

Evaluasi Komponen dari Hasil Generasi M2 dan Generasi M1 Kacang Nagara yang Diberi Perlakuan *Ethyl Methane Sulphonate* (EMS)

Evaluation of Yield Components and Yield of M2 Generation from M1 Generation of Nagara Beans Treated with Ethyl Methane Sulphonate (EMS)

Taran Sinatra Siregar^{1*}, Raihani Wahdah², Zairin³

^{1*,2,3} Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia

*Email Korespondensi: siregarnatra@gmail.com

Kata Kunci: Kacang Nagara <i>Ethyl Methane Sulphonate</i> Mutasi kimia Generasi M2 Komponen hasil	ABSTRAK Kacang nagara (<i>Vigna unguiculata</i> sp. <i>cylindrica</i>) ialah tanaman lokal potensial asal Kalimantan Selatan yang dapat menjadi alternatif pengganti kedelai, namun masih memiliki keterbatasan produktivitas. Upaya peningkatan hasil dapat dilakukan melalui induksi mutasi menggunakan <i>Ethyl Methane Sulphonate</i> (EMS) untuk menghasilkan keragaman genetik baru. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi perbedaan komponen hasil dan hasil generasi M2 dibandingkan M1 kacang nagara varietas kuning yang telah diberi perlakuan EMS. Penelitian dilaksanakan di lahan praktik SMK-PP Negeri Banjarbaru pada November 2024–Mei 2025 menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal dengan 10 perlakuan kombinasi konsentrasi EMS (0; 0,03; 0,06; dan 0,09%) serta lama perendaman (4, 6, dan 8 jam), masing-masing diulang tiga kali. Peubah yang diamati adalah jumlah polong per tanaman, panjang polong per tanaman, lebar polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, jumlah biji per polong, berat biji per tanaman. Data dianalisis menggunakan uji tanda Wilcoxon. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan nyata antara M2 dan M1 pada karakter jumlah polong, panjang dan lebar polong, jumlah serta berat biji per tanaman. Perlakuan EMS konsentrasi 0% hingga 0,03% memberikan efek positif terhadap peningkatan komponen hasil, sementara konsentrasi 0,06 - 0,09% cenderung menurunkan performa tanaman.
Keywords: Nagara Beans <i>Ethyl Methane Sulphonate</i> Chemical Mutation M2 Generation Yield Components	ABSTRACT Nagara beans (<i>Vigna unguiculata</i> sp. <i>cylindrica</i>) are a potential local crop from South Kalimantan that can be an alternative to soybeans, but still have limited productivity. Efforts to increase yield can be done through mutation induction using <i>Ethyl Methane Sulphonate</i> (EMS) to produce new genetic diversity. This study aims to evaluate the differences in yield components and yield of the M2 generation compared to the M1 generation of yellow nagara beans that have been treated with EMS. The study was conducted in the practice field of SMK-PP Negeri Banjarbaru from November 2024–May 2025 using a single-factor Randomized Block Design (RBD) with 10 combinations of EMS concentrations (0; 0.03; 0.06; and 0.09%) and soaking times (4, 6, and 8 hours), each repeated three times. The variables observed were the number of pods per plant, pod length per plant, pod width per plant, number of seeds per plant, number of seeds per pod, seed weight per plant. Data were analyzed using the Wilcoxon sign test. The results showed significant differences between M2 and M1 in pod number, pod length and width, and seed number and weight per plant. EMS treatment at concentrations of 0% to 0.03% had a positive effect on increasing yield components, while concentrations of 0.06–0.09% tended to decrease plant performance.

1. PENDAHULUAN

Tanaman kacang nagara (*Vigna unguiculata* sp. *Cylindrica*) merupakan jenis kacang tunggak yang hanya ditemukan di daerah Nagara (Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan), berpeluang untuk mensubstitusi kebutuhan kedelai karena nilai protein kacang nagara cukup tinggi. Beberapa produk berbahan baku kedelai yang telah disubstitusi seperti dalam pembuatan tempe dan

kecap. Ekspansi kacang nagara sebagai pengganti kedelai merupakan salah satu alternatif yang dapat diterapkan dalam upaya memperkuat ketahanan pangan di Kalimantan Selatan (Wahdah, 2019). Menurut Wahdah (2019) selaku Menristek menyatakan Keterikatan yang tinggi terhadap kedelai menjadi faktor utama meningkatnya volume impor komoditas tersebut. Oleh karena itu, diperlukan berbagai penelitian untuk menemukan sumber bahan pangan alternatif guna mengurangi ketergantungan dengan kedelai.

Kacang nagara merupakan jenis kacang lokal di Kalimantan Selatan yang berpotensi dipakai untuk bahan produk *breakfast cereal*. Potensi ini didukung oleh kandungan protein yang relatif tinggi, yaitu sekitar 20–25%, serta kandungan karbohidrat berkisar antara 40–60% (Susi *et al.*, 2019). Selain itu, kacang nagara memiliki kemampuan penyesuaian baik pada lahan rawa lebak dan tetap mampu berproduksi optimal pada lahan yang kering. Produktivitas kacang nagara Kalimantan Selatan mencapai 1,00–2,20 t ha⁻¹ pada lahan rawa serta 1,13–1,34 t ha⁻¹ pada lahan kering, terkhusus pada genotipe Padi (Badrussaufari dan Nisa, 1999).

