

Respons Tanaman Padi Varietas Inpari Terhadap Mutagen Sodium Azide

Response of Rice CV. Inpari to Mutagen Sodium Azide

Armida Triani¹, Yugi R. Ahadiyat^{2*}, dan Siti Nurchasanah³

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

²Laboratorium Agroekologi, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

³Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

Jl. Dr. Soeparno 73, Karangwangkal, Purwokerto, 53122, Jawa Tengah, Indonesia

*Email:ahadiyat.yugi@unsoed.ac.id

ABSTRACT

The objective of this study was to study the response of rice cv. Inpari to soaking time in sodium azide mutagen in terms of sensitivity, seedling performance, and genetic distance based on morphological characters. An experiment was conducted using a split-plot design with rice variety (Inpari 31, 32, and 33) as the main plot, and the soaking time in sodium azide (0, 5, 10, 15, and 20 hours) as the subplot. The result showed that Inpari 32 had more sensitivity, and higher germination and seedling growth performance compared to Inpari 31 and 33. The closest phylogenetic relationship occurred between Inpari 31 and 33 without mutagen, and between inpari 32 and 33 with a soaking time of sodium azide 10 and 20 hours.

Keywords: Genetic distance, Inpari rice, seedling performance, sensitivity (LD₅₀), sodium azide mutagen.

Disubmit : 7 Maret 2021; Diterima : 20 Maret 2021; Disetujui : 19 April 2021

PENDAHULUAN

Peningkatan hasil tanaman padi dan mutunya dapat dilakukan melalui teknologi budidaya antara lain penggunaan benih unggul yang berdaya hasil tinggi, berumur genjah, dan adaptif terhadap lingkungan marjinal. Takama et al. (2014) menyatakan bahwa perbaikan teknik budidaya telah banyak dilakukan untuk mengatasi kesenjangan ketersediaan beras, namun belum menunjukkan hasil yang memuaskan akibat perubahan iklim global. Oleh karena itu, perlu dilakukan metode yang lebih tepat untuk meningkatkan hasil dengan meningkatkan potensi hasil varietas yang telah ada.

Perakitan kultivar melalui berbagai teknik pemuliaan terus dilakukan untuk menghasilkan varietas tanaman padi yang memiliki sifat unggul, diantaranya toleran terhadap lingkungan marjinal dan organisme pengganggu tanaman, serta hasil dan kualitasnya tinggi, sehingga dapat meningkatkan produksi padi (Nuraida, 2012). Keragaman genetik dapat ditingkatkan dengan beberapa teknik, antara lain introduksi, seleksi, hibridisasi, mutasi dan bioteknologi (Human et al., 2017). Hibridisasi bertujuan untuk menggabungkan sifat-

sifat baik ke dalam suatu genotipe baru, memperluas keragaman genetik, memanfaatkan vigor hibrida, dan menguji potensi tetua (Goulet et al., 2017). Keragaman genetik yang dihasilkan oleh segregasi gen tetua dapat dijadikan sebagai sumber seleksi tanaman (Widyasmara et al., 2018).

Mutasi merupakan perubahan yang terjadi pada materi genetik suatu makhluk hidup yang terjadi secara acak dan tiba-tiba, namun bersifat terwariskan (*heritable*) (Gruszka et al., 2012). Mutasi dapat terjadi secara alami dan buatan. Mutasi alami terjadi secara spontan dengan persentase yang sangat rendah, sedangkan mutasi buatan terjadi karena campur tangan manusia. Salah satu teknik mutasi buatan yaitu induksi mutasi (Yanti, 2012).

Induksi mutasi merupakan salah satu metode pemuliaan untuk memperbaiki sifat genetik, misalnya untuk meningkatkan produksi, meningkatkan ketahanan terhadap hama dan penyakit, dan toleran cekaman kekeringan (Yanti, 2012). Keragaman yang disebabkan oleh mutasi induksi pada dasarnya tidak berbeda dengan yang disebabkan oleh mutasi spontan di alam (Sobrizal, 2016). Induksi mutasi bisa menggunakan mutagen kimia misalnya fenol, *benz pyrene*, *metil cholauthrene*, metil Hg, pestisida, formaldehida, *colchicine*, dan *sodium azide*; mutagen fisika misalnya radiasi; dan mutagen biologi misalnya virus (Viana et al., 2019).

Mutagen kimia dapat menyebabkan mutasi gen dan dapat digunakan sebagai metode pemuliaan untuk menghasilkan tanaman dengan produksi tinggi (Viana et al., 2019). Salah satu mutagen kimia yang telah digunakan yaitu sodium azide. Pada beberapa tanaman diketahui bahwa sodium azide mampu menyebabkan terjadinya perubahan karakter pada tanaman. Penelitian pada biji kacang tanah menunjukkan bahwa perendaman dengan sodium azide dapat menghasilkan tanaman dengan kandungan oleat yang lebih tinggi pada bijinya (Wang et al., 2011).

