

MUTAGEN ETHYL METHANE SULPHONATE MENGINDUKSI KERAGAMAN GENETIK KEDELAI (*Glycine max* (L.)Merr.) KULTIVAR GEPAK KUNING PADA GENERASI M₂

Ethyl Methane Sulfonate Mutagen Induces Genetic Diversity of Gepak Kuning Soybean (*Glycine max* (L.)Merr.) Cultivar in M₂ Generation

Nilahayati^{1*}, Nadya Karisda Siregar², Ayu Anggraini Harianja²

¹Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh
Jl. Cot Tengku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara, Lhokseumawe 24355

²Mahasiswa Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh Jl. Cot Tengku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara, Lhokseumawe 24355

*Corresponding author: nilahayati@unimal.ac.id

ABSTRAK

Kedelai merupakan salah satu tanaman dalam famili Leguminosae yang sangat berperan penting sebagai sumber protein nabati bagi masyarakat Indonesia. Peningkatan produksi kedelai nasional dapat dilakukan dengan program pemuliaan tanaman, khususnya pemuliaan mutasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji keragaman genetik kedelai gepak kuning sebagai respon terhadap perlakuan mutagen EMS (etil metana sulfonat) pada generasi M₂. Penelitian dilakukan di Desa Gle Madat, Aceh Utara serta Laboratorium Agroekoteknologi. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-April 2023. Metode penelitian yang digunakan adalah rancangan acak kelompok non faktorial. Faktor yang diuji adalah populasi kedelai Gepak kuning yang terdiri dari empat taraf yaitu populasi kontrol (0% EMS, E0, 0,05% populasi EMS (E1), 0,075% populasi EMS (E2), dan 0,3% populasi EMS (E1, E3). Karakteristik agronomi yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah cabang produktif, umur saat berbunga, umur saat panen, jumlah polong per tanaman, bobot 100 biji, bobot biji kering per tanaman, bobot biji kering per plot. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan mutagen EMS menyebabkan perubahan morfologi dan agronomi kedelai Gepak kuning pada generasi M₂. Perubahan morfologi yang terjadi diantaranya perubahan warna daun dan perubahan bentuk daun. Perubahan agronomi yang terjadi diantaranya tinggi tanaman umur 2 dan 4 MST, jumlah cabang, jumlah polong/tanaman, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji dan bobot biji kering per plot.

Kata kunci ; Agronomi, EMS, mutasi, morfologi

ABSTRACT

Soybeans are a plant within the Leguminosae family that is exceptionally vital as a source of vegetable protein for the Indonesian population. Increasing national soybean production can be done with a plant breeding program, particularly mutation breeding. The purpose of this study is to assess the genetic diversity of Gepak kuning soybean in response to EMS (ethyl methane sulfonate) mutagen treatment in the M₂ generation. The research was carried out at Gle Madat Village, North Aceh as well as the Agroecotechnology Laboratory. This study was conducted from January to April 2023. The research method used was a non-factorial randomized block design. The factors tested were the population of Gepak kuning soybean, which consisted of four levels, namely the control population (0% EMS, E0, 0.05% EMS population (E1), 0.075% EMS population (E2), and 0.3% EMS population (E3). The agronomic characteristics observed were plant height, number of productive branches, age at flowering, age at harvest, number of pods per plant, weight of 100 seeds, dry seed weight per plant, dry seed weight per plot Morphological and agronomic changes in yellow Gepak

soybeans in the M2 generation. Morphological changes that occur include changes in leaf color and changes in leaf shape, including plant height at 2 and 4 WAP, number of branches, number of pods/plant, and seed weight per plant. weight of 100 seeds and dry seed weight per plot.

Key words: Agronomy, EMS, mutation,

PENDAHULUAN

Peningkatan produksi kedelai mutlak dilakukan untuk mempertahankan kedaulatan pangan. Berbagai usaha dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi kedelai baik dengan perluasan areal tanam, perbaikan teknik budidaya maupun penggunaan varietas unggul. Perakitan varietas unggul dapat dilakukan dengan teknik pemuliaan tanaman untuk mendapatkan keragaman genetik. Berbagai metode pemuliaan tanaman baik konvensional maupun bioteknologi sudah tersedia. Salah satu teknik pemuliaan yang sangat populer di dunia saat ini adalah pemuliaan mutasi.

Pemuliaan tanaman mutasi dianggap sebagai metode yang sangat efektif untuk memperoleh keragaman genetik dengan cepat dan untuk mengembangkan varietas baru. Menurut Van Harten (1998), pemuliaan mutasi dapat meningkatkan sifat yang diinginkan yang tidak ada pada plasma nutfah spesies dan juga dapat menciptakan keragaman pada varietas yang sudah ada. Pemuliaan mutasi dapat menggunakan berbagai mutagen baik mutagen fisika maupun kimia. Mutagen fisika diantaranya dapat menggunakan iradiasi gamma. Beberapa peneliti sebelumnya telah menggunakan sinar gamma pada berbagai genotype tanaman diantaranya pada gandum (Kaini *et al.*, 2022), kacang tanah (Ganesan *et al.*, 2022) dan kedelai kipas putih untuk umur genjah dan berdaya hasil tinggi (Nilahayati *et al.*, 2016; Nilahayati *et al.*, 2018; Nilahayati *et al.*, 2019; Nilahayati *et al.*, 2021; Nilahayati *et al.*, 2022a; Nilahayati *et al.*, 2022b),