Sumber daya genetik kacang tunggak memegang peranan penting sebagai bahan dasar dalam program pemuliaan tanaman. Berhasilnya program pemuliaan tanaman amat ditentukan oleh sedianya keberagaman genetik yang luas guna mendukung perbaikan sifat tanaman (Trustinah *et al.*, 2017). Pemuliaan sendiri ialah upaya untuk mengubah susunan genetiknya tanaman secara permanen hingga dihasilkan karakter yang sesuai dengan tujuan pemuliaan (Nuraida, 2012).

Salah satu metode pemuliaan tanaman yang dinilai ekonomis dan efisien adalah pemuliaan melalui induksi mutasi. Pemakaian mutagen kimia dengan *Ethyl Methane Sulfonate* (EMS) memiliki potensi besar dalam mengatasi berbagai kendala dalam pemuliaan tanaman. Mutasi berperan dalam meningkatkan atau memperluas keragaman genetik tanaman, yang selanjutnya dapat diseleksi secara terancang untuk menghasilkan mutan unggul (Wannajindaporn *et al.*, 2016). Seleksi terhadap mutan yang dihasilkan dijalankan untuk meraih tanaman dengan karakter yang dihendaki, terutama apabila sifatnya menunjukkan ragam genetik yang tinggi (Purente *et al.*, 2020).

Penggunaan EMS pada tanaman menunjukkan efektivitasnya dalam memunculkan keragaman fenotipe maupun genotipe. Pada tanaman biji rami (*Linum usitatissimum*), EMS efektif meningkatkan efektivitas dan efisiensi mutagen sehingga mampu menghasilkan populasi mutan yang beragam untuk tujuan seleksi lebih lanjut.

EMS merupakan mutagen kimia yang umum digunakan dan mampu menyebabkan mutasi titik berupa penyisipan, delesi, transversi, atau transisi basa (Handayani *et al.*, 2024). Proses mutasi dapat menyebabkan perubahan pada karakter genetik tanaman, baik berupa perubahan yang menguntungkan maupun merugikan, serta terdapat kemungkinan bahwa mutasi yang terjadi bersifat tidak stabil dan

kembali ke kondisi semula. Mutasi yang menghasilkan sifat baik dan mampu dilanjutkan secara genetik ke pertumbuhan selanjutnya merupakan mutasi yang umumnya diharapkan dalam kegiatan pemuliaan tanaman (Soeranto, 2003).

Gulo *et al.* (2024) menyatakan bahwa konsentrasi EMS memberi efek yang sangat signifikan bagi tanaman mentimun terhadap tinggi tanaman, waktu muncul bunga, berat buah tiap sampel, serta berat buah tiap petak. Hal ini menegaskan bahwa keberhasilan mutagenesis sangat bergantung pada optimasi dosis dan lama perendaman benih. Menurut Qosim *et al.* (2012), Kepekatan larutan *Ethyl Methane Sulfonate* (EMS) diaplikasikan berimbang pada persentase eksplan dalam pembentukan pucuk anggrek *Phalaenopsis*. Pemberian EMS pada kepekatan 0,175% dan 0,2% tidak menghasilkan pembentukan pucuk. Sebaliknya, perlakuan EMS dengan konsentrasi 0,05% dan 0,15% menunjukkan kepuasan terhadap peningkatan jumlah akar yang terbentuk (Romiyadi *et al.*, 2018).

Pada penelitian Adegoke *et al.* (2025) menunjukkan bahwa perlakuan EMS dengan dosis lebih tinggi dapat menurunkan pertumbuhan kacang tanah, di mana tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah biji per petak, dan jumlah cabang menurun secara signifikan pada konsentrasi EMS 0,20% dan 0,25%.

Keberhasilan aplikasi *Ethyl Methane Sulfonate* (EMS) pada tanaman sangat dipengaruhi oleh konsentrasi EMS yang digunakan serta lama waktu perendaman. Putra dan Kristanti (2017) melaporkan bahwa pemberian EMS dengan konsentrasi 0,1% dan priode perendaman selama 12 jam pada tanaman tembakau mampu membuat daya kecambah yang tinggi. Sementara itu, hasil penelitian Priyono dan Susilo (2002) menunjukkan bahwa perlakuan EMS pada konsentrasi 0,05% dapat meningkatkan jumlah umbi serta persentase akar tanaman *Lily Kerk*. Pada tanaman kedelai, perlakuan EMS berdampak signifikan terhadap umur panen, jumlah polong, bobot biji, bentuk daun, dan jumlah produksi (Handayani *et al.*, 2024).

