya dimana setiap ada guanin, guanin akan terus berpasangan dengan timin. EMS menyebabkan mutasi titik yaitu perubahan dalam basa-basa tertentu dalam DNA atau adanya substitusi basa. Substitusi basa yang disebabkan EMS termasuk dalam mutasi tipe transisi. Mutasi transisi ditandai dengan substitusi/pergantian basa dari basa purin ke purin atau pirimidin ke pirimidin.



Gambar 1. A. Tanaman yang tidak menunjukkan tanda-tanda serangan dari patogen *R. solani* (katagori 1), B. Patogen *R. solani* menginfeksi kotiledon atau daun pertama sehingga menyebabkan bercak bulat kering berwarna coklat (katagori 2), C. Kecambah terinfeksi setelah muncul di permukaan. Infeksi bisa terjadi pada pangkal hipokotil ataupun kotiledon, gejala ini sering disebut *post-emergence damping off* (katagori 3), D. Kecambah terinfeksi dan mati sebelum mencapai permukaan tanah. Gejala ini sering disebut *pre-emergence damping off* (katagori 4), E. Benih terinfeksi segera setelah ditanam akibatnya benih busuk dan tidak dapat berkecambah (katagori 5).

Mutasi pada tanaman dapat menimbulkan abnormalitas yang menandakan telah terjadi perubahan pada tingkat genom, kromosom, dan DNA. Proses fisiologis pada tanaman menjadi tidak normal dan menghasilkan variasi-variasi genetik baru. Abnormalitas atau bahkan kematian pada populasi mutan merupakan akibat dari terbentuknya radikal bebas seperti H_0 , yaitu ion yang bersifat sangat labil dalam proses reaksi sehingga mengakibatkan perubahan mutasi pada tingkat DNA, sel ataupun jaringan (Lenggono, 2012). Perubahan morfologi atau fenotip suatu tanaman merupakan hasil ekspresi dari perubahan susunan DNA pada tanaman tersebut (Glaubitz & Moran, 2000).

Salah satu hasil ekspresi dari susunan DNA pada tanaman berupa ketahanan tanaman. Menurut Agrios (1997), ketahanan tanaman merupakan kemampuan tanaman untuk mencegah masuknya atau menghambat perkembangan dan aktivitas patogen dalam jaringan tanaman. Mekanisme ketahanan tanaman dibagi menjadi dua, yaitu mekanisme ketahanan pasif dan aktif. Mekanisme ketahanan pasif yaitu mekanisme yang sudah ada sebelum tumbuhan terinfeksi patogen dan berfungsi untuk mencegah perkembangan patogen lebih jauh. Mekanisme ketahanan pasif ditandai dengan adanya struktur-struktur morfologi yang menyebabkan patogen sulit untuk menginfeksi tanaman. Misalnya, tumbuhan mempunyai epidermis yang berkutikula tebal, adanya lapisan lilin dan mempunyai sedikit stomata. Mekanisme ketahanan aktif terjadi setelah tanaman

diserang patogen. Mekanisme ketahanan aktif merupakan hasil dari sifat-sifat fisika dan kimia tumbuhan yang membatasi perkembangan patogen. Misalnya adanya perubahan morfologi dinding sel yang disebabkan adanya reaksi dinding sel karena serangan patogen (Suhara & Yulianti, 2009). Ketahanan tanaman ini terlihat pada perlakuan E_0 dari tanaman kacang kedelai yang lebih tahan dari serangan patogen dibandingkan perlakuan yang lainnya. Perlakuan E_1 , E_2 dan E_3 yang cenderung lebih rentan terhadap patogen *R. solani* tidak hanya dipengaruhi adanya mutasi yang disebabkan oleh EMS. Ada beberapa faktor lain juga mempengaruhi daya tahan tanaman seperti patogen dan lingkungan.

Patogen *R. solani* menyerang hipokotil semai yang masih sukulen dengan melibatkan enzim-enzim pendegradasi lamella tengah dan dinding sel, meliputi pektinase, selulase dan protease. Gejala khas serangan patogen *R. solani* yaitu terjadinya penggentingan hipokotil akibat maserasi jaringan dan diikuti hipokotil dekat permukaan tanah secara cepat, sehingga semai masih segar menjadi rebah. *R. solani* dapat menyerang *P. merkusii* dari benih hingga semai berumur tujuh minggu. Presentasi semai mati makin berkurang dengan makin tuanya umur semai. Hal tersebut menunjukkan bahwa makin tua semai, ketahanannya terhadap serangan patogen *R. solani* makin meningkat (Achmad *et al.*, 1999). Biji tanaman kacang kedelai yang direndam EMS perkecambahannya lebih lama dari pada kontrol sehingga tanaman tersebut lebih rentan dari serangan patogen *R. solani*. Biji