Selain mutagen fisika, mutagen kimia juga sangat ampuh dan banyak digunakan untuk merakit keragaman genetik tanaman. Salah satu mutagen kimia yang paling banyak digunakan untuk menginduksi mutasi pada tanaman

budidaya adalah EMS. Boysen *et al.*, (2009) menyatakan EMS adalah salah satu agen alkilasi yang paling sering digunakan. EMS dapat menyebabkan gugus alkil menjadi aktif yang menghasilkan perubahan basa dan mutasi pada nukleotida, sehingga menyebabkan modifikasi kimiawi mutasi nukleotida. EMS sebagian besar menyebabkan perubahan pada basa nukleotida guanin. Substitusi nukleotida diinduksi dengan frekuensi tinggi dalam mutagenesis kimiawi. Pada populasi yang mengalami mutasi EMS, transisi pasangan basa GC ke AT mencapai 70-99% dari perubahan. Pasangan O6-GC sering berubah menjadi pasangan AT selama replikasi.

Beberapa peneliti sebelumnya juga telah berhasil merakit keragaman genetik dengan menggunakan mutagen EMS pada berbagai tanaman budidaya diantaranya tomat (Ilo *et al.*, 2023), cabe (Arisha *et al.*, 2015), kacang hijau (Ali *et al.*, 2024) dan kedelai galur M.1.1.3 (Dicky *et al.*, 2024). Espina *et al.*, (2018) telah menggunakan EMS untuk mendapatkan mutasi DNA pada populasi mutan kedelai. Mereka memperoleh berbagai variasi fenotipik pada mutan kedelai diantaranya mutan dengan kandungan *oleic acid*, minyak, protein dan sukrosa tinggi serta kandungan linolenic dan asam linolenic yang rendah.

Pada penelitian terdahulu, kami sudah menggunakan mutagen EMS untuk merakit keragaman genetik pada kedelai gepak kuning pada penanaman generasi M1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi hambatan pertumbuhan dan penurunan hasil kedelai gepak kuning akibat penggunaan EMS pada generasi tersebut (Nilahayati *et al.*, 2024; Harahap *et al.*, 2023). Pada generasi M1 biasanya terjadi kerusakan fisiologis akibat efek terkena langsung mutagen yang berikatan. Menurut Spencer *et al.*, (2018), perlakuan mutagen sering kali menyebabkan kelainan

fisiologis pada generasi pertama dari populasi yang bermutasi (M_1). Akibatnya, seleksi fenotipik untuk mutasi tidak dapat dilakukan pada generasi M_1 . Selain itu, sebagian besar mutasi yang diinduksi bersifat resesif, yang berarti fenotip mutan tetap tersembunyi sampai mutasi menjadi homozigot. Efek yang paling umum diamati termasuk retardasi pertumbuhan, kemandulan, dan kematian tanaman pada generasi M_1 .

Pada generasi M_2 terjadi segregasi alel yang mengarah pada homozigot untuk alel resesif dan dominan sehingga menciptakan peluang untuk mengidentifikasi mutasi resesif melalui fenotipe (Page dan Grossniklaus, 2002). Pada saat itu, skrining visual adalah cara yang paling efektif untuk mengidentifikasi mutasi fenotipik. Skrining visual dapat digunakan sebagai indikator utama untuk menyeleksi tanaman yang memiliki karakter yang diinginkan, misalnya ketahanan terhadap penyakit, pembungaan, tinggi tanaman, perubahan warna buah, atau masa pertumbuhan (Ostergaard dan Yanofsky, 2004).

Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan penelitian ini dengan harapan akan diperoleh keragaman morfologi dan agronomi pada cv. gepak kuning hasil induksi mutasi dengan mutagen EMS generasi M_2 . Proses seleksi pedigree dapat dilakukan pada generasi selanjutnya (generasi M_3), diharapkan akan menghasilkan tanaman dengan penampilan dan sifat-sifat yang lebih baik (lebih unggul) dari tetuanya, diantaranya memiliki ukuran biji besar dan berdaya hasil tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Gle Madat, Kecamatan Dewantara, Kabupaten Aceh Utara dan di Laboratorium Agroekoteknologi. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga April 2023. Bahan tanaman yang digunakan yaitu benih kedelai gepak kuning hasil mutasi EMS generasi M_1 , pupuk Urea, SP_{36} , dan KCl.

Pada generasi M_1 , tiap tanaman pada masing-masing populasi konsentrasi EMS

dipanen dan di ambil 5 polong per tanaman untuk ditanam sebagai generasi M_2 . Populasi konsentrasi EMS yang diuji adalah populasi 0% EMS (E_0 = kontrol), populasi 0,05% EMS (E_1), populasi 0,075% EMS (E_2) dan populasi 0,1% EMS (E_3). Benih-benih M_2 ditanam dengan jarak tanam $40 \times 20 \text{ cm}^2$ dan jarak antar perlakuan 50 cm. Ukuran plot yang digunakan yaitu 4 m x 6 m. Setiap lubang tanam ditanami satu benih. Jumlah tanaman setiap plot adalah 300 tanaman sehingga total keseluruhan benih yang ditanami pada penanaman generasi kedua ini adalah 1200 tanaman.

