

# APLIKASI MUTASI ETIL METANA SULFONAT UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI TANAMAN MENTIMUN (*Cucumis sativus* L.)

Ali Momon Gulo<sup>1</sup>, Wismaroh Sanniwati Saragih<sup>1</sup>, Roswita Oesman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Pembinaan Masyarakat Indonesia, North Sumatera, Indonesia.  
sanniwati@gmail.com

## ABSTRAK

Etil metana sulfonat (EMS) adalah mutagen kimia yang stabil dan efektif. Dalam penelitian ini, biji mentimun (*Cucumis sativus* L.) diberi perlakuan 1% EMS selama 12 jam, 24 jam dan 48 jam untuk mengoptimalkan mutagenesis EMS dan menentukan median dosis mematikan EMS (1% EMS dan 24 jam). Penelitian ini bertujuan menentukan dosis EMS untuk kultivar mentimun dan melaporkan mutan mentimun buah, bunga, sulur dan ukuran tanaman yang diinduksi oleh EMS. Setelah dirawat dengan 1% EMS selama 24 jam, benih ditanam di rumah kaca untuk penyelidikan fenotipe. Hasil penelitian menunjukkan terjadi perubahan fenotipik dan mutan individu diisolasi menjadi enam kelompok, yaitu: mutan buah pendek, mutan buah panjang, mutan bunga kecil, mutan bunga besar, mutan sulur berlawanan dan mutan daun berkelompok. Frekuensi mutasi adalah 18,3%. Dua perwakilan terpilih yaitu mutan buah pendek dan mutan daun berkelompok menunjukkan rasio segregasi 1:3. Rasio ini konsisten dengan model Mendelian klasik yang menunjukkan bahwa dua jenis mutan masing-masing dapat dikendalikan oleh satu gen resesif. Fenotipe buah panjang diwariskan secara stabil dan tidak ada segregasi yang diamati pada generasi selanjutnya menunjukkan bahwa garis mutan ini mungkin homozigot.

**Kata kunci:** Ethyl Metana Sulfonat; fenotipe; mentimun; mutagenesis; polybag

## ABSTRACT

*Ethyl Methanesulfonate (EMS) is a stable and effective chemical mutagen. In this study, cucumber (*Cucumis sativus* L.) seeds were treated with 1% EMS for 12 hours, 24 hours, and 48 hours to optimize EMS mutagenesis and determine the median lethal dose of EMS (1% EMS and 24 hours). This study aims to determine the dose of EMS for cucumber cultivars and report mutant cucumber fruit, flower, vine, and plant sizes induced by EMS. After being treated with 1% EMS for 24 hours, the seeds were grown in a greenhouse for phenotypic investigation. The results showed phenotypic changes, and individual mutants were isolated into six groups, namely: short fruit mutant, long fruit mutant, small flower mutant, large flower mutant, opposite tendril mutant, and group leaf mutant. The mutation frequency is 18.3%. The two selected representatives, the short fruit mutant and the clustered leaf mutant, showed a segregation ratio of 1:3. This ratio is consistent with the classical Mendelian model which shows that the two types of mutants can be controlled by one recessive gene each. The long fruit phenotype was stably inherited, and no segregation was observed in later generations, indicating that this mutant line is probably homozygous.*

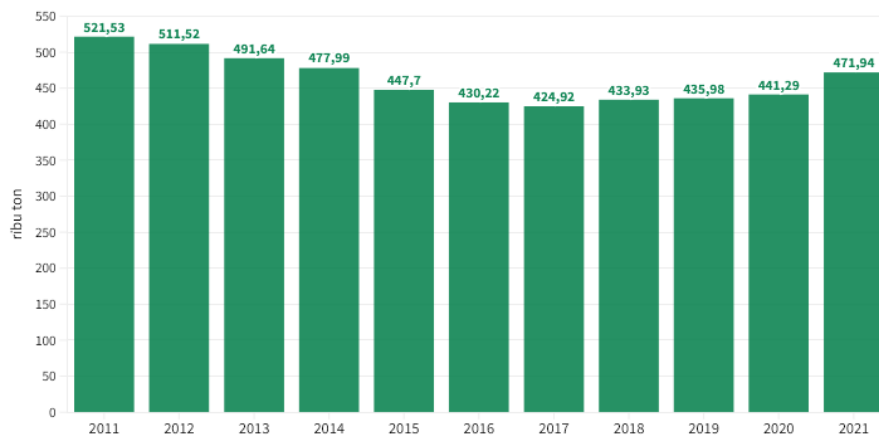
**Keywords:** *cucumber; Ethyl Methanesulfonate; mutagenesis; phenotype; polybag*