Berlandaskan hal yang telah disampaikan, yaitu mengenai pentingnya pengembangan tanaman untuk meningkatkan produksi kacang nagara khususnya pada genotipe Kuning, penelitian sebelumnya telah dilakukan dengan memberikan perlakuan mutagen (EMS) pada generasi M1. Oleh sebab itu, dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi komponen hasil pada generasi M2, di mana stabilitas mutasi dan karakteristik unggul yang muncul dapat teridentifikasi dengan lebih akurat. Dengan demikian, penelitian ini bisa memberikan informasi yang lebih mendalam dan dapat dipakai sebagai dasar pengembangan varietas kacang nagara genotipe Kuning yang lebih produktif dan adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan, guna meningkatkan produksi kacang nagara di masa mendatang. Upaya induksi mutasi pada kacang nagara varietas kuning telah dilakukan di Fakultas Pertanian ULM dengan memberikan beberapa kombinasi antara konsentrasi EMS dan lama perendaman benih. Biji M1 tersebut telah ditanam dan menghasilkan generasi M2. Berdasarkan hal yang telah

disampaikan di atas, maka penting mengevaluasi generasi M2 kacang nagara genotipe Kuning sebagai bahan informasi dan pertimbangan untuk kegiatan selanjutnya.

Penelitian ini tujuannya untuk mengevaluasi perbedaan komponen hasil dan hasil generasi M2 dari generasi M1 kacang nagara varietas kuning yang telah diberi perlakuan EMS.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di lahan praktek SMK-PP Negeri Banjarbaru, di Desa Guntung Lua, Kecamatan Banjarbaru Selatan, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Penelitian ini dilakukan mulai November 2024 - Mei 2025.

Rancangan penelitian memakai Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal, dengan faktor yang diteliti berupa biji M2 yang berasal dari tanaman M1 hasil perlakuan perendaman biji. Perlakuan terdiri atas sepuluh taraf, yaitu k1 = M1.1 (M1 yang direndam aquades selama 4 jam), k2 = M1.2 (M2 dari M1 yang direndam EMS 0,03% selama 4 jam), k3 = M1.3 (M2 dari M1 yang direndam EMS 0,06% selama 4 jam), k4 = M1.4 (M1 yang direndam aquades selama 6 jam), k5 = M1.5 (M2 dari M1 yang direndam EMS 0,03% selama 6 jam), k6 = M1.6 (M2 dari M1 yang direndam EMS 0,06% selama 6 jam), k7 = M1.7 (M2 dari M1 yang direndam EMS 0,09% selama 6 jam), k8 = M1.8 (M1 yang direndam aquades selama 8 jam), k9 = M1.9 (M2 dari M1 yang direndam EMS 0,03% selama 8 jam), dan k10 = M1.10 (M2 dari M1 yang direndam EMS 0,06% selama 8 jam). Peubah yang diamati adalah jumlah polong per tanaman, panjang polong per tanaman, lebar polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, jumlah biji per polong, berat biji per tanaman.

Analisis data hasil pengamatan menggunakan model linear aditif pada Rancangan Acak Kelompok (RAK), yaitu ($Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$), dengan perlakuan berupa kombinasi konsentrasi dan lama perendaman EMS sebanyak 10 taraf dan 3 kelompok ulangan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Uji Tanda Wilcoxon.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Jumlah Polong per Tanaman

Hasil uji tanda jumlah polong per tanaman dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah polong per tanaman (polong)

Perlakuan	Rerata	Perbandingan	$\alpha_{0,05}$	Kesimpulan
k ₁ (Aquades 4 jam)	0,18	-	-	
k ₂ (EMS 0,03%)	0,20	k ₁ vs k ₂	1,19	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₃ (EMS 0,06%)	0,77	k ₁ vs k ₃	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₄ (Aquades 6 jam)	0,38	-	-	
k ₅ (EMS 0,03%)	0,10	k ₄ vs k ₅	1,79	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₆ (EMS 0,06%)	1,50	k ₄ vs k ₆	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)

k ₇ (EMS 0,09%)	0,06	k ₄ vs k ₇	1,08	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₈ (Aquades 8 jam)	0,14	-	-	
k ₉ (EMS 0,03%)	0,42	k ₈ vs k ₉	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₁₀ (EMS 0,06%)	0,32	k ₈ vs k ₁₀	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)

Keterangan : $\alpha_{0,05}$ didapatkan dari hasil uji tanda

Berdasarkan Tabel 1, perlakuan EMS pada berbagai konsentrasi dan lama perendaman menunjukkan variasi jumlah polong per tanaman kacang nagara. Pada seluruh perendaman (4, 6, dan 8 jam), perlakuan EMS 0,03–0,09% secara umum menghasilkan jumlah polong lebih tinggi dibandingkan kontrol aquades. Hasil uji tanda pada taraf nyata $\alpha_{0,05}$ menunjukkan bahwa seluruh perlakuan EMS berbeda nyata dibandingkan kontrol pada masing-masing lama perendaman, sehingga H₀ ditolak. Temuan ini menegaskan bahwa aplikasi EMS mampu memengaruhi karakter jumlah polong secara signifikan.

Perbedaan jumlah polong antara generasi M1 dan M2 mendukung hipotesis bahwa EMS efektif menginduksi variasi genetik. Secara teoritis, EMS bertindak sebagai mutagen alkilasi yang menyebabkan mutasi titik pada DNA dan berdampak pada perubahan ekspresi gen (Chen *et al.*, 2023). Hasil ini sejalan dengan temuan Thangwana *et al.* (2021) pada kacang tepari, serta Luz *et al.* (2016) pada padi dan jagung, yang melaporkan peningkatan variabilitas sifat kuantitatif akibat perlakuan EMS. Dengan demikian, EMS terbukti berperan penting dalam memperluas basis genetik tanaman budidaya.