Pengolahan tanah dilakukan secara manual dan dilakukan seminggu sebelum penanaman. Pemberian pupuk dasar dilakukan sesuai dengan dosis anjuran kebutuhan pupuk kedelai yaitu pupuk Urea 100 kg/ha, SP_{36} 200 kg/ha, KCl 100 kg/ha. Pemeliharaan tanaman kedelai yang dilakukan meliputi penyiraman dan pengendalian gulma. Penyiraman dilakukan setiap hari pada pagi atau sore hari. Apabila terjadi hujan yang deras maka tanaman tidak dilakukan penyiraman. Penyiangian gulma dilakukan secara manual dengan mencabut gulma yang ada di dalam areal tanaman untuk menghindari persaingan dalam mendapatkan unsur hara dari dalam tanah.

Pengamatan morfologi dilakukan terhadap perubahan morfologi pada daun, batang, bunga, polong dan biji. Pengamatan karakter agronomi dilakukan terhadap peubah tinggi tanaman, tinggi tanaman, jumlah cabang produktif per tanaman, jumlah polong bernas per tanaman, jumlah polong hampa per tanaman, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji, umur berbunga dan umur panen.

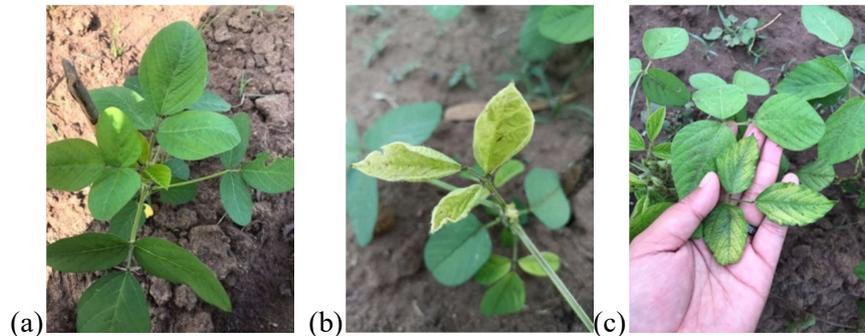
Analisis data dilakukan dengan menghitung rata-rata setiap karakter agronomi yang diamati lalu nilai tengah masing-masing populasi diuji dengan uji t. Analisis data dilakukan dengan menggunakan software Minitab 14.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pada generasi M_2 menunjukkan bahwa terjadinya perubahan morfologi yang disebabkan mutagen EMS

pada kedelai gepak kuning. Pada populasi EMS dengan konsentrasi yang lebih tinggi terlihat semakin banyak terdapat perubahan morfologi. Hasil pengamatan pada 4 MST generasi M_2 pada populasi tanaman yang di beri perlakuan EMS 0,1% terlihat

munculnya perubahan warna daun yang disebut mutan klorofil. Perubahan warna daun kedelai gepak kuning akibat perlakuan mutagen EMS pada generasi M_2 dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1.(a) Tanaman (kontrol), (b) dan (c) perubahan warna daun tanaman pada populasi perlakuan EMS konsentrasi 0,1%

Gambar 1 memperlihatkan adanya perubahan warna daun pada populasi EMS 0,1%. Perubahan warna daun seperti ini tidak terdapat pada populasi kontrol dan populasi konsentrasi EMS lainnya. Perubahan warna daun ini akan hilang pada saat tanaman memasuki umur 10 MST. Perubahan warna daun pada populasi tanaman yang diberikan perlakuan mutagen sering dijadikan indikator terjadinya mutasi. Mutasi klorofil merupakan salah satu indikator dalam mengevaluasi pengaruh perlakuan mutagen. Mereka mendapatkan tanaman yang diradiasi dengan sinar gamma telah banyak dilaporkan terjadi mutasi klorofil ini diantaranya pada tanaman *black gram*.

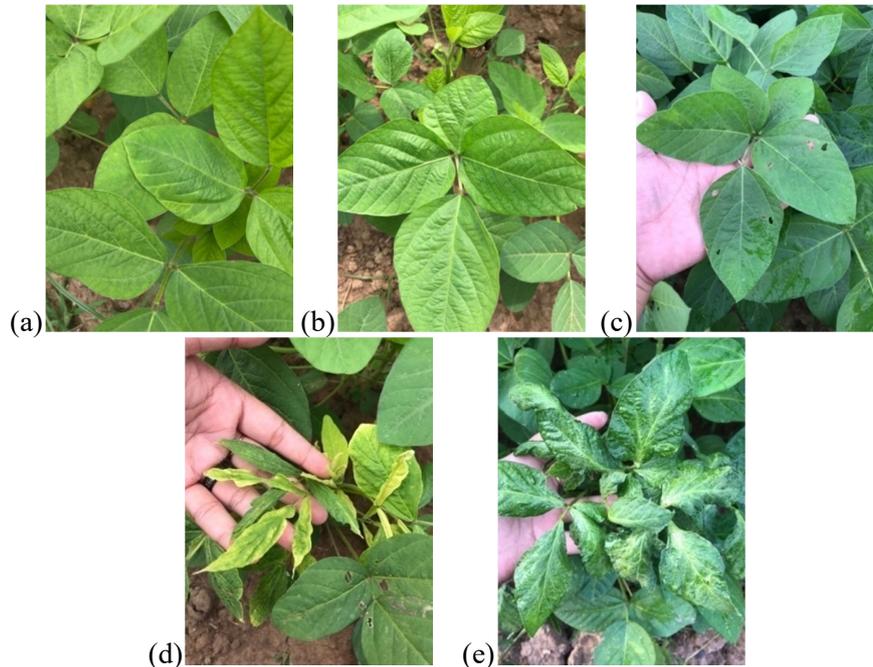
Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Arisha *et al.*, (2015), bahwa EMS menginduksi mutasi klorofil selama tahap pembibitan pada generasi M_2 pada cabe kultivar B12. Munculnya mutan klorofil selama tahap pembibitan merupakan indikator yang baik untuk efisiensi EMS. diamati bahwa di antara 500 famili terdapat sekitar 14 famili yang memiliki mutan klorofil, yaitu bibit albino, kuning, dan hijau pucat. Selanjutnya, semua bibit warna daun albino (benar-benar putih) mati, sementara beberapa bibit warna daun kuning atau hijau pucat mampu bertahan hidup hingga tahap dewasa.