Sodium azide berpengaruh terhadap daya kecambah dan keragaan bibit padi gogo, yaitu pada konsentrasi tertentu mutagen ini menyebabkan persentase bibit hidup yang rendah namun dengan jumlah anakan yang lebih banyak (Nurhidayah et al., 2017). Perendaman pada benih padi hitam pada konsentrasi tinggi dapat menurunkan pertumbuhan vegetatif seperti penurunan tinggi tanaman, jumlah daun perumpun dan jumlah anakan tiap rumpun namun pada konsentrasi yang tepat mampu meningkatkan karakter tiap rumpun morfologi tanaman (Prabawa & Purba, 2019).

Sodium azide mampu menginduksi perubahan genetik yang mengarah pada peningkatan daya hasil dan parameter genetik (Ikhajagbe & Omoregie, 2020). Berbagai sifat selama perkecambahan merupakan penanda dalam pengukuran laboratorium, dengan nilai yang didapat mencerminkan kemampuan tanaman untuk hidup dalam kondisi lapang (Herwibawa et al., 2014a). Penggunaan inovasi mutasi dengan menggunakan sodium azide ini diharapkan mampu meningkatkan keragaman genetik dengan pertumbuhan dan produksi yang tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon padi Inpari 31, 32, dan 33 terhadap lama perendaman dalam sodium azide yang berbeda dalam hal sensitivitas, perkecambahan dan pertumbuhan bibit, serta jarak genetik berdasarkan karakter morfologi.

METODE PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan di *screen house* dan Laboratorium Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman pada Juli-Agustus 2015. Bahan meliputi benih padi varietas Inpari 31, 32, dan 33. Ketiga varietas padi tersebut didapatkan dari Balai Besar Penelitian Padi Subang Jawa Barat. Bahan lain yang digunakan yaitu sodium azide 10^{-3} M dan air murni.

Tahap persiapan benih dilakukan melalui pemilihan benih yang baik, yaitu dengan cara benih direndam dalam air murni selama 30 menit. Benih-benih yang tenggelam dipilih sebagai bahan percobaan. Benih terpilih kemudian diberi perlakuan perendaman dalam sodium azide 10^{-3} M selama 0, 5, 10, 15, dan 20 jam pada suhu $\pm 25^{\circ}\text{C}$. Sebanyak 100 benih kemudian dikecambahkan dalam nampan. Pemeliharaan

persemaian dilakukan dengan cara semprot kabut (2,00 ml) setiap hari pada pukul 07.00 dan 17.00. Kelembaban ruang dipantau menggunakan hygrometer.

Delapan bibit umur 20 hari setelah semai dengan pertumbuhan optimal kemudian ditanam pada polibag yang berisi tanah pada kondisi kapasitas lapang yang diambil dari lahan kering yang berasal dari Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Unsoed, Karangwangkal, Purowekerto Utara. Setiap polibag berisi dua tanaman dan setiap perlakuan berjumlah empat unit polibag. Pindahkan bibit dilakukan pada umur 14 hari setelah sebar benih. Penyiraman air dan pemberian nutrisi Hoagland (Swasono & Aini, 2019) diberikan pada jumlah dan dosis yang sama. Penanaman bibit dan pengamatan parameter dilakukan di *screen house* Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman dan dilanjutkan dengan pengamatan yang dilakukan di Laboratorium Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan petak terbagi. Varietas ditempatkan sebagai petak utama sedangkan lama perendaman dalam sodium azide ditempatkan sebagai anak petak. Petak utama terdiri atas tiga varietas yaitu padi Inpari 31, 32, dan 33 dan anak petak terdiri atas 5 lama perendaman yaitu selama 0, 5, 10, 15, dan 20 jam.

Uji sensitivitas. LD₅₀ ditentukan berdasarkan persentase perkecambahan, kemudian diekstrapolasi dengan kurva regresi eksponensial melalui komputasi dengan perangkat lunak *Curve Expert 1.4* untuk menentukan sensitivitasnya (Fajriyah et al., 2019)

Analisis perkecambahan dan pertumbuhan bibit. Daya kecambah padi didasarkan pada jumlah benih yang berkecambah pada hari ke-5 (*first count*) dan hari ke-14 (*final count*). Benih diindikasikan berkecambah jika sudah dapat dilihat atribut perkecambahannya, yaitu tumbuhnya plumula dan radikula yang normal. Daya kecambah dapat diketahui melalui perhitungan persentase perkecambahan (Bradbeer, 1988):

$$\text{Persentase Perkecambahan} = \frac{\Sigma \text{kecambah normal}}{\Sigma \text{benih murni yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

Kecepatan tumbuh (*germination rate*) diukur berdasarkan hitungan jumlah hari yang diperlukan untuk munculnya radikula atau plumula (Bradbeer, 1988). Pengujian kecepatan tumbuh (KCt) selama 21 hari dapat diketahui berdasarkan rumus (Bradbeer, 1988):

$$KCt = \sum_0^t d$$

Keterangan: KCt = kecepatan tumbuh; t = kurun waktu perkecambahan; d = tambahan persentase kecambah normal per hari atau etmal.