## PENDAHULUAN

Mentimun (*C. sativus* L.) merupakan tanaman sayuran bernilai ekonomi di seluruh dunia dan termasuk dalam kategori tanaman semusim yang tumbuh dengan cara menjalar

dan dapat ditanam pada dataran rendah ataupun tinggi dengan ketinggian berkisar 0-1000 m di atas permukaan laut [1]. Mentimun memiliki khasiat untuk mengobati sariawan, batu ginjal, hipertensi dan perawatan wajah. Kandungan nutrisi per 100 g mentimun terdiri dari: 15 g kalori; 0,8 g protein; 3 g karbohidrat; 30 mg fosfor; 0,5 mg besi; 0,02 mg thianin; 0,01 mg riboflavor; 14 mg asam; 0,3 mg vitamin A; 0,3 mg vitamin B1; 0,02 mg vitamin B2 dan 8,0 mg vitamin C, kaya sumber vitamin C dan flavonoid yang berfungsi sebagai antioksidan [2]. Banyaknya manfaat dari mentimun juga menyebabkan sayur ini menjadi salah satu sayuran yang disukai oleh masyarakat. Tingginya antusias atau kebutuhan masyarakat akan mentimun berbanding terbalik dengan produksi mentimun yang terhitung masih cukup rendah.

Menurut [3] produksi mentimun Indonesia mencapai 471.941 ton pada tahun 2021. Peningkatan jumlah 6,95% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang sebesar 441.286 ton.



Gambar 1. Produksi timun Indonesia tahun 2011-2021

Produksi mentimun melihat trennya pada gambar 1 mengalami penurunan pada tahun 2011 hingga 2017. Dalam tujuh tahun tersebut, produksi mentimun anjlok sebesar 18,52% menjadi sebesar 424.917 ton. Kemudian produksi mentimun mengalami kenaikan dalam empat tahun terakhir sejak 2018-2021. Hingga jumlahnya belum bisa menyamai produksi pada 2011. Provinsi Jawa Barat menjadi produsen mentimun terbesar di Indonesia dengan produksinya mencapai 148.272 ton pada 2021. Diikuti Provinsi Jawa Timur yang memproduksi mentimun sebanyak 53.570 ton. Diluar pulau Jawa produksi mentimun di Provinsi Sumatera Barat tercatat sebesar 29.201 ton. Sementara, produksi mentimun di Provinsi Jawa Tengah dan Sumatera Utara masing-masing sebanyak 28.270 ton dan 22.975 ton.

Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi mentimun melalui pemuliaan mutasi tanaman menggunakan Etil Metana Sulfonat (EMS) adalah salah satu agen alkilasi paling umum digunakan yang dapat menginduksi modifikasi kimia nukleotida melalui pengenalan gugus alkil aktif, menciptakan perubahan basa dan mutasi nukleotida [4]. EMS tergolong jenis mutagen kimia non-transgenik dan mutagenesis EMS adalah cara penting untuk mendapatkan mutasi dan penemuan gen baru untuk tanaman. Protokol khusus telah dibuat untuk banyak spesies tumbuhan [5]. Menurut [6] mutasi yang diinduksi secara kimia telah menunjukkan beberapa keunggulan seperti efisiensi tinggi

karena setiap baris individu dapat menanggung satu titik missense dan penggantian yang tidak masuk akal dalam ratusan gen. Oleh karena itu, serangkaian alelik dari mutasi yang diinduksi dengan efek berbeda pada fungsi gen dapat terjadi mudah diisolasi dengan menyaring populasi yang relatif kecil dari tanaman yang bermutasi. Diantara mutagen kimiawi, EMS dianggap yang efektif karena dapat dari adisi dengan nukleotida secara efisien, menghasilkan kesalahan pemasangan antara nukleotida ini dengan basa komplementernya dan dengan demikian menyebabkan perubahan basa setelah replikasi.

Mentimun merupakan salah satu tanaman hortikultura terpenting dan kini ditanam baik dalam bentuk segar maupun olahan sayuran di dunia. Buahnya kaya akan sumber protein dan vitamin berkualitas tinggi yang memberikan manfaat yang sangat baik suplemen untuk sereal berkualitas rendah atau protein akar dan umbi yang dikonsumsi di sebagian besar dunia. Buah mentimun sangat bervariasi dalam ukuran, bentuk dan warna, sehingga selalu menarik perhatian para pembudidaya mentimun. Namun, sumber daya plasma nutfah masih menjadi hambatan besar bagi pemuliaan mentimun saat ini.