Meskipun peningkatan jumlah polong terlihat pada beberapa perlakuan, depresi mutasi juga muncul pada sebagian individu dengan hasil rendah akibat mutasi yang bersifat merugikan. Hal ini menunjukkan bahwa mutasi EMS bersifat acak dan dipengaruhi oleh dosis, genotipe, serta kondisi lingkungan tumbuh. Namun, ditemukannya individu dengan jumlah polong lebih tinggi dibandingkan kontrol membuka peluang seleksi mutan unggul pada generasi M2. Oleh karena itu, seleksi lanjutan pada generasi berikutnya menjadi langkah krusial untuk memperoleh genotipe kacang nagara dengan potensi hasil yang stabil dan tinggi.

3.2 Panjang Polong per Tanaman

Hasil uji tanda panjang polong per tanaman dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Panjang polong per tanaman (cm)

Perlakuan	Rerata	Perbandingan	$\alpha_{0,05}$	Kesimpulan
k ₁ (Aquades 4 jam)	1,77	-	-	
k ₂ (EMS 0,03%)	0,61	k ₁ vs k ₂	1,19	Terima H ₀ ($\alpha_{0,05} < \text{rerata}$)
k ₃ (EMS 0,06%)	4,40	k ₁ vs k ₃	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₄ (Aquades 6 jam)	2,24	-	-	
k ₅ (EMS 0,03%)	1,21	k ₄ vs k ₅	1,79	Terima H ₀ ($\alpha_{0,05} < \text{rerata}$)
k ₆ (EMS 0,06%)	5,28	k ₄ vs k ₆	2,00	Terima H ₀ ($\alpha_{0,05} < \text{rerata}$)
k ₇ (EMS 0,09%)	0,39	k ₄ vs k ₇	1,08	Terima H ₀ ($\alpha_{0,05} < \text{rerata}$)
k ₈ (Aquades 8 jam)	1,71	-	-	

k ₉ (EMS 0,03%)	3,85	k ₈ vs k ₉	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₁₀ (EMS 0,06%)	2,98	k ₈ vs k ₁₀	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)

Keterangan : $\alpha_{0,05}$ didapatkan dari hasil uji tanda

Hasil uji tanda pada taraf nyata $\alpha_{0,05}$ menunjukkan bahwa respons tanaman terhadap perlakuan EMS bervariasi bergantung pada konsentrasi dan lama perendaman. Pada perendaman 4 jam, EMS 0,03% (k₂) tidak berbeda dengan kontrol aquades (k₁), sedangkan EMS 0,06% (k₃) menunjukkan perbedaan nyata. Pada perendaman 6 jam, seluruh perlakuan EMS (0,03–0,09%) tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol (k₄). Sebaliknya, pada perendaman 8 jam, EMS 0,03% (k₉) dan 0,06% (k₁₀) menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan kontrol (k₈), yang mengindikasikan adanya pengaruh EMS pada kondisi tersebut.

Berdasarkan Tabel 2, parameter panjang polong per tanaman menunjukkan perubahan nyata antara generasi M1 dan M2. Rata-rata panjang polong pada generasi M2 cenderung meningkat, yang menandakan bahwa perlakuan EMS berhasil menimbulkan variasi genetik pada kacang nagara varietas kuning. Peningkatan ini mencerminkan keberhasilan induksi mutasi yang berdampak positif terhadap karakter morfologis tanaman. Dengan demikian, panjang polong dapat dijadikan indikator penting dalam mengevaluasi efektivitas EMS sebagai mutagen.

Peningkatan panjang polong pada generasi M2 mengisyaratkan adanya perubahan ekspresi gen yang berperan dalam pembentukan dan pemanjangan polong akibat mutasi EMS. Fenomena serupa dilaporkan oleh Opoku Gyamfi *et al.* (2022) pada kacang tunggak dan Wani *et al.* (2017) pada kacang hijau, di mana EMS dosis rendah mampu menghasilkan mutan dengan polong lebih panjang dibandingkan tipe liar. Namun, tidak semua mutasi bersifat menguntungkan karena EMS bekerja secara acak dan dapat menurunkan performa pada sebagian individu (Thangwana *et al.*, 2021). Oleh karena itu, diperlukan seleksi lanjutan untuk memperoleh mutan unggul yang stabil dan berpotensi dimanfaatkan dalam program pemuliaan kacang nagara.

3.3 Lebar Polong per Tanaman

Hasil uji tanda lebar polong per tanaman dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Lebar polong per tanaman (mm)

Perlakuan	Rerata	Perbandingan	$\alpha_{0,05}$	Kesimpulan
k ₁ (Aquades 4 jam)	0,89	-	-	
k ₂ (EMS 0,03%)	0,34	k ₁ vs k ₂	1,19	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₃ (EMS 0,06%)	2,19	k ₁ vs k ₃	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₄ (Aquades 6 jam)	1,21	-	-	
k ₅ (EMS 0,03%)	0,52	k ₄ vs k ₅	1,79	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₆ (EMS 0,06%)	2,96	k ₄ vs k ₆	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₇ (EMS 0,09%)	0,27	k ₄ vs k ₇	1,08	Terima H ₀ ($\alpha_{0,05} < \text{rerata}$)
k ₈ (Aquades 8 jam)	0,80	-	-	
k ₉ (EMS 0,03%)	2,01	k ₈ vs k ₉	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₁₀ (EMS 0,06%)	1,41	k ₈ vs k ₁₀	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)