Nilahayati *et al.*, (2016) menggunakan mutagen iradiasi gamma pada kedelai kipas putih. Pada penanaman generasi M_2 , mereka juga menemukan berbagai macam mutan klorofil seperti *xantha*, *chlorina* dan *viridis*. Mutan *xantha* menunjukkan warna daun kuning cerah (*bright yellow colour*), mutan *chlorine* menunjukkan warna daun yang hijau kekuningan (*yellowish green colour*) dan tipe mutan *viridis* menunjukkan warna daun hijau terang (*light green*). Martha (2017) menambahkan bahwa analisis warna daun konsentrasi EMS 0% menghasilkan warna daun hijau tua yang paling baik, sedangkan pada perlakuan EMS terdapat perbedaan pada warna yang berubah menjadi hijau muda hingga putih dan terdapat perbedaan pada masing-masing value dan chroma. Evaluasi morfologi merupakan salah satu cara untuk mendeteksi terjadinya perubahan fenotip, sedangkan perubahan pada material genetik diamati melalui analisis DNA atau kromosom. Hal ini serupa juga disampaikan oleh Widiastuti *et al.*,(2013) bahwa keberhasilan mutasi dapat diamati melalui perubahan morfologi, anatomi, maupun pada tingkat DNA.

Hasil pengamatan 4 MST, generasi M_2 pada tanaman yang diberi perlakuan EMS menunjukkan adanya perubahan karakter morfologi pada fase vegetatif pada berbagai perlakuan konsentrasi EMS.

Munculnya perubahan bentuk daun yang berbeda-beda ini disebut dengan mutan

bentuk daun (*leaflet mutant*). Perubahan bentuk daun dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Daun normal (b) daun *tetrafoliate*, (c) Daun *Pentafoliate*, (d) dan (e) Bentuk daun abnormal

Gambar 2 menunjukkan berbagai perubahan bentuk daun diantaranya *tetrafoliate*, *pentafoliate* dan bentuk daun abnormal. Variasi morfologi khususnya *leaflet mutant* yang menunjukkan abnormalitas pada daun merupakan indikator efektifnya mutagen yang diberikan. Tanaman dengan variasi bentuk daun menunjukkan pertumbuhan yang normal dan dapat menghasilkan polong dan biji (Nilahayati, 2018). Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Purwati *et al.*, (2008), bahwa pada populasi tanaman yang diregenerasikan dari kalus embriogen dengan perlakuan EMS terdapat jumlah karakter varian tambahan yaitu tepi daun menggulung, warna daun kekuningan, dan duduk daun berhadapan seperti kipas.

Hasil serupa juga dilaporkan oleh Misra *et al.*, (2013) pada *Greengram*. Mereka mendapatkan beberapa tipe mutasi morfologi seperti *unifoliate*, *quadrifoliate*, *pentafoliate*, tanaman tinggi, tanaman pendek, berbunga cepat, lambat berbunga,

berpolong banyak, *serrated leaf* dan *modified inflorescence* yang ditemukan pada populasi yang diberi perlakuan mutagen pada kedua varietas yang diuji. Pratiwi *et al.*, (2013) juga menemukan 1 tanaman daun chimera pada perlakuan EMS dengan konsentrasi 0,9% pada tanaman marigold.

Hasil analisis data menggunakan uji t menunjukkan bahwa tinggi tanaman umur 2 dan 4 MST, jumlah cabang, jumlah polong tanaman, bobot biji pertanaman, bobot 100 biji, bobot biji kering perplot, dan produksi berbeda nyata sampai sangat nyata antara populasi control (E0) dengan populasi perlakuan EMS. Namun, pada karakter tinggi tanaman 6 dan 8 MST, umur berbunga, dan umur panen tidak terdapat perbedaan yang nyata antara populasi control dengan populasi perlakuan EMS. Rata-rata karakter agronomi kedelai gepak kuning akibat pemberian mutagen EMS pada generasi M₂ dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata karakter agronomi kedelai gepak kuning akibat pemberian mutagen EMS pada generasi M₂.