Penggunaan EMS juga dilakukan [7] dengan menggunakan umbi bawang merah yang direndam dalam EMS dengan konsentrasi berbeda yaitu 0% (kontrol), 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%, 0,5% selama 30 menit. Umbi bawang merah ditanam dalam polybag dengan media tanam dan tanah kompos dengan perbandingan 3:1. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah; tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah umbi, berat segar umbi dan berat kering umbi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode EMS mutagen kimia. Pemberian EMS dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah umbi dan berat umbi basah. Namun, EMS tidak berpengaruh pada jumlah daun dan berat kering. Tanaman dengan bobot basah tinggi dan jumlah umbi tertinggi pada konsentrasi 0,1%, sedangkan terendah pada konsentrasi 0,5%.

Pengaruh konsentrasi mutagen EMS terhadap kualitas produksi kedelai hitam menggunakan perlakuan yaitu konsentrasi EMS dengan perendaman benih selama 3 jam. Faktor konsentrasi EMS (P) dengan empat taraf perlakuan, yaitu: P0 EMS dengan konsentrasi 0,00% (kontrol); P1 EMS dengan konsentrasi 0,03%; P2 EMS dengan konsentrasi 0,05%; P3 EMS dengan konsentrasi dari 0,07%. Terdapat 4 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak 25 kali sehingga total unit percobaan menjadi 100 unit percobaan dengan satu tanaman setiap polybag. Perlakuan konsentrasi 0,05% menunjukkan hasil tanaman dengan produksi yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, sedangkan kualitas hasil yang diteliti berdasarkan kandungan karbohidrat total dan protein lebih rendah dibandingkan pada perlakuan konsentrasi 0,07% [8].

Tanaman yang diduga memiliki bunga mutan memiliki morfologi tanaman yang sama dengan tanaman cabai varietas bara yang lain, namun tinggi tanaman cenderung lebih pendek. Tanaman yang memiliki bunga mutan merupakan tanaman pada konsentrasi EMS 0,5%, bunga tersebut memiliki bentuk bulat, berwarna hijau, bergerombol dan tidak memiliki bagian-bagian bunga seperti benang sari, putik, kelopak dan mahkota bunga. Morfologi ini berbeda dengan morfologi bunga cabai bara normal. Bunga yang diduga mutan tidak memiliki organ bunga lengkap dan berbentuk bulat [9].

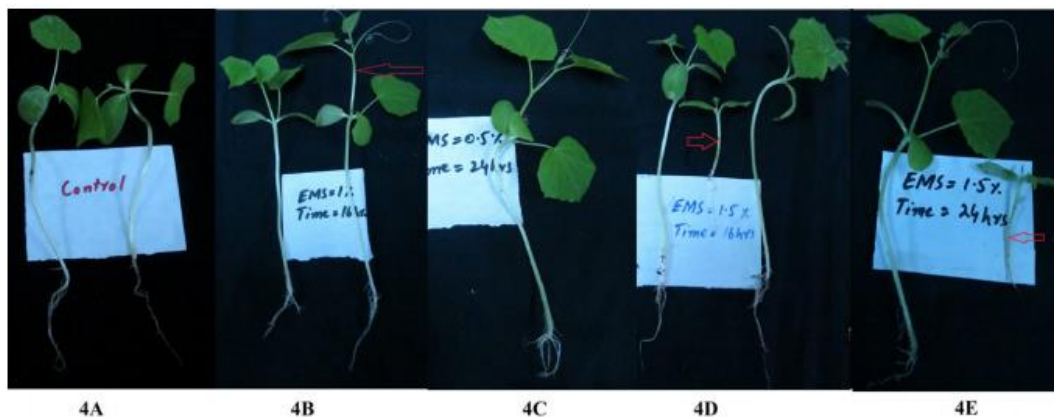
Dari hasil uraian diatas, tujuan penelitian ini adalah menggunakan informasi penelitian terdahulu untuk menentukan dosis EMS yang dianjurkan pada tanaman mentimun dan melaporkan mutan mentimun buah, bunga, sulur dan ukuran tanaman yang diinduksi oleh EMS.