Keterangan : $\alpha_{0,05}$ didapatkan dari hasil uji tanda

Berdasarkan Tabel 3, perlakuan EMS pada berbagai konsentrasi dan lama perendaman menghasilkan variasi lebar polong per tanaman kacang nagara yang cukup mencolok dibandingkan kontrol aquades. Pada perendaman 4 jam, EMS 0,03% dan 0,06% menunjukkan perbedaan nyata terhadap kontrol, demikian pula pada perendaman 6 jam untuk EMS 0,03% dan 0,06%. Namun, EMS 0,09% selama 6 jam tidak menunjukkan perbedaan dibandingkan kontrol, yang mengindikasikan bahwa peningkatan dosis tidak selalu diikuti respons positif. Pada perendaman 8 jam, EMS 0,03% dan 0,06% kembali menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan kontrol.

Hasil uji tanda pada taraf nyata $\alpha_{0,05}$ menegaskan bahwa sebagian besar perlakuan EMS menyebabkan penolakan H_0 , sehingga menunjukkan adanya pengaruh EMS terhadap karakter lebar polong. Variasi respons antarperlakuan memperlihatkan bahwa lebar polong bersifat sensitif terhadap kombinasi konsentrasi EMS dan lama perendaman. Secara umum, generasi M2 menunjukkan keragaman fenotipik yang lebih luas dibandingkan kontrol, baik berupa peningkatan maupun penurunan lebar polong. Kondisi ini mencerminkan keberhasilan induksi mutasi genetik yang memengaruhi perkembangan organ generatif.

Secara teoritis, EMS bekerja sebagai mutagen alkilasi yang menimbulkan mutasi titik pada DNA, sehingga dapat mengubah ekspresi gen pengatur pertumbuhan dan pembentukan jaringan polong (Chen *et al.*, 2023). Pada generasi M2, mutasi resesif mulai terekspresikan secara fenotipik dan menghasilkan variasi morfologi yang nyata. Temuan ini sejalan dengan laporan Opoku Gyamfi *et al.* (2022) pada kacang tunggak serta Wani *et al.* (2017) dan Thangwana *et al.* (2021) pada berbagai jenis legum, yang menunjukkan bahwa EMS mampu meningkatkan keragaman ukuran polong melalui perubahan pada pembelahan dan pembesaran sel jaringan polong.

3.4 Jumlah Biji per tanaman

Hasil uji tanda jumlah biji per tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah biji per tanaman (biji)

Perlakuan	Rerata	Perbandingan	$\alpha_{0,05}$	Kesimpulan
k ₁ (Aquades 4 jam)	1,68	-	-	
k ₂ (EMS 0,03%)	2,00	k ₁ vs k ₂	1,19	Terima H_0 ($\alpha_{0,05} < \text{rerata}$)
k ₃ (EMS 0,06%)	8,08	k ₁ vs k ₃	2,00	Tolak H_0 ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₄ (Aquades 6 jam)	3,16	-	-	
k ₅ (EMS 0,03%)	1,06	k ₄ vs k ₅	1,79	Terima H_0 ($\alpha_{0,05} < \text{rerata}$)
k ₆ (EMS 0,06%)	15,70	k ₄ vs k ₆	2,00	Terima H_0 ($\alpha_{0,05} < \text{rerata}$)
k ₇ (EMS 0,09%)	0,28	k ₄ vs k ₇	1,08	Terima H_0 ($\alpha_{0,05} < \text{rerata}$)
k ₈ (Aquades 8 jam)	1,59	-	-	
k ₉ (EMS 0,03%)	5,13	k ₈ vs k ₉	2,00	Tolak H_0 ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₁₀ (EMS 0,06%)	3,46	k ₈ vs k ₁₀	2,00	Tolak H_0 ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)

Keterangan : $\alpha_{0,05}$ didapatkan dari hasil uji tanda

Berdasarkan Tabel 4, perlakuan EMS pada berbagai konsentrasi dan lama perendaman menghasilkan variasi jumlah biji per tanaman kacang nagara dibandingkan kontrol aquades. Pada perendaman 4 jam, EMS 0,03% tidak berbeda dengan kontrol, sedangkan EMS 0,06% menunjukkan perbedaan nyata. Pada perendaman 6 jam, seluruh perlakuan EMS (0,03–0,09%) tidak menunjukkan perbedaan dibandingkan kontrol, sementara pada perendaman 8 jam, EMS 0,03% dan 0,06% berbeda nyata dibandingkan kontrol. Hasil uji tanda pada taraf nyata α 0,05 mengindikasikan bahwa pengaruh EMS terhadap jumlah biji sangat dipengaruhi oleh kombinasi konsentrasi dan lama perendaman.