No.	Karakter	Populasi konsentrasi EMS			
		0% EMS	0,05% EMS	0,075% EMS	0,1% EMS
1.	Tinggi Tanaman				
	2 MST	14,5±1,7	11,7**±3,3	12,8**±2,1	13,3*±1,9
	4 MST	37,3±3,5	31,9**±7,6	33,9*±7,1	35,2*±4,5
	6 MST	67,5±7,5	64,2 ^{tn} ±15,3	68,1 ^{tn} ±9,8	67,7 ^{tn} ±11,9
	8 MST	93,2±9,0	90,6 ^{tn} ±12,7	101*±15,2	93,2 ^{tn} ±15,9
2.	Jumlah Cabang	16,2±2,0	15,3*±1,98	14,8**±1,9	14,4**±2,6
3.	Jumlah Polong Bernas	217±82,6	155**±65,9	141**±48,3	108**±73,0
4.	Bobot Biji/tanaman	35,0±12,0	34,6 ^{tn} ±16,4	23,6**±7,5	16,4**±16,0
5.	Bobot 100 biji	10,6±0,7	9,9*±1,1	9,7**±0,6	9,5**±0,6
6.	Umur Berbunga	44,3±5,4	55,3 ^{tn} ±69,3	43,2 ^{tn} ±4,7	43,6 ^{tn} ±2,7
7.	Umur Panen	98,8±6,5	97,7 ^{tn} ±5,5	97,9 ^{tn} ±5,4	96,6 ^{tn} ±4,4
8.	Bobot Biji/plot	1.700±100	1.433*±152,7	1.000*±200	900**±100

Keterangan : * = berbeda nyata dengan populasi kontrol (0 Gy) pada taraf 5% berdasarkan uji t;

** = berbeda sangat nyata dengan populasi kontrol (0 Gy) pada taraf 1% berdasarkan uji t.

Perlakuan mutagen EMS pada kedelai gepak kuning generasi M₂ menyebabkan terjadinya pengurangan tinggi tanaman dibandingkan dengan populasi kontrol pada umur 2 dan 4 MST (Tabel 3). Berdasarkan hasil uji t terhadap karakter tinggi tanaman pada umur 2 dan 4 MST menunjukkan terdapat perbedaan tinggi tanaman yang sangat nyata antara populasi kontrol (0% EMS) dengan populasi 0,05% EMS, populasi 0 % EMS dengan 0,075% EMS dan populasi 0% EMS dengan populasi 0,1% EMS. Tanaman tertinggi terdapat pada tanaman kontrol yaitu 14,5 cm (umur 2 MST) dan 37 cm (umur 4 MST), yang diikuti oleh perlakuan populasi EMS 0,1% dan populasi 0,075% EMS yang berturut-turut mempunyai tinggi tanaman 13,3 cm dan 12,8 cm (umur 2 MST) dan 35,2 cm dan 33,9 cm (umur 4 MST). Tinggi tanaman yang terendah terdapat pada perlakuan populasi EMS 0,05% dengan tinggi tanaman hanya 11,7 cm dan 31,9 cm berturut-turut pada umur 2 dan 4 MST. Pada saat tanaman memasuki umur 6 dan 8 MST tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap karakter tinggi tanaman antara populasi perlakuan kontrol dengan populasi perlakuan mutagen EMS pada semua konsentrasi.

Perbedaan nilai tertinggi pada peubah tinggi tanaman di dominasi pada populasi perlakuan kontrol (E0) dan tinggi tanaman terendah yaitu pada populasi perlakuan EMS. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Pratiwi *et al.*, (2013) yang menunjukkan bahwa tinggi tanaman Marigold pada umur 4 MST hingga 5 MST berbeda nyata antara kontrol dengan semua perlakuan mutagen. Tanaman kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang diberi perlakuan EMS dengan konsentrasi yang berbeda. Menurut Defiani *et al.*, (2013), hal ini dapat disebabkan oleh sifat mutagen yang dapat menyebabkan kerusakan fisiologis dan kromosomal yang akut serta penundaan onset mitosis. Perbedaan respon yang ditujukan pada tinggi tanaman disebabkan akibat konsentrasi EMS yang berbeda-beda.

Hasil analisis data dengan uji t menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat nyata pada karakter jumlah cabang antara populasi perlakuan konsentrasi EMS dengan populasi control (Tabel 2). Jumlah cabang produktif terbanyak terdapat pada populasi control (E0) dengan jumlah cabang mencapai 16,23 cabang. Jumlah cabang paling sedikit terdapat pada populasi perlakuan konsentrasi E3 (EMS 0,1%) dengan jumlah cabang 14,4 cabang. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Sari

et al., (2017), bahwa kombinasi perlakuan EMS dan cara rendam adalah konsentrasi yang paling menekan pertumbuhan karakter tinggi tanaman dan jumlah cabang. Perlakuan aplikasi EMS pada konsentrasi tinggi dapat menurunkan tinggi tanaman dan jumlah cabang. Hal ini diperkuat juga dengan penelitian Pratiwi *et al.*, (2013) pada jumlah cabang tanaman marigold pada umur 3 MST berbeda nyata antara kontrol dengan perlakuan EMS 0,9%, sedangkan jumlah cabang pada umur 4 MST hingga 7 MST berbeda nyata antara kontrol dengan semua perlakuan. Jumlah cabang tanaman kontrol lebih banyak dari pada tanaman yang diberi perlakuan EMS dengan konsentrasi yang berbeda.