## METODE

Penelitian ini menggunakan data deskriptif bertujuan untuk menggambarkan, meringkas dari berbagai penelitian yang dilakukan dalam aplikasi EMS pada tanaman mentimun untuk meningkatkan hasil produksi, dan peningkatan pendapatan dari hasil tanaman mentimun.

## HASIL

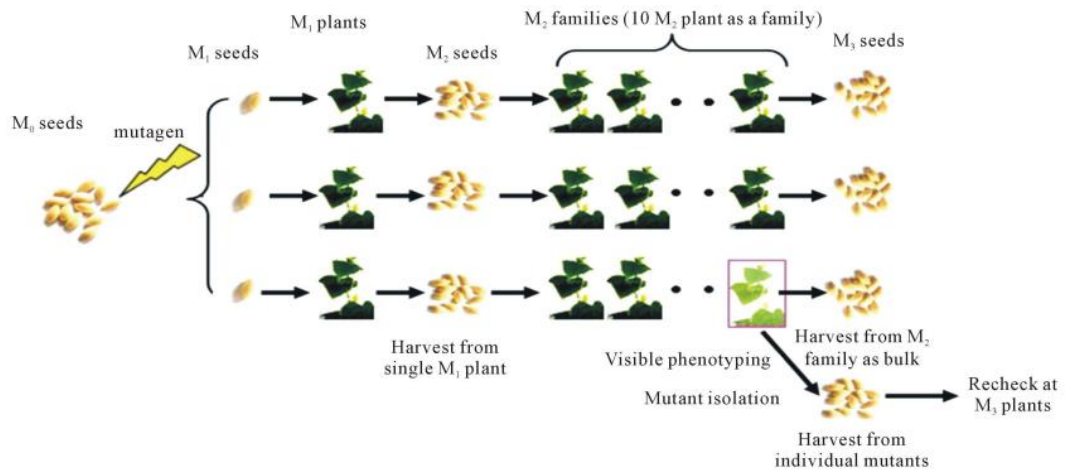
Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi yang diberikan dapat berdampak langsung terhadap pertumbuhan awal atau perkecambahan mentimun. Dilaporkan [10] bahwa peningkatan konsentrasi EMS, dan waktu perendaman akan menurun perkecambahan biji mentimun. Daya kecambah biji mentimun menurun dengan meningkatnya konsentrasi EMS, sedangkan waktu perlakuan pada 1,5% EMS berbeda dengan perlakuan lainnya. Perkecambahan biji mentimun kurang terpengaruh pada 8 jam perlakuan dibandingkan dengan 16 dan 24 jam perlakuan. Perkecambahan setelah 16 jam perlakuan lebih rendah dibandingkan setelah 24 jam dengan perlakuan konsentrasi 1,5% EMS. Peningkatan waktu perendaman memungkinkan hidrasi benih, yang dapat memfasilitasi penyerapan mutagen dan meningkatkan aktivitas metabolisme sel serta inisiasi dan sintesis DNA dalam pertumbuhan yang mengarah ke perkecambahan yang lebih tinggi.



Gambar 2. Bibit mentimun kerdil dan tinggi, (4A) tanaman normal/kontrol (4B dan 4C). Bibit setinggi 20 cm dihasilkan dengan perlakuan 1% EMS + 16 jam dan 0,5% EMS + 24 jam (4D). Bibit kerdil 4 cm (tengah) diamati setelah perawatan dengan 1,5% EMS + 16 jam. Gambar kiri dan kanan menunjukkan bibit mutasi dengan tinggi normal.(4E). Bibit kanan tingginya 4,3 cm dan bibit kiri tingginya 18,5 cm setelah diberi perlakuan 1,5% EMS + 24 jam. Sumber [10].

Pengaruh mutagenik pada berbagai perilaku perkecambahan dan karakteristik pertumbuhan termasuk tinggi kecambah, berat daun, berat kecambah, panjang akar, dan daya tahan setelah perlakuan dengan EMS 1,5% selama 24 jam kuat dan menginduksi banyak variasi, aplikasi EMS lebih efektif pada suhu 20 °C daripada suhu 28 °C [10]. Sebagai organ sumber utama, daun tanaman memainkan peran penting dalam pengembangan mentimun. Variasi yang signifikan dalam parameter pertumbuhan dan panjang buah mentimun yang mutan secara fisiologis dapat di lihat dari perbedaan dan

bentuk daunnya. Menjadi konsisten dengan daun hijau muda dari mutan, kandungan klorofil a jauh lebih rendah, klorofil b, klorofil total, dan karotenoid terungkap dalam daun tanaman mutan [11].