Secara biologis, hasil ini menunjukkan bahwa EMS mampu menginduksi mutasi genetik yang memengaruhi pembentukan organ hasil, khususnya biji. EMS diketahui menyebabkan mutasi titik pada DNA yang dapat mengubah ekspresi gen pengatur perkembangan reproduktif tanaman sehingga memunculkan variasi fenotipik pada jumlah biji per tanaman (Chen *et al.*, 2023). Temuan ini sejalan dengan laporan Wani *et al.* (2017) pada kacang hijau dan Opoku Gyamfi *et al.* (2022) pada kacang tunggak, yang menunjukkan bahwa EMS dosis rendah hingga sedang mampu meningkatkan jumlah biji pada generasi M2. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Thangwana *et al.* (2021) dan Shamshad *et al.* (2023), yang mengaitkan peningkatan hasil dengan perbaikan aktivitas fisiologis dan efisiensi alokasi asimilat ke organ biji.

Variasi jumlah biji yang muncul pada generasi M2 mencerminkan stabilisasi ekspresi mutasi yang mulai terlihat secara fenotipik. Menurut Utama *et al.* (2023), pada fase ini mutasi yang menguntungkan dapat diidentifikasi dengan lebih jelas untuk kepentingan seleksi. Secara agronomis, jumlah biji per tanaman berkorelasi positif dengan produktivitas, sehingga keragaman yang dihasilkan EMS memiliki nilai penting dalam program pemuliaan kacang nagara.

3.5 Jumlah Biji per Polong

Hasil uji tanda jumlah biji per polong dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah biji per polong (biji)

Perlakuan	Rerata	Perbandingan	α 0,05	Kesimpulan
k ₁ (Aquades 4 jam)	1,47	-	-	
k ₂ (EMS 0,03%)	0,43	k ₁ vs k ₂	1,19	Terima H ₀ (α 0,05 < rerata)
k ₃ (EMS 0,06%)	3,62	k ₁ vs k ₃	2,00	Tolak H ₀ (α 0,05 > rerata)
k ₄ (Aquades 6 jam)	1,34	-	-	
k ₅ (EMS 0,03%)	0,86	k ₄ vs k ₅	1,79	Tolak H ₀ (α 0,05 > rerata)
k ₆ (EMS 0,06%)	2,80	k ₄ vs k ₆	2,00	Tolak H ₀ (α 0,05 > rerata)
k ₇ (EMS 0,09%)	0,22	k ₄ vs k ₇	1,08	Terima H ₀ (α 0,05 < rerata)
k ₈ (Aquades 8 jam)	1,38	-	-	
k ₉ (EMS 0,03%)	3,22	k ₈ vs k ₉	2,00	Tolak H ₀ (α 0,05 > rerata)
k ₁₀ (EMS 0,06%)	2,28	k ₈ vs k ₁₀	2,00	Tolak H ₀ (α 0,05 > rerata)

Keterangan : α 0,05 didapatkan dari hasil uji tanda

Berdasarkan Tabel 5, perlakuan EMS pada berbagai konsentrasi dan lama perendaman menghasilkan variasi jumlah biji per polong kacang nagara dibandingkan kontrol aquades. Pada perendaman 4 jam, EMS 0,03% tidak berbeda dengan kontrol, sedangkan EMS 0,06% menunjukkan perbedaan nyata. Pada perendaman 6 jam, EMS 0,03% dan 0,06% berbeda nyata dibandingkan kontrol, namun EMS 0,09% tidak menunjukkan perbedaan. Sementara itu, pada perendaman 8 jam, EMS 0,03% dan 0,06% kembali menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan kontrol, yang menegaskan bahwa respons jumlah biji per polong sangat dipengaruhi oleh kombinasi dosis EMS dan lama perendaman.

Variasi jumlah biji per polong pada generasi M2 menunjukkan bahwa EMS mampu menginduksi keragaman genetik baru pada komponen hasil tanaman. Secara umum, konsentrasi EMS rendah hingga sedang cenderung meningkatkan jumlah biji per polong, sedangkan konsentrasi lebih tinggi menunjukkan penurunan akibat efek toksik pada jaringan embrionik. Mekanisme ini sejalan dengan teori mutagenesis kimia, di mana EMS mengalkilasi basa DNA dan menimbulkan mutasi titik yang memengaruhi gen pengatur pembentukan biji dan perkembangan polong (Chen *et al.*, 2023). Variasi yang muncul pada M2 mencerminkan tahap penting ekspresi mutasi resesif yang mulai stabil secara fenotipik.

Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan Wani *et al.* (2017) pada kacang hijau dan Opoku Gyamfi *et al.* (2022) pada kacang tunggak, yang melaporkan peningkatan jumlah biji per polong pada generasi M2 akibat perlakuan EMS dosis optimum. Thangwana *et al.* (2021) juga menunjukkan bahwa EMS efektif menghasilkan keragaman genetik signifikan hingga generasi lanjut pada kacang tepari.