Pada penelitian generasi M_2 menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata pada karakter umur berbunga dan umur panen antara populasi control dengan populasi perlakuan konsentrasi mutagen EMS (Tabel 2). Namun secara kisaran rata-rata menunjukkan bahwa tanaman yang paling cepat berbunga terdapat pada populasi konsentrasi E2 (0,075% EMS) dengan umur berbunga 43,2 HST, sedangkan tanaman yang paling lambat berbunga terdapat pada populasi perlakuan EMS E1 (0,05% EMS) dengan umur berbunga 55,3 HST. Pada karakter umur panen, tanaman yang cepat panen terdapat pada tanaman populasi kontrol (E0) dengan umur panen 98,86 HST, tanaman yang umur panennya paling lama terdapat pada populasi perlakuan EMS E3 (0,1% EMS) dengan umur panen 96,63 HST.

Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Rasyad & Fiarahman (2022) yang mendapatkan bahwa rata-rata umur panen antar populasi tanaman kedelai yang berasal dari benih yang diinduksi dengan konsentrasi EMS 200 ppm sampai 600 ppm secara statistik cenderung lebih lambat umur panennya sekitar 4 hari bahkan jika digunakan 700 ppm umur panen makin lambat 6 hari di bandingkan dengan tetua. Meningkatnya nilai keragaman umur panen pada populasi yang diinduksi dengan konsentrasi 200 ppm sampai 700 ppm cukup efektif menyebabkan mutasi pada lokus-lokus yang mengatur umur panen.

Hasil penelitian generasi M_2 menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat nyata pada karakter jumlah polong per tanaman antara populasi kontrol dengan populasi perlakuan konsentrasi mutagen EMS (Tabel 2). Pada karakter jumlah polong per tanaman, jumlah polong terbanyak terdapat pada populasi kontrol (E0) dengan jumlah polong mencapai 217 polong, sedangkan jumlah polong paling sedikit terdapat pada populasi EMS E3 (0,1% EMS) dengan jumlah polong rata-rata 108 polong. Penelitian ini menunjukkan tanaman kontrol menghasilkan jumlah polong lebih banyak dibandingkan dengan tanaman yang diberi perlakuan.

Rasyad & Fiarahman (2022) menyatakan bahwa perubahan jumlah polong pertanaman kedelai menjadi lebih sedikit mengindikasikan bahwa telah terjadi mutasi gen atau kromosom yang mengontrol jumlah polong tanaman karena dilakukan induksi mutasi menggunakan konsentrasi EMS. Penelitian ini berbeda pada penelitian Irawan *et al.*, (2022) dimana pemberian mutagen EMS pada generasi M_1 meningkatkan jumlah polong berisi pertanaman. Hal ini dikarenakan benih yang diberikan mutagen dengan dosis tertentu dapat membuat produktivitas tanaman meningkat dibandingkan dengan tanaman kontrol. Semakin banyak jumlah polong, maka jumlah produksi yang akan dihasilkan akan semakin tinggi.

Pada peubah bobot biji per tanaman, bobot biji terbanyak terdapat pada tanaman populasi kontrol (E0) dengan rata-rata bobot biji 35,01 g, bobot biji per tanaman terendah terdapat pada tanaman populasi EMS E3 (0,1% EMS) dengan rata-rata bobot biji 16,44 g. Pada penelitian ini bobot biji per tanaman pada populasi E1 (0,05% EMS) tidak berbeda nyata dengan bobot biji per tanaman pada populasi kontrol (E0), namun bobot biji per tanaman pada populasi E2 (0,075% EMS) dan populasi E3 (0,1% EMS) berbeda sangat nyata dengan populasi kontrol (E0).

Hal ini sejalan dengan penelitian Rasyad & Fiarahman (2022) yang menunjukkan bahwa bobot biji per tanaman hasil induksi mutasi dengan konsentrasi

200 ppm dan 300 ppm EMS relatif sama dengan tetua, namun dengan semakin tingginya konsentrasi EMS yang digunakan rata-rata cenderung lebih rendah dibanding tetua. Penurunan rata-rata bobot biji pertanaman terlihat pada hasil induksi mutasi yang dihasilkan akan semakin sedikit. Hal ini disebabkan karena menginduksi mutasi dengan EMS akan berpengaruh secara tidak langsung terhadap komponen hasil seperti bobot biji.

Pada peubah bobot 100 biji per tanaman, bobot 100 biji terbanyak terdapat pada populasi kontrol (E0) dengan bobot rata-rata mencapai 10,26 g dan bobot 100 biji terendah terdapat pada populasi E3 (0,1% EMS) dengan bobot 100 biji rata-rata 9,56 g. serta terdapat perbedaan sangat nyata pada semua tanaman yang diberikan konsentrasi. Penelitian ini menunjukkan tanaman pada populasi kontrol menghasilkan bobot 100 biji paling tinggi dibandingkan dengan tanaman pada populasi yang diberi perlakuan EMS. Hal ini sejalan dengan penelitian Ye *et al* (2020) bahwa bobot 100 benih dan volume benih *Cyperus esculentus* menunjukkan perbedaan yang nyata pada perlakuan konsentrasi EMS yang berbeda. Menurut Rasyad dan Fiarahman (2022) yang menyatakan bahwa menginduksi dengan konsentrasi tinggi menyebabkan biji yang dihasilkan akan semakin sedikit. Hal ini disebabkan karena menginduksi mutasi dengan EMS akan berpengaruh secara tidak langsung terhadap komponen hasil seperti jumlah biji. Hasil dari penelitian tersebut ialah pada populasi tanaman hasil induksi mutasi dengan EMS pada konsentrasi 600 ppm dan 700 ppm, nilai rata rata dan nilai keragaman dari karakter bobot biji per tanaman semakin menurun.