Hubungan kekerabatan. Hubungan kekerabatan dihitung dengan menentukan jarak genetik. Jarak genetik menggambarkan perbedaan genetik antar populasi. Hubungan kekerabatan ditentukan dengan persamaan matrik, dimana indeks similaritas dihitung berdasarkan koefisien Jaccard (J). Data yang telah diperoleh dihitung besarnya indeks similaritas dan kemudian dikomputasikan dalam program *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System versi 2.0 (NTSYS)* hingga diperoleh dendrogram hubungan kekerabatan (Rohlf, 2009).

Komponen pertumbuhan bibit. Tinggi tanaman (cm) diukur dari pangkal rumpun sampai ujung daun tertinggi ketika ditangkap ke atas. Panjang akar primer (cm) diukur dari pangkal rumpun sampai ujung akar. Diameter ruas batang bawah (mm) diukur pada bagian luar batang utama bagian bawah. Panjang daun (cm) diukur dari ujung daun hingga pangkal daun. Lebar daun (cm) diukur dari antar sisi terjauh daun. Jumlah daun dihitung berdasarkan jumlah daun pada masing-masing tanaman secara manual. Jumlah anakan

dihitung berdasarkan jumlah anakan yang terbentuk secara manual. Warna daun diukur dengan menggunakan alat *Munsell Color Chart*. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji F, apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha \leq 5\%$).

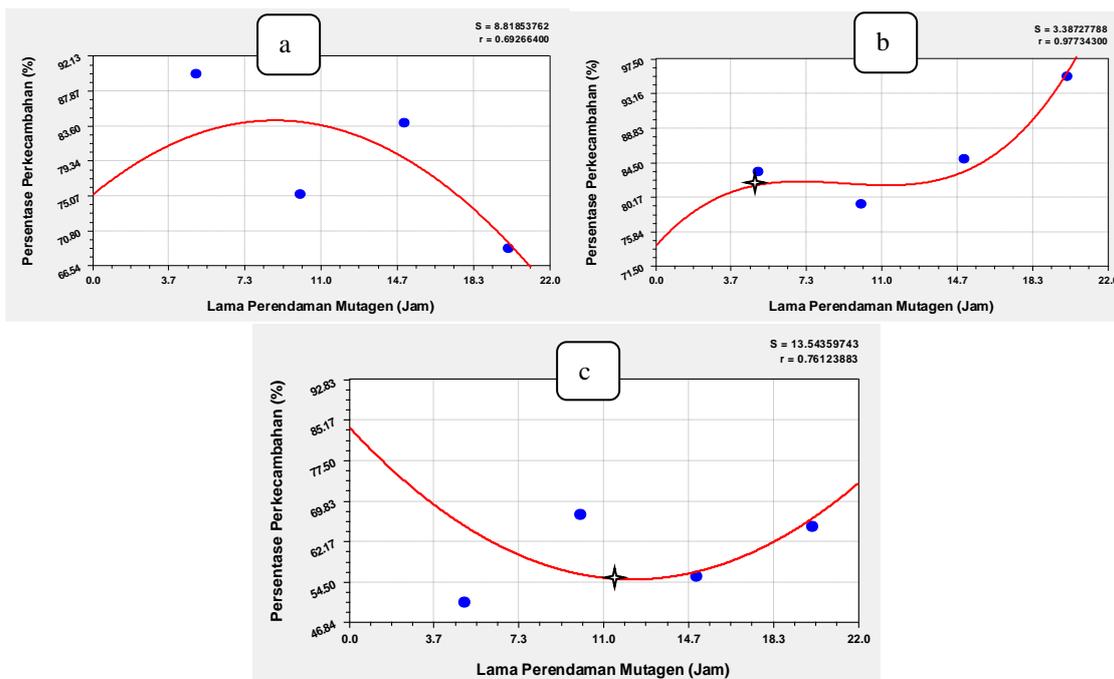
HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai LD₅₀ yang diperoleh bervariasi. Varietas Inpari 32 menunjukkan tingkat sensitivitas terhadap mutagen sodium azide yang paling tinggi yaitu 4,96 jam, sedangkan sensitivitas benih terhadap mutagen sodium azide yang paling rendah yaitu Inpari 31 dengan nilai 25,81 jam (Tabel 1). Jenis kurva masing-masing peubah dipilih berdasarkan indikator nilai S terendah dan r tertinggi (Gambar 1) dari jenis kurva lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa varietas Inpari 32 lebih mudah mengalami perubahan atau kerusakan akibat mutagen sodium azide dibandingkan kedua varietas lain. Sensitivitas yang berbeda tersebut dipengaruhi oleh varietas tanaman, bahan tanaman yang mendapat perlakuan perendaman mutagen, dan jenis mutagen (Shu et al., 2012).