kecipir yang tidak direndam EMS mulai tumbuh pada minggu pertama sedangkan biji kecipir yang direndam EMS mulai tumbuh pada minggu kedua bahkan pada minggu keempat baru tumbuh. Sehingga semai tanaman kecipir yang masih muda lebih rentan untuk diserang patogen *R. solani*. Patogen *R. solani* mempunyai daya adaptasi tinggi, memiliki banyak strain, kisaran inangnya luas, dan mampu bertahan hidup lama di dalam tanah. Perpaduan sifatnya sebagai saproba dan patogenik yang tidak hanya terbatas pada inang tertentu, menjadikan *R. solani* sebagai patogen yang secara ekonomi, serta sulit dikendalikan di lapangan (Achmad *et.al*, 1999).

Pengaruh lingkungan juga mempunyai peran terhadap serangan patogen *R. solani*. pengaruh lingkungan tersebut dapat berupa suhu, kelembaban, pH dan cuaca. Jamur pada umumnya tumbuh optimum pada substrat sedikit asam antara pH 5 dan pH 6, sedangkan menurut Barnett dan Hunter (1998) dalam Pratomo (2006) menyatakan bahwa *R. solani* dapat tumbuh pada pH 2,5 sampai 8,5. Kemampuan *R. solani* tumbuh pada pH asam, netral sampai basa dapat membahayakan bagi semua persemaian, baik pada area rawa yang asam maupun pada daerah yang alkalin. Pertumbuhan optimum *R. solani* umumnya berkisar pada suhu 20-30°C. Jamur pada umumnya terjadi pada kelembaban antara 95-100% dan menurun pada kelembaban 80-85%, sedangkan untuk *R. solani* kelembaban optimum 96% dengan pertumbuhannya antara 1-100 mm/jam (Parmeter dan Whitney (1970) dalam Feronika dan Irawati (2006)).

Penelitian dilakukan di Laboratorium *Green House* Fakultas Biologi yang pada waktu itu sedang musim kemarau dengan suhu rata-rata 26,6° C, kelembaban rata-rata 51% dan pH rata-rata 4,7. Berdasarkan pustaka kelembaban optimum *R. solani* mencapai 96% tetapi pada saat itu kelembaban hanya 51%. Selain itu tanaman yang ditanam pada naungan biasanya memiliki dinding kutikula yang lebih tipis dibandingkan yang ditanam di lapang, sehingga patogen lebih mudah masuk dan menyerang. Kondisi ini juga meningkatkan pembentukan bantalan infeksi lebih cepat sehingga penyakit berkembang lebih cepat dan lebih parah. Hal tersebutlah yang juga mendukung tanaman kecipir yang direndam dalam EMS lebih rentan terhadap serangan patogen *R. solani* (Suhara dan Yulianti, 2009).

Perubahan sifat-sifat genetik pada tanaman karena proses mutasi dapat berdampak baik ke arah positif, negatif dan kemungkinan mutasi yang terjadi dapat juga kembali normal (*recovery*). Mutasi yang terjadi ke arah positif dan terwariskan (*heritable*) ke generasi-generasi berikutnya merupakan mutasi yang dikehendaki oleh pemulia tanaman. Mutasi ke arah negatif merupakan mutasi yang tidak diinginkan oleh pemulia tanaman karena dianggap perubahan yang disebabkan mutasi tersebut tidak mempunyai manfaat tetapi merugikan bagi tanaman (Syukur, (2000) dalam Defi (2011)).

Tanaman dikategorikan sebagai mutan apabila memiliki variabilitas ketahanan terhadap serangan *R. solani* diluar katagori normal (tanpa perlakuan EMS) atau memiliki kisaran nilai di luar normal. Katagori mutan yang diperoleh dari hasil penelitian berupa perendaman EMS terhadap daya tahan tanaman kecipir polong pendek dari serangan patogen *R. solani* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Katagori mutan (nilai diluar kontrol) hasil perendaman EMS terhadap daya tahan tanaman kecipir polong pendek dari serangan patogen *R. solani*

Keterangan	Kontrol	Perlakuan konsentrasi EMS		
		0,1% (E1)	0,3% (E2)	0,5% (E3)
Intensitas	32,00	27,33	44,67	39,33
Penyakit	24,00	20,00	40,00	32,00
	44,00	56,00	56,00	60,00

Keterangan: Nilai rata-rata (atas), nilai minimum (tengah), dan nilai maksimum (bawah)