KESIMPULAN

1. Perlakuan mutagen EMS menyebabkan perubahan morfologi kedelai gepak kuning pada generasi M₂. Perubahan morfologi yang terjadi diantaranya perubahan warna daun dan perubahan bentuk daun
2. Perlakuan mutagen EMS menyebabkan perubahan agronomi

kedelai gepak kuning pada generasi M₂. Perubahan agronomi yang terjadi diantaranya tinggi tanaman umur 2 dan 4 MST, jumlah cabang, jumlah polong/tanaman, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji dan bobot biji kering per plot.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Malikussaleh yang telah mendanai penelitian ini dengan Surat Perjanjian/Kontrak Nomor 75/PPK-2/SWK-II/AL.04/2023 kepada Dr. Nilahayati, S.P., M.Si untuk Skema Penelitian Dasar Sumber Dana PNBPN Unimal 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S.MD.B., Konjengbam, N.S., Ahmad, F., Sanasam, S. and Kumawat, R. 2024. Ascertaining Lethal Dose 50 (LD50) and Simultaneous Effect of Ethyl Methane Sulphonate (EMS) and Sodium Azide (SA) On Seedling Charac ters in Mungbean Genotypes 'Pusa 1031' and 'Pusa 1431'. *Legume Research*. doi: 10.18805/LR-5255.
- Arisha MH, Shah SNM, Gong Z-H, Jing H, Li C and Zhang H-X. 2015. Ethyl methane sulfonate induced mutations in M2 generation and physiological variations in M1 generation of peppers (*Capsicum annum* L.). *Front. Plant Sci.* 6:399. doi: 10.3389/fpls.2015.00399
- Boysen G, Pachkowski B.F, Nakamura J, and Swenberg JA. 2009. The formation and biological significance of N7-guanine adducts. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen.* 678(2): 76–94. doi: 10.1016/j.mrgentox.2009.05.006.
- Defiani, MR., Pharmawati, M., Suada, I.K. 2013. Penerapan Teknologi Mutagenesis Untuk Ketahanan

- Terhadap Layu Fusarium Pada Cabai Merah (*Capsicum Annum L.*) Laporan Akhir (tidak diterbitkan). Denpasar. Universitas Udayana.
- Dicky, A.S., Nilahayati, Adi, S., Usnawiyah, Khaidir. 2024. Induksi Keragaman Genetik Kedelai (*Glycine max (L.) Merr.*) Galur M.1.1.3 Menggunakan Mutagen Ethyl Methane Sulfonate Pada Generasi M1. *Jurnal Agrium* 21(2): 123-127. doi:10.29103/agrium.v21i2.16715
- Espina M J, Ahmed CMS, Bernardini A, Adeleke E, Yadegari Z, Arelli P, Pantalone V, Taheri A. 2018. Development and Phenotypic Screening of an Ethyl Methane Sulfonate Mutant Population in Soybean. *Front. Plant Sci* 9, 394. doi: 10.3389/fpls.2018.00394
- Fiarahman, B., & Rasyad, A. 2021. Keragaan Kedelai (*Glycine Max.*) Generasi M1 Hasil Mutasi Varietas Dega 1 Dengan Beberapa Konsentrasi Ethyl Methane Sulphonate. *Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Pertanian*, 8, 1-11.
- Ganesan, A, Dhanarajan A, Sellapillai L 2022. Effect of gamma irradiation on quantitative traits and post harvesting analysis of groundnut (*Arachis hypogaea L.*) seed in M1 generation. *Plant Science Today* 9: 1074-1084. doi: 10.14719/pst.1785.
- Harahap, M.S.A., Nilahayati, Handayani, R. S., Nazimah & Hafifah. 2022. Potensi Peningkatan Keragaman Genetik Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merr*) akibat Pemberian Mutagen EMS (Ethyl Methane Sulfonate) pada Fase Vegetatif. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroekoteknologi*, 1(3), 73–76. doi:10.29103/jimatek.v1i3.9758
- Irawan, G, Nilahayati, Nazimah, Handayani, S, Nurdin, M.Y. 2022. Pengaruh Pemberian EMS (Ethyl Methane Sulphonate) Terhadap Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max (L.) Merr.*) Galur M.1.1.3. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroekoteknologi*, 1(4):87-90. doi: 10.29103/jimatek.v1i4.10462
- Kiani D , Borzouei A, Ramezanpour S , Soltanloo H dan Saadati S. 2022. Application of gamma irradiation on morphological, biochemical, and molecular aspects of wheat (*Triticum aestivum L.*) under different seed moisture contents. *Scientific Report*, 12:11082. doi :10.1038/s41598-022-14949-6
- Nilahayati, Rosmayati, Hanafiah, DS, Harahap F. 2016. Gamma irradiation induced chlorophyll and morphological mutation in Kipas Putih soybean. *Basic and Applied Research* 30(3): 74-79.
- Nilahayati, 2018. *Improvement of Agronomic Characteristics in Kipas Putih Soybeans Through Gamma Ray Irradiation* (Dissertation). Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Nilahayati, & , Rosmayati, D. S. H. and F. H. 2018. Genetic variability and heritability on Kipas Putih soybean mutant lines using gamma rays irradiation (M3 generation) Genetic variability and heritability on Kipas Putih soybean mutant lines using gamma rays irradiation (M3 generation). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 0–6. doi:10.1088/1755-1315/122/1/012041.
- Nilahayati, Rosmayati, Hanafiah, D.S & Harahap, F. 2019. The genotype selection of M3 generation of Kipas Putih soybean with gamma-rays irradiation on agronomic characters, early maturity and high yielding mutants. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (1):97–102