Tabel 1. Nilai LD₅₀ persentase perkecambahan benih padi tiga varietas Inpari dengan perendaman mutagen sodium azide

Varietas	Tipe Grafik	Persamaan	LD ₅₀
Inpari 31	<i>Quadratic Fit</i>	$Y = a + bx + cx^2$	25,81
Inpari 32	<i>Polynomial Fit</i>	$Y = a + bx + cx^2 + dx^3$	4,96
Inpari 33	<i>Rational Function</i>	$Y = (a + bx) / (1 + cx + dx^2)$	11,133

Keterangan: Nilai LD₅₀ diperoleh berdasarkan persentase perkecambahan benih. Nilai LD₅₀ paling kecil menunjukkan tingkat sensitivitas benih terhadap mutagen sodium azide tinggi, dan nilai LD₅₀ paling tinggi menunjukkan tingkat sensitivitas benih terhadap mutagen sodium azide semakin rendah.



Gambar 1. Kurva penentuan LD₅₀ berdasarkan persentase perkecambahan Inpari 31 (a), 32 (b), dan 33 (c) yang direndam sodium azide selama 0, 5, 10, 15, dan 20 jam. * = titik LD₅₀.

LD₅₀ adalah dosis tertentu dari mutagen yang menyebabkan 50% tanaman mati jika diberi perlakuan mutagen tersebut (Cabahug et al., 2020). Semakin rendah LD₅₀ suatu tanaman, maka semakin tinggi kemampuan mutagen menyebabkan kematian. Berdasarkan data persentase perkecambahan dapat diperoleh

persentase tanaman yang hidup sebagai dasar penentuan nilai LD₅₀. Menurut Cabahug et al. (2020), mutasi yang diinginkan berada pada dosis sekitar LD₅₀, atau di bawah LD₅₀ melalui penentuan yang harus tepat karena akan berpengaruh terhadap keberhasilan perlakuan mutasi.

Hasil uji keragaman untuk respon varietas terhadap aplikasi sodium azide menunjukkan bahwa antar varietas menunjukkan hasil yang berbeda nyata dalam hal perkecambahan *first count*, *final count*, dan kecepatan tumbuh, sedangkan perendaman sodium azide tidak berpengaruh nyata dan tidak ada interaksi antara varietas dengan lama perendaman mutagen (Tabel 2).

Tabel 2. Analisis pengaruh varietas dan lama perendaman dalam mutagen sodium azide dan interaksinya terhadap perkecambahan dan pertumbuhan bibit padi.

	Pengaruh		
	V	J	VxJ
A. Perkecambahan			
1. <i>First count</i> hari ke-5 (%)	**	tn	tn
2. <i>Final count</i> hari ke-14 (%)	*	tn	tn
3. Kecepatan tumbuh (%etmal)	**	tn	tn
B. Komponen Pertumbuhan Bibit			
1. Tinggi tanaman (cm)	tn	tn	tn
2. Panjang akar primer (cm)	tn	**	tn
3. Panjang daun (cm)	tn	tn	tn
4. Lebar daun (cm)	tn	**	tn
5. Jumlah daun	tn	**	tn
6. Jumlah anakan	tn	**	tn
7. Diameter ruas batang bawah (mm)	*	**	tn

Keterangan: V = varietas padi; J=mutagen sodium azide; tn = berpengaruh tidak nyata ($\alpha \leq 5\%$); * = berpengaruh nyata pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha \leq 5\%$); ** = berpengaruh sangat nyata pada taraf kepercayaan 99% ($\alpha \leq 1\%$).

Herwibawa et al. (2014b) menyatakan bahwa persentase kecambah normal pada pengamatan pertama (*first count*) berhubungan lebih erat dengan kemampuan benih berkecambah di lapang dibandingkan dengan persentase kecambah pada akhir pengamatan (*final count*). Pada penelitian ini, persentase perkecambahan pada hari ke-5 (*first count*) menunjukkan hasil yang tinggi, yaitu 49%. Hal tersebut menunjukkan bahwa benih yang diuji memiliki vigor yang kuat. Vigor benih menunjukkan kemampuan benih untuk dapat tumbuh normal dalam keadaan suboptimal.

Menurut Lesilolo et al. (2013) kecepatan tumbuh mengindikasikan vigor benih karena benih yang cepat tumbuh lebih mampu menghadapi kondisi lapang suboptimal. Vigor tinggi akan mampu berproduksi normal pada kondisi suboptimal dan di atas kondisi normal dengan kemampuan tumbuh serentak dan cepat.

Respons varietas untuk persentase perkecambahan *first count*, *final count*, dan KCt paling tinggi ditunjukkan oleh Inpari 32, sedangkan inpari 33 menunjukkan *first count*, *final count* dan KCt paling rendah. Perbedaan perkecambahan lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dibandingkan faktor lingkungan. Sebaliknya, kecepatan tumbuh lebih dipengaruhi faktor lingkungan dibandingkan faktor genetik. Faktor genetik tidak terpengaruh oleh lingkungan maupun mutagen, karena tidak terjadi interaksi antara varietas dengan lama perendaman (Tabel 3).