Secara umum biji kecipir yang direndam EMS memiliki viabilitas ketahanan lebih rentan terhadap serangan patogen *R. solani*. Perlakuan E₂ menunjukkan hasil yang nyata dengan intensitas penyakit yang paling tinggi diantara yang lainnya. Hasil penelitian E₀ intensitas penyakit paling rendah 24% dan yang paling tinggi adalah 44%. Dari hasil tersebut dapat dilihat katagori mutannya, yaitu yang memiliki kisaran nilai intensitas penyakit di luar normal (24% sampai dengan 44%). Perlakuan E₁ memiliki intensitas penyakit antara 20% hingga 56% dan rata-rata sebesar 27,3%, sehingga perlakuan E₁ memiliki katagori mutan pada ulangan 1,3 dan 4 dengan intensitas penyakit sebesar 20% dan ulangan 5 dengan intensitas penyakit sebesar 56%. Perlakuan E₂ memiliki intensitas penyakit antara 40% hingga 56% dan rata-rata sebesar 44,67%, dengan kata lain perlakuan E₂ juga memiliki katagori mutan pada ulangan 1 dengan intensitas penyakit sebesar 56% yang juga memiliki rata-rata intensitas penyakit paling tinggi dan memberikan hasil yang nyata dalam penelitian. Perlakuan E₃ memiliki intensitas penyakit antara 32% hingga 60% dan rata-rata sebesar 39,33%, sehingga perlakuan E₃ juga memiliki katagori mutan pada ulangan 1 dengan intensitas penyakit sebesar 60%. Mutasi yang terjadi pada biji-biji yang telah direndam EMS secara umum menyebabkan ketahanan tanaman kecipir berkurang, namun ada beberapa yang dapat meningkatkan daya tahan tanaman kecipir.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa perlakuan EMS dengan konsentrasi 0%, 0,1%, 0,3% dan 0,5% tidak dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan patogen *R. solani* pada tanaman kecipir polong pendek dan tidak terdapat konsentrasi EMS yang sesuai untuk meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan patogen *R. solani* pada tanaman kecipir polong pendek.

DAFTAR REFERENSI

- Achmad SH, Elis NH, Setiawan A. 1999. Patogenesitas *Rhizoctonia solani* pada semai *Pinus merkusii* dan *Acacia mangium*. Jurnal Manajemen Hutan Tropika. 5(1):11-21.
- Agrios GN. 1997. Plant Pathologi 4th. New York: Accademic Press..
- Bostid. 1981. The Winged Bean A High-Protein Crop for the Tropic 2nd edition. Washington DC: National Academy Press.
- Defi MA. 2011. Pengembangan Teknologi Nuklir untuk Meningkatkan Hasil Panen. Makalah Fisika. Jurusan FMIPA Universitas Sebelas Maret.
- Feronika A, Irawati C. 2006. Karakter mikoriza rhizoctonia dari perakaran tanaman vanili sehat. BPTP Kepulauan Bangka Belitung: p:1–14.
- Glaubitz JC, Moran GF. 2000. Genetic Tools: The Use of Biochemical and Molecular Markers. In: Young, A., D. Boshier, and T. Boyle. (Eds). Forest Conservation Genetics: Principles and Practice. p:39–59. New York: CABI Publishing.
- Jabben N, Mirza B. 2004. Ethyl Methane Sulfonate Induces Morphological Mutation In *Capsicum annum*. International Journal of Agriculture and Biology. 6(2):340–345.
- King CR, Stansfield DW, Mulligan KP. 2006. A Dictionary of Genetics 7th editions: Oxford University Press.
- Lenggono B. 2012. Mutasi Dalam Pemuliaan Tanaman. URL:<http://biomansmaitnh.blogspot.com/>. Diakses tanggal 12 Desember 2012.
- Muis A, Made JM, Yasin HG. 2007. Evaluasi Ketahanan Genotipe Jagung QPM Terhadap Penyakit Busuk Batang (*Rhizoctonia solani Khun*). Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tengah. Makalah Biologi. Disampaikan Prosiding Seminar Ilmiah Dan Pertemuan Tahunan PEI Dan PFI XVIII, 2007. Komda Sulawesi Selatan.
- Pierce BA. 2005. Genetics A Conceptual Approach 2nd editions.
- Pratomo R. 2006. Pengaruh Macam, pH, dan Penggoyangan Media Terhadap Pertumbuhan Cendawan *Rhizoctonia sp.* Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Snustad DP, Simons MJ. 2010. Principles of Genetics 5th edition: John Wiley, Inc.
- Suhara C, Yulianti T. 2009. Mekanisme ketahanan varietas kapas terhadap *Rhizoctonia solani* penyebab penyakit bibit. Jurnal Litbang Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. Malang. 28:125–129.
- Yulianti T, Suhara C. 2009. Patogenisitas *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, dan *R.bataticola* pada beberapa sumber inokulum terhadap kecambah wijen (*Sesamum indicum L.*). Jurnal Litbang Pertanian. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang. 28:84–87.