- Nilahayati, Hanafiah, D.S, Rosmaina. 2021. Germination and seedling growth of Kipas Putih soybean (*Glycine max* [L.] Merrill) in various dosage of gamma rays irradiation. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 637 012052. Doi. 10.1088/1755-1315/637/1/012052
- Nilahayati, Nazimah, Handayani, RD, Syahputra J. Rizky M. 2022. Agronomic diversity of several soybean putative mutant lines resulting from gamma-rays irradiation in M6 generation. *Nusantara Bioscience* 14: 34-39. doi: 10.13057/nusbiosci/n140104.
- Nilahayati, Rosnina, Syahputra J. 2022. RAPD analysis for genetic variability of soybean mutant resulting from gamma rays irradiation in M6 generation. *Agricultural Science Digest.* 42: 723-728. doi: 10.18805/ag.DF-441.
- Nilahayati, Handayani RS, Nazimah, Harahap MA, Irawan G, Anggraini A, Siregar NK. 2024. Induction of genetic diversity in gepak kuning soybean cultivar and M.1.1.3 line using ethyl methane sulfonate in M₁ generation. Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 17-18 October 2023. [Indonesian]. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1362 012024. doi. 10.1088/1755-1315/1362/1/012024.
- Martha, K. M. 2017. Pengaruh Mutagen Kimia Ethyl Methane Sulfonate (EMS) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Anggrek (*Dendrobium* sp.) Secara in Vitro. Universitas Jember. [Skripsi]
- Mishra, D., Singh, B., & Sahu, R. 2013. Gamma Ray Induced Macro-Mutations in greengram [*Vigna radiata* (L .) Wilczek]. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 3(3), 105–109. doi:10.5923/j.ijaf.20130303.06
- Ostergaard, L., and Yanofsky, M. F. 2004. Establishing gene function by mutagenesis in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J*, 39:682–696. doi: 10.1111/j.1365-313X.2004.02149.x
- Ilo G.E, Uguru M.I, Ogbonna P.E dan Nweke I.A. 2023. Mutagenic effect of ethyl methane sulfonate in M2 generation of three genotypes of tomato (*Solanum lycopersicum*). *International Journal of Scholarly Research and Reviews*, 02(02): 045–053. doi:10.56781/ijssr.2023.2.2.0029
- Page, D. R., and Grossniklaus, U. 2002. The art and design of genetic screens: *Arabidopsis thaliana*. *Nat. Rev. Genet.* 3:124–136. doi: 10.1038/nrg730
- Pratiwi, N. M. D., Pharmawati, M., & Astarini, I. A. 2013. Pengaruh Ethyl Methane Sulphonate (EMS) terhadap pertumbuhan dan variasi tanaman marigold (*Tagetes* sp.). *Agrotrop*, 3(1), 23-28.
- Rasyad, A., & Fiarahman, B. 2022. Keragaan Kedelai (*Glycine Max.*) Generasi M₁ Hasil Mutasi Varietas Dega 1 Dengan Beberapa Konsentrasi Ethyl Methane Sulphonate. *Dinamika Pertanian*, 38(1), 1-10.
- Sari, D. N., Aisyah, S. I., & Damanik, M. R. M. 2017. Sensitivitas dan keragaan tanaman *Coleus* sp. terhadap mutasi induksi kimia menggunakan Ethyl Methane Sulfonate (EMS) aplikasi cara rendam dan tetes. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 45(1): 56-63
- Spencer-Lopes MM, Forster BP, Jankuloski L. 2018. Manual on mutation breeding. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- Van Harten A M 1998 *Mutation Breeding* University of Cambridge,



Cambridge, UK.

Widiastuti, A., Sobir, dan M. R. Suhartanto. 2013. Analisis Keragaman Genetik Manggis (*Garcinia mangostana*) diiradiasi dengan Sinar Gamma Berdasarkan Penanda ISSR. *Bioteknologi*, 10(1): 15-22

Ye, Y., Li, X., Qian, H., Yang, S., Han, X., & Zhang, J. (2020). Effects of different EMS solution concentration and time treatment on morphological traits of *Cyperus esculentus* L. *E3S Web of Conferences*, 203. 02006. doi. 10.1051/e3sconf/202020302006.