Perbedaan varietas memberikan pengaruh terhadap variabel *first count* hari ke-5, *final count* hari ke-14, dan kecepatan tumbuh. Hal tersebut mungkin disebabkan oleh faktor perbedaan gen dari varietas-varietas yang diuji. Perbedaan varietas sangat berpengaruh nyata terhadap daya kecambah di laboratorium dan daya tumbuh di lapangan. Berdasarkan penelitian Omoregie et al. (2014), bahwa pemberian mutagen sodium azide dapat menurunkan persentase perkecambahan benih.

Tabel 3. Hasil uji varian perkecambahan *first count*, *final count* dan kecepatan tumbuh (KCt)

Perlakuan	<i>First count</i> hari ke-5 (%)	<i>Final count</i> hari ke-14 (%)	KCt (%/etmal)
Varietas Padi			
Inpari 31	55,20 b	78,20 b	53,87 b
Inpari 32	60,20 c	83,33 c	60,33 c
Inpari 32	31,73 a	65,53 a	31,73 a
Mutagen (lama perendaman -jam)			
Tanpa perendaman	53,33	78,55	52,22
5	46,89	74,67	45,78
10	38,89	74,00	39,11
15	53,22	74,89	53,22
20	52,89	76,33	52,89

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha=5\%$). *First count* hari ke-5 = pengamatan perkecambahan pada hari ke-5 setelah tanam, dan *final count* hari ke-14 = pengamatan perkecambahan pada hari ke-14 setelah tanam.

Tabel 4 menunjukkan bahwa perbedaan varietas tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap semua variabel yang diukur, kecuali variabel ruas batang bawah dengan nilai tertinggi 5,19 mm dan nilai terendah 4,95 mm. Hal ini menunjukkan bahwa masing masing varietas memiliki gen yang berbeda sehingga menyebabkan respons yang berbeda pula. Induksi mutasi akan menghasilkan respons berbeda terhadap karakter morfologi dan fisiologi pada varietas padi yang berbeda (Shehzad et al., 2011).

Lama perendaman benih dalam mutagen menunjukkan pengaruh yang nyata pada panjang akar primer, namun tidak berpengaruh pada tinggi bibit (31,61-36,98 cm) dan panjang daun (16,54-18,59 cm). Lama perendaman benih selama 20 jam menghasilkan panjang akar primer 10,53 cm, berbeda nyata dengan perlakuan tanpa perendaman, namun tidak berbeda nyata dengan lama perendaman benih selama 5, 10, dan 15 jam yang berturut-turut memiliki nilai 12,67, 11,64, dan 11,92 cm. Panjang akar primer pada perlakuan tanpa perendaman tidak berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman 5, 10, dan 15 jam. Lama perendaman benih dalam mutagen tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan panjang daun. Perendaman 20 jam menyebabkan penurunan secara nyata panjang akar primer, lebar daun, jumlah daun, jumlah anakan, dan diameter ruas batang bawah. Pada variabel lebar daun dan diameter ruas batang bawah, penurunan secara nyata sudah terjadi pada perendaman selama 5 jam.

Perendaman benih selama 5 jam dengan larutan sodium azide belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah anakan. Namun demikian, semakin lama perendaman benih dilakukan maka akan terjadi penurunan jumlah anakan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama perendaman benih dilakukan akan menyebabkan terjadinya penurunan kemampuan tanaman padi dalam menghasilkan anakan. Perlakuan perendaman benih berpengaruh terhadap jumlah anakan bibit padi, yang menunjukkan respons berbeda-beda dan acak. Dewi et al. (2016) menyatakan bahwa jumlah anakan pada tanaman padi hasil mutasi menggunakan jenis dan konsentrasi mutagen yang berbeda bersifat acak. Hasil pada genotipe yang berbeda juga menunjukkan respons yang berbeda pada tingkat keragamannya. Hal ini terjadi pula pada variabel ruas batang bawah yang mengalami penghambatan setelah direndam di larutan sodium azide selama 5-20 jam dengan indikator semakin rendah diameter batangnya (Tabel 4).

Selain mempengaruhi panjang akar primer, beberapa perlakuan sodium azide menyebabkan penurunan jumlah daun, lebar daun, jumlah anakan, dan diameter ruas batang bawah. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan sodium azide cenderung menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman, hal ini dapat dilihat dari jumlah daun, lebar daun, jumlah anakan, dan diameter ruas batang bawah pada beberapa lama perendaman sodium azide. Menurut (Herwibawa et al., 2014b) terhambatnya pertumbuhan tanaman

diakibatkan adanya gangguan fisiologis akibat aksi mutagen. Semakin tinggi konsentrasi mutagen yang digunakan, semakin besar pula terhambatnya pertumbuhan tanaman.