Gambar 3. Bagan alir mutasi pada mentimun. Sumber [6].

Konsentrasi perlakuan 1% EMS pada benih diperlakukan dengan 1% EMS selama 24 jam. Setelah induksi dengan 1% EMS selama 24 jam, benih yang diberi perlakuan ditanam di rumah kaca. Frekuensi mutasi adalah salah satu parameter yang paling dapat diandalkan untuk mengevaluasi efek genetik dari perlakuan mutagenik [6]. Pada penelitian ini, pengamatan secara fenotip menunjukkan mutasi termasuk mutan buah pendek, mutan buah panjang, mutan bunga kecil, mutan bunga besar, mutan ujung berlawanan dan mutan daun berkelompok dibandingkan dengan tanaman tipe liar (Gambar 3). Mutan buah pendek dan mutan daun berkerumun menunjukkan rasio segregasi 1:3 pada populasi. Rasio ini konsisten dengan model Mendelian klasik, yang menunjukkan bahwa fenotipe mutan ini masing-masing dapat dikendalikan oleh satu gen resesif. Fenotipe buah panjang diwariskan secara stabil dan tidak ada segregasi yang teramati (Gambar 4). Bukti ini menunjukkan bahwa garis mutan ini mungkin homozigot.



Gambar 4. Garis mutan mentimun induksi EMS diamati pada generasi M2. Tipe lebar (WT) dan shortfruit (A1 dan A2); tipe liar (WT) dan berbuah panjang (B1 dan B2); tipe liar (WT) dan bunga kecil (C); tipe liar (WT) dan berbunga besar (D); tipe liar (WT) dan sulur berlawanan (E1 dan E2); dan wild type (WT) dan clustered-leaf (F). Bilah skala mewakili 3 cm.

Dilaporkan [6] bahwa semua galur mutan ini sekarang masih dalam penelitian lebih lanjut dan diharapkan bahwa mutan ini dapat memberikan kontribusi besar untuk pemuliaan mentimun di masa yang akan datang. Efektivitas dan efisiensi mutagenik dihitung berdasarkan kerusakan biologis (yaitu pengurangan parameter pertumbuhan tanaman) dan menurun dengan meningkatnya dosis atau konsentrasi mutagen [12]. Sejalan dengan penelitian sebelumnya [13] yang menunjukkan bahwa dengan meningkatnya tingkat EMS, daya tahan perkecambahan akan menurun. Menurunnya persentase tumbuh pada perlakuan EMS disebabkan sifat racun dari EMS yang dapat menyebabkan kerusakan fisiologis, kerusakan kromosom, terhambatnya proses mitosis, aberasi kromosom yang disebabkan aktivitas enzim seperti enzim katalase dan lipase, dan mengganggu aktifitas hormonal yang dapat mengakibatkan penurunan persentase bertahan hidup pada saat perkecambahan. EMS dalam dosis tinggi juga dapat mengakibatkan kematian benih [14].

## SIMPULAN

Perkembangan mutagenesis EMS menghasilkan teknologi kloning dan terarah terinduksi teknologi mutasi lokal. Mutagenesis EMS menyebabkan tinggi mutasi dengan biaya rendah, yang luar biasa mempercepat penelitian untuk genom tanaman dan pengembangan pemuliaan molekuler untuk toleransi terhadap cekaman abiotik.

Mutasi EMS juga memiliki keterbatasan sama dengan metode pemuliaan lainnya termasuk tingkat keacakan yang tinggi, efisiensi mutasi yang rendah, dan beberapa mutasi menguntungkan. Selain itu masih sulit untuk mengidentifikasi, mengkloning dan mengkarakterisasi mutasi yang dihasilkan dalam penerapan terbatas pada spesies tanaman.

EMS mutagenesis menghasilkan mutasi bersifat melimpah, yang sulit digantikan oleh yang lain pemuliaan mutagenesis. Keuntungan dengan mutagenesis EMS adalah aplikasi non-GMO sehingga perlakuan pada tanaman atau buah aman untuk dikonsumsi.