3.6 Berat Biji per Tanaman

Hasil uji tanda berat biji per tanaman dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Berat biji per tanaman (g)

Perlakuan	Rerata	Perbandingan	$\alpha_{0,05}$	Kesimpulan
k ₁ (Aquades 4 jam)	0,25	-	-	
k ₂ (EMS 0,03%)	0,21	k ₁ vs k ₂	1,19	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₃ (EMS 0,06%)	1,03	k ₁ vs k ₃	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₄ (Aquades 6 jam)	0,44	-	-	
k ₅ (EMS 0,03%)	0,12	k ₄ vs k ₅	1,79	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₆ (EMS 0,06%)	1,79	k ₄ vs k ₆	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₇ (EMS 0,09%)	0,04	k ₄ vs k ₇	1,08	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₈ (Aquades 8 jam)	0,16	-	-	
k ₉ (EMS 0,03%)	0,57	k ₈ vs k ₉	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)
k ₁₀ (EMS 0,06%)	0,38	k ₈ vs k ₁₀	2,00	Tolak H ₀ ($\alpha_{0,05} > \text{rerata}$)

Keterangan : $\alpha_{0,05}$ didapatkan dari hasil uji tanda

Berdasarkan Tabel 6, perlakuan EMS pada berbagai konsentrasi dan lama perendaman menghasilkan perbedaan berat biji per tanaman kacang nagara dibandingkan kontrol aquades. Pada

seluruh lama perendaman (4, 6, dan 8 jam), perlakuan EMS 0,03–0,09% menunjukkan perbedaan nyata terhadap kontrol berdasarkan uji tanda pada taraf α 0,05. Hal ini menandakan bahwa EMS berpengaruh signifikan terhadap komponen hasil berupa berat biji per tanaman. Variasi respons antarperlakuan menunjukkan bahwa berat biji sangat dipengaruhi oleh kombinasi dosis EMS dan lama perendaman.

Berat biji per tanaman pada generasi M2 memperlihatkan variasi yang cukup luas, di mana sebagian besar genotipe hasil perlakuan EMS mengalami peningkatan dibandingkan kontrol. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa induksi mutasi berhasil menghasilkan perubahan genetik yang berdampak positif terhadap efisiensi alokasi fotosintat ke biji. Selain itu, perbedaan nyata antarperlakuan mencerminkan bahwa mutasi yang terinduksi pada M1 mulai terekspresikan dan relatif stabil pada generasi M2. Kondisi ini menunjukkan bahwa M2 merupakan tahap penting untuk mengamati karakter hasil yang dipengaruhi mutasi.

Secara teoritis, EMS bekerja melalui mekanisme alkilasi basa guanin yang menyebabkan mutasi titik (GC→AT) pada DNA tanaman, sehingga dapat memengaruhi ekspresi gen pengatur pembentukan dan pengisian biji (Chen *et al.*, 2023). Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Thangwana *et al.* (2021) pada kacang tepari serta Opoku Gyamfi *et al.* (2022) pada kacang tunggak, yang melaporkan peningkatan berat biji per tanaman akibat perlakuan EMS dosis optimum. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Wani *et al.* (2017) pada kacang hijau, yang menunjukkan bahwa EMS mampu meningkatkan bobot biji dan hasil total per tanaman. Konsistensi ini menegaskan bahwa EMS efektif dalam menciptakan mutasi menguntungkan pada karakter kuantitatif hasil.

Secara aplikatif, peningkatan berat biji per tanaman pada generasi M2 mendukung hipotesis bahwa EMS berpotensi digunakan sebagai alat pemuliaan untuk meningkatkan hasil kacang nagara. Keragaman genetik yang dihasilkan menjadi dasar penting dalam seleksi mutan unggul pada generasi lanjut (M3–M4) dengan hasil yang lebih stabil. Temuan ini sejalan dengan Luz *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa EMS merupakan mutagen non-transgenik yang efektif dalam memperbaiki komponen hasil tanaman. Dengan demikian, hasil pada Tabel 7 menegaskan keberhasilan EMS dalam menginduksi mutasi positif dan relevan untuk pengembangan varietas kacang nagara berdaya hasil tinggi.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi dan lama perendaman dengan *Ethyl Methane Sulphonate* memberikan komponen hasil dan hasil yang berbeda pada jumlah polong per tanaman, baik pada konsentrasi rendah (0,03%) maupun tinggi (0,09%) pada semua lama perendaman, panjang polong pada konsentrasi 0,06% dengan lama perendaman 4 jam dan 8 jam serta 0,03% dengan

perendaman 8 jam, lebar polong pada konsentrasi rendah (0,03%) hingga sedang (0,06%) pada semua lama perendaman, jumlah biji per tanaman pada konsentrasi 0,06% dengan lama perendaman 4 dan 8 jam serta 0,03% dengan perendaman 8 jam, jumlah biji per polong yang direndam 0,06% pada semua lama perendaman dan 0,03% pada perendaman 6 dan 8 jam, serta berat biji per tanaman baik pada konsentrasi rendah (0,03%) hingga tinggi (0,09%) pada semua lama perendaman.