Tabel 4. Komponen pertumbuhan bibit padi Inpari dengan perlakuan lama perendaman mutagen sodium azide

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Panjang akar primer (cm)	Panjang daun (cm)	Lebar daun (cm)	Jumlah daun	Jumlah anakan	Diameter ruas batang bawah (mm)
Varietas Padi							
Inpari 31	34,11	11,70	18,27	0,93	9,44	4,38	4,95 a
Inpari 32	33,67	11,92	16,99	0,93	9,33	4,63	5,09 b
Inpari 32	35,82	12,68	17,22	0,95	9,75	4,48	5,19 c
Mutagen (Lama Perendaman-jam)							
Tanpa perendaman	36,98	13,75 b	18,59	1,07 c	10,21 b	5,39 c	5,70 d
5	34,01	12,67 ab	17,71	0,96 b	9,69 b	4,86 bc	5,17 c
10	35,16	11,64 ab	17,09	0,94 b	9,75 b	4,39 ab	5,06 bc
15	34,89	11,92 ab	17,52	0,88 a	9,40 b	4,14 ab	4,80 ab
20	31,61	10,53 a	16,54	0,84 a	8,49 a	3,72 a	4,66 a

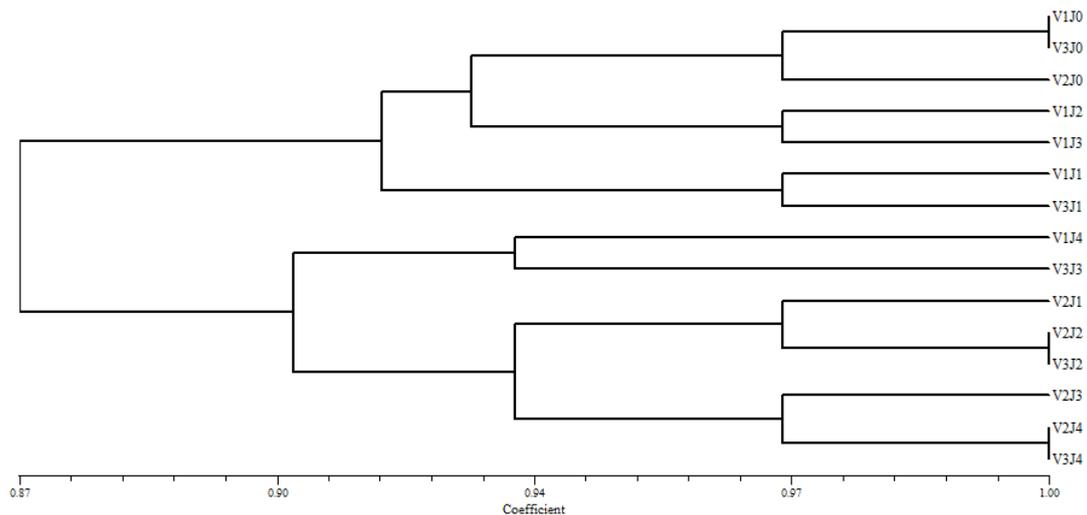
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 5\%$).

Hubungan kekerabatan diukur berdasarkan kesamaan dari sejumlah karakter. Menurut Tambunan et al. (2019) bahwa semakin banyak persamaan karakter yang dimiliki oleh individu maka semakin besar nilai similaritasnya. Hal ini berarti menunjukkan bahwa individu-individu tersebut memiliki hubungan kekerabatan yang lebih dekat. Namun demikian semakin banyak perbedaan karakter yang dimiliki oleh individu-individu yang ada menunjukkan bahwa hubungan kekerabatannya semakin jauh. Hal ini dapat disimpulkan bahwa persilangan tetua yang memiliki kekerabatan tinggi atau jauh akan menghasilkan individu dengan keragaman genotip yang tinggi (Gambar 2).

Dendrogram hasil seleksi hubungan kekerabatan antar varietas Inpari 31,32, dan 33 dengan perlakuan lama perendaman mutagen sodium azide memisahkan Inpari 31 dengan perendaman sodium azide 20 jam dan Inpari 33 dengan perlakuan perendaman sodium azide 15 jam terhadap perlakuan yang lainnya. Hal ini menjelaskan bahwa pemberian mutagen dapat menyebabkan kultivar atau varietas kehilangan sifat aslinya, yang ditunjukkan dengan indeks similaritas yang jauh dibandingkan mutan dari varietas yang sama.

Dilihat dari koefisien kemiripan, ada 6 perlakuan yang memiliki hubungan kekerabatan paling dekat (indeks similaritas 1,00). Perlakuan tersebut adalah Inpari 31 tanpa mutagen dengan Inpari 33 tanpa mutagen, Inpari 32 perendaman sodium azide 10 jam dengan Inpari 33 perendaman sodium azide 10 jam, dan Inpari 32 perendaman sodium azide 20 jam dengan Inpari 33 perendaman sodium azide 20 jam, artinya perendaman sodium azide 10 jam dan 20 jam menyebabkan Inpari 32 dan 33 memiliki hubungan kekerabatan. Hal ini berarti dikarenakan keenam perlakuan lebih banyak memiliki kesamaan ciri morfologi yaitu tinggi tanaman, panjang akar primer, diameter ruas batang bawah, panjang daun, lebar daun, jumlah daun, dan jumlah anakan. Sedangkan hubungan kekerabatan terjauh yaitu antara Inpari 31 perendaman sodium azide 20 jam dan Inpari 33 perendaman sodium azide 15 jam dengan perlakuan lainnya.