Perlakuan konsentrasi EMS berpengaruh terhadap tanaman pada pengamatan persentase tumbuh, pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah cabang, diameter bunga, dan buah. Aplikasi dan hasil penelitian yang telah dilakukan menjadi awal untuk budidaya tanaman mentimun menggunakan mutagen EMS dalam menghadapi berbagai cekaman abiotik serta biotik untuk meningkatkan produksi dan pendapatan petani mentimun.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Liu, J. Zhao, F. Chen, Z. Wu, J. Tan, N. H. Nguyen, Z. Cheng, and Y. Weng, "Improving *Agrobacterium tumefaciens* - mediated genetic transformation for gene function studies and mutagenesis in cucumber (*Cucumis sativus* L.)," *Genes (Basel)*, vol. 14, no. 3, p. 601, 2023, doi: 10.3390/genes14030601.
- [2] S. Suhartono, A. Arsyadmunir, and I. Z. Firdaus, "Pengaruh aplikasi hormon Giberelin (GA3) terhadap pembentukan buah secara partenokarpi pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.)," *Agrovigor*, vol. 13, no. 1, pp. 82-88, 2020.
- [3] F. Crops, S. Estate, and C. Subsector, "Food crops, horticulture, and smallholders estate crops subsector 2022, Badan Pusat Statistik. 2022.
- [4] H. Suteja, N. Rostini, and S. Amien, "Pengaruh perlakuan ethyl methanesulphonate terhadap perkecambahan dan pertumbuhan kentang granola (biji)" *J. Kultiv.*, vol. 18, no. 1, pp. 5-6, 2019.
- [5] L. Chen, L. Duan, M. Sun, Z. Yang, H. Li, K. Hu, H. Yang, and L. Liu, "Current trends and insights on EMS mutagenesis application to studies on plant abiotic stress

- tolerance and development,” *Front. Plant Sci.*, vol. 13, no. January, pp. 1-13, 2023, doi: 10.3389/fpls.2022.1052569.
- [6] L. Wang, B. Zhang, J. Li, X. Yang, and Z. Ren, “Ethyl Methanesulfonate (EMS) - mediated mutagenesis of cucumber (*Cucumis sativus* L.),” *Agric. Sci.*, vol. 05, no. 08, pp. 716-721, 2014, doi: 10.4236/as.2014.58075.
- [7] W. Nefrina, “Pengaruh Etil Metana Sulfonat (EMS) terhadap respon pertumbuhan tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.),” 2017.
- [8] F. P. Laksono and W. I. D. Fanata, “Pengaruh induksi mutasi dengan mutagen EMS (Ethyl Methane Sulfonate) terhadap hasil dan kualitas kedelai hitam (*Glycine soja* (L) Merrit),” *Berk. Ilm. Pertan.*, vol. 5, no. 2, p. 120, 2022, doi: 10.19184/bip.v5i2.29162.
- [9] A. Andriyani and W. Muslihatin, “Pengaruh mutagen kimia EMS terhadap perkembangan bunga tanaman cabai (*Capsicum frutescens* var. bara),” *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 6, no. 2, pp. 22-24, 2017, doi: 10.12962/j23373520.v6i2.24007.
- [10] S. Shah, Z. H. Gong, M. H. Arisha, A. Khan, and S. L. Tian, “Effect of Ethyl Methyl Sulfonate concentration and different treatment conditions on germination and seedling growth of the cucumber cultivar Chinese long (9930),” *Genet. Mol. Res.*, vol. 14, no. 1, pp. 2440-2449, 2015, doi: 10.4238/2015.March.30.2.
- [11] Y. Hu, X. Dong, Y. Zhang, R. Tang, J. Li, C. Cao, C. Chen, Z. Ren, and L. Wang, “Identification and characterization of a long fruit mutant in *Cucumis sativus* L.,” *Turk. J. Bot.*, vol. 46, no. 1, pp. 1-13, 2022, doi: 10.3906/bot-2107-58.
- [12] L. Mullainathan and C. Thilagavathi, “Isolation of macro mutants and mutagenic effectiveness, efficiency in black gram (*Vigna mungo* (L.) Hepper),” *Glob. J. Mol. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 76-79, 2009.
- [13] R. Roychowdhury and J. Tah, “Germination behaviors in M2 generation of dianthus after chemical mutagenesis,” *Int. J. Adv. Sci. Tech. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 448-454, 2011.

- [14] N. M. D. Pratiwi, M. Pharmawati, and I. A. Astarini, "Pengaruh Ethyl Methane Sulphonate (EMS) terhadap pertumbuhan dan variasi tanaman marigold (*Tagetes* sp.)," *Agrotrop*, vol. 3, no. 1, pp. 23-28, 2013.