Konsentrasi dan lama perendaman dengan *Ethyl Methane Sulphonate* tidak memberikan perbedaan nyata pada beberapa parameter, seperti panjang polong pada konsentrasi 0,03% dengan lama perendaman 4 jam, serta konsentrasi 0,03%, 0,06%, dan 0,09% dengan perendaman 6 jam, di mana nilai reratanya menunjukkan hasil yang tidak berbeda dengan kontrol pada semua lama perendaman, lebar polong dengan konsentrasi 0,09% pada perendaman 6 jam, jumlah biji per tanaman pada konsentrasi 0,03% dengan perendaman 4 jam, serta konsentrasi 0,03%, 0,06%, dan 0,09% dengan perendaman 6 jam, jumlah biji per polong pada konsentrasi 0,03% 4 jam dan 0,09% 6 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Adegoke, M. E., Mshelmbula, B. P., Ogah, G. O., Kana, H. A., & Ikhajiagbe, B. (2025). Evaluation of the growth and yield potential of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) exposed to ethyl methane sulfonate (EMS) at different water regimes. *Journal of Underutilized Legumes*, 7(1), 67-80.
- Badrussaufari dan C Nisa. (1999). *Studi mikroskopis kromosom kacang Nagara (Vigna sp)*. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian Unlam. Banjarbaru.
- Chen, L., Duan, L., Sun, M., Yang, Z., Li, H., Hu, K., & Liu, L. (2023). Current trends and insights on EMS mutagenesis application to studies on plant abiotic stress tolerance and development. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1052569.
- Gulo, A. M., Saragih, W. S., & Oesman, R. (2024). Mutagenesis technology ethyl Methane Sulfonate (EMS) and cow manure application interval on growth and production cucumber (*Cucumis sativa* L.). *Contributions of Central Research Institute for Agriculture*, 18(2), 67-78.
- Handayani, R. S., Harahap, M. S. A., Irawan, G., Anggraini, A., & Siregar, N. K. (2024, June). Induction of genetic diversity in gepak kuning soybean cultivar and M. 1.1. 3 line using ethyl methane sulfonate in M1 generation. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1362, No. 1, p. 012024). IOP Publishing.
- Luz, V. K. D., Silveira, S. F. D. S., Fonseca, G. M. D., Groli, E. L., Figueiredo, R. G., Baretta, D., & Oliveira, A. C. D. (2016). Identification of variability for agronomically important traits in rice mutant families. *Bragantia*, 75(1), 41-50.
- Nuraida, D (2012). Pemuliaan tanaman cepat dan tepat melalui pendekatan marka molekuler. *El-Hayah: Jurnal Biologi*, 2(2).
- Opoku Gyamfi, M., Eleblu, J. S. Y., Sarfoa, L. G., Asante, I. K., Opoku-Agyemang, F., & Danquah, E. Y. (2022). Induced variations of ethyl methane sulfonate mutagenized cowpea (*Vigna unguiculata* L. walp) plants. *Frontiers in Plant Science*, 13, 952247.
- Priyono dan A.W. Susilo. (2002). Respons Regenerasi In Vitro Eksplant Sisik Mikro Kerk Lily (*Lilium longiflorum*) terhadap *Ethyl Methane Sulfonate* (EMS). *Jurnal Ilmu Dasar*. 3(2):74-79.
- Purente, N., Chen, B., Liu, X., Zhou, Y., & He, M. (2020). Effect of *Ethyl Methanesulfonate* on Induced Morphological Variation in M3 Generation of *Chrysanthemum indicum* var. *Aromaticum*. *HortScience*, 55(7), 1099–1104.

- Putra, B.S dan I.P. Kristanti. (2017). Pengaruh Mutagen Kima EMS (*Ethyl Methane Sulphonate*) Terhadap Daya Berkecambah Benih Tanaman Tembakau var Marakot. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*. 6(2): 89-92.
- Qosim, W. A., Istifadah, N., Djatnika, I., & -, Y. (2012). Pengaruh Mutagen *Etil Metan Sulfonat* terhadap Kapasitas Regenerasi Tunas Hibrida Phalaenopsis In Vitro. *Jurnal Hortikultura*, 22(4), 360.
- Romiyadi, R., Komariah, A., & Amien, S. (2018). *Keragaan tiga jenis planlet anggrek Phalaenopsis asal Protocorm yang diinduksi Ethyl Methyl Sulfonate* (EMS) secara in vitro. *Kultivasi*, 17(1).
- Soeranto, H. (2003). *Peran iptek nuklir dalam pemuliaan tanaman untuk mendukung industri pertanian*. Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir, him. 308-316. Jogjakarta.
- Susi, S., & Agustina, L. (2019). Formulasi Produk Flake Sereal Menggunakan Tepung Kacang Nagara Termomodifikasi *Lactobacillus plantarum*, Tepung Beras Hitam Dan Tepung Pisang: Variasi Proporsi Tepung Komposit Dan Lama Steaming. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 29(2).
- Thangwana, A., Gwata, E. T., & Zhou, M. M. (2021). Impact of chemical mutagenesis using *Ethyl Methane Sulphonate* on tepary bean seedling vigour and adult plant performance. *Heliyon*, 7(1).
- Trustinah, A. K., & Mejaya, M. J. (2017). Keragaman sumber daya genetik kacang tunggak. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 1(2), 165-172.
- Wahdah, R. (2010). *Kondisi dan permasalahan ketersediaan pangan serta keterkaitannya dengan kerawanan pangan di Kalimantan Selatan*. Makalah. Disampaikan pada Pertemuan Camat Se Kalimantan Selatan di Banjarmasin. Badan Ketahanan Pangan Kalimantan Selatan. Banjar-masin, 26 November 2010.
- Wani, M. R., Dar, A. R., Tak, A., Amin, I., Shah, N. H., Rehman, R., & Khan, S. (2017). Chemo-induced pod and seed mutants in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *SAARC Journal of Agriculture*, 15(2), 57-67.
- Wannajindaporn, A., Kativat, C., & Tantasawat, P. A. (2016). *Mutation Induction of Dendrobium "Earsakul" Using Sodium Azide*. *HortScience*, 51(11), 1363–1370.