Terdapat dua kelompok dalam dendrogram hubungan kekerabatan Inpari 31, 32, dan 33. Kelompok pertama yaitu gabungan perlakuan Inpari 31, 32, dan 33 tanpa perendaman mutagen, Inpari 31 dengan perendaman mutagen selama 5, 10, dan 15 jam, serta Inpari 33 dengan perendaman mutagen selama 5 jam. Kelompok kedua yaitu gabungan dari Inpari 31 dengan perendaman 20 jam, Inpari 32 dengan perendaman mutagen 5, 10, 15, dan 20 jam, Inpari 33 dengan perendaman mutagen selama 10, 15, dan 20 jam. Gabungan dari kedua kelompok tersebut memiliki nilai koefisien kemiripan sebesar 0,97.



Gambar 2. Dendrogram hubungan kekerabatan antar varietas Inpari 31,32,dan 33

Menurut Nuraida (2012), mutasi dapat menyebabkan perubahan pada karakter tanaman, sehingga dapat menambah keragaman genotipe tanaman. Viana et al. (2019) pun menyatakan bahwa kegiatan perbaikan genetik suatu spesies dengan teknik mutasi gen mampu meningkatkan keragaman genetik serta mekanisme deteksi dan perbaikan struktur DNA sehingga diperoleh karakter yang diharapkan dalam waktu yang cepat. Oleh karena itu, pengembangan teknik mutasi yang tepat diharapkan mampu menghasilkan karakter genetik yang mendukung tingkat produksi tanaman padi.

KESIMPULAN

Perendaman yang semakin lama pada mutagen sodium azide maka semakin besar pula terhambatnya perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit dengan sensitivitas paling tinggi yaitu Inpari 32 dengan nilai LD50 sebesar 4,96 jam, dan paling rendah yaitu Inpari 31 dengan nilai LD50 sebesar 25,81 jam. Hubungan kekerabatan terdekat yaitu pada varietas Inpari 31 tanpa mutagen dengan Inpari 33 tanpa mutagen, inpari 32 perendaman sodium azide 10 jam dengan Inpari 33 perendaman sodium azide 10 jam, dan inpari 32 perendaman sodium azide 20 jam dengan inpari 33 perendaman sodium azide 20 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Bradbeer, J. W. (1988). Seed viability and vigour. In *Seed Dormancy and Germination* (pp. 95–109). Springer, Boston, MA. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4684-7747-4_8.
- Cabahug, R. A. M., Ha, M. K. T. T., Lim, K.-B., & Hwang, Y.-J. (2020). LD50 determination and phenotypic evaluation of three Echeveria varieties induced by chemical mutagens. *Toxicology and Environmental Health Sciences*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s13530-020-00049-3>.
- Dewi, K., Meidiana, G., Sudjino, & Suharyanto. (2016). Effects of sodium azide (NaN₃) and cytokininon vegetative growth and yield of black rice plant (*Oryza sativa* L. 'Cempo Ireng'). *International Conference on Science and Technology*, 130005. <https://doi.org/10.1063/1.4958549>.
- Fajriyah, N., Karno, K., & Kusmiyati, F. (2019). Induksi mutasi kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dengan sodium azide pada tanah salin. *Journal of Agro Complex*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.14710/joac.3.1.1-8>.
- Goulet, B. E., Roda, F., & Hopkins, R. (2017). Hybridization in plants: Old Ideas, new techniques. *Plant Physiology*, 173(1), 65–78. <https://doi.org/10.1104/pp.16.01340>.

- Gruszka, D., Szarejko, I., & Maluszynski, M. (2012). Sodium azide as a mutagen. In Q. Y. Shu, B. P. Forster, & H. Nakagawa (Eds.), *Plant mutation breeding and biotechnology* (pp. 159–166). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780640853.0159>.
- Herwibawa, B., Haryanto, T. A. D., & Sakhidin, S. (2014a). Peroxidase isozyme identification of some rice genotypes in M1 generation under drought stress level of -0.03 mpa. *AGRIVITA*, 36(3), 2010–2216. <https://doi.org/10.17503/Agrivita-2014-36-3-210-216>.
- Herwibawa, B., Haryanto, T. A. D., & Sakhidin, S. (2014b). The effect of gamma irradiation and sodium azide on germination of some rice cultivars. *AGRIVITA*, 36(1), 26–32. <https://doi.org/10.17503/Agrivita-2014-36-1-p026-032>.
- Herwibawa, B., & Kusmiyati, F. (2017). Mutagenic effects of sodium azide on the germination in rice (*Oryza sativa* L). Cv. Inpago Unsoed 1. *Jurnal Agroteknologi*, 7(2), 9–14. <https://doi.org/10.24014/ja.v7i2.2759>.
- Human, S., Loekito, S., Trilaksono, M., & Syaifudin, A. (2017). Pemuliaan mutasi tanaman nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) menggunakan iradiasi gamma untuk perbaikan varietas nanas smooth cayenne. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 12(1), 13–21. <https://doi.org/10.17146/jair.2016.12.1.3197>.
- Ikhajiagbe, B., & Omoregie, U. E. (2020). Growth, yield, genetic parameters and random amplified polymorphic DNA (RAPD) of five rice varieties treated with sodium azide and sown under different saline conditions. *Bulletin of the National Research Centre*, 44(1), 89. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00344-6>.
- Lesilolo, M. K., Riry, J., & Matatula, E. A. (2013). Pengujian viabilitas dan vigor benih beberapa jenis tanaman yang beredar di pasaran kota Ambon. *Agrologia*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.30598/a.v2i1.272>.
- Nuraida, D. (2012). Pemuliaan tanaman cepat dan tepat melalui pendekatan marka molekuler. *el-Hayah*, 2(2), 97–103. <https://doi.org/10.18860/elha.v2i2.2210>.
- Nurhidayah, T., Ali, M., & Asha, D. (2017). Pengaruh konsentrasi mutagen sodium azide (NaN3) terhadap daya kecambah dan keragaan bibit padi gogo varietas jambek rotan generasi M-1. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 6(2), 62–67.
- Omoregie, U. E., Mensah, J. K., & Ikhajiagbe, B. (2014). Germination response of five rice varieties treated with sodium azide. *Research Journal of Mutagenesis*, 4(1), 14–22. <https://doi.org/10.3923/rjmutag.2014.14.22>.
- Prabawa, P. S., & Purba, J. H. (2019). Identifikasi perubahan fenotip padi beras hitam (*Oryza sativa* L.) var cempo ireng hasil perlakuan kolkisin. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.37637/ab.v2i1.364>.
- Rohlf, F. J. (2009). *NTSYSpc numerical taxonomy and multivariate analysis system*. Applied Biostatistics Inc. https://www.researchgate.net/publication/246982444_NTSYS-pc_-_Numerical_Taxonomy_and_Multivariate_Analysis_System.
- Shu, Q. Y., Forster, B. P., & Nakagawa, H. (Eds.). (2012). *Plant mutation breeding and biotechnology*. CABI International.
- Shehzad, T., Allah, A., Ammar, M. H., & Abdelkhalik, A. F. (2011). Agronomic and molecular evaluation of induced mutant rice (*Oryza sativa* L.) lines in Egypt. *Pakistan Journal of Botany*, 43(2), 1183–1194.
- Sobrizal. (2016). Potensi pemuliaan mutasi untuk perbaikan varietas padi lokal Indonesia. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 12(1), 23–35. <https://doi.org/10.17146/jair.2016.12.1.3198>.

- Swasono, M. S. I., & Aini, N. (2019). Pengaruh Formulasi Nutrisi dan Konsentrasi Asam Giberelin pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Ciplukan (*Physalis peruviana* L.) Melalui Sistem Hidroponik Irigasi Tetes. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(11), 2067–2076.
- Takama, T., Setyani, P., & Aldrian, E. (2014). Climate change vulnerability to rice paddy production in Bali, Indonesia. In W. Leal Filho (Ed.), *Handbook of Climate Change Adaptation* (pp. 1–23). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40455-9_84-1.
- Tambunan, R. R., Sari, S., Saragih, Y., Carsono, N., & Wicaksana, N. (2019). Studi kekerabatan padi hasil piramidisasi berbasis marka molekuler dan fenotipik. *Agrikultura*, 30(3), 100–108. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v30i3.23882>.
- Viana, V. E., Pegoraro, C., Busanello, C., & Costa de Oliveira, A. (2019). Mutagenesis in rice: The basis for breeding a new super plant. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1326. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01326>.
- Wang, C. T., Wang, X. Z., Zhang, S. W., Li, G. J., Zhang, J. C., & Yu, S. L. (2011). Sodium azide mutagenesis resulted in a peanut plant with elevated oleate content. *Electronic Journal of Biotechnology*, 14(2). <https://doi.org/10.2225/vol14-issue2-fulltext-4>.
- Widyasmara, N. I., Kusmiyati, F., & Karno. (2018). Efek xenia dan metaxenia pada persilangan tomat ranti dan tomat cherry. *Journal of Agro Complex*, 2(2), 128–136. <https://doi.org/10.14710/joac.2.2.128-136>.
- Yanti, Y. (2012). Aktivitas peroksidase mutan pisang kepok dengan ethyl methane sulphonate (EMS) secara in vitro 1. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(1), 32–36. <https://doi.org/10.31258/jnat.14.1.32-36>.