

KERAGAAN DAN HUBUNGAN KEKERABATAN MUTAN PUTATIF BAWANG PUTIH HASIL IRADIASI SINAR GAMMA

Performance and Phylogenetic Relationship Analysis of Putative Garlic Mutants Generated by Gamma-ray Irradiation

M Sopyan¹, Setyono², Yuliawati^{2*}, Yusuf Bahrul Ulum³

¹Alumni Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Djuanda

²Staf Pengajar Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Djuanda
Jalan Tol Ciawi No 1, Kotak Pos 35 Ciawi-Bogor, 16720

³Mahasiswa Pascasarjana Agronomi dan Hortikultura Institut Pertanian Bogor
Jl. Raya Dramaga Kampus IPB Dramaga Bogor 16680

*Email: yuliawati@unida.ac.id

Diterima 30 Oktober 2022/Disetujui 29 Januari 2023

ABSTRAK

Mutan-mutan putatif bawang putih generasi MV4 telah diperoleh melalui induksi iradiasi sinar gamma. Mutan-mutan putatif tersebut masih perlu dievaluasi, sehingga dapat diidentifikasi mutan-mutan putatif dengan karakter unggul. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keragaan dan kekerabatan mutan-mutan putatif bawang putih hasil iradiasi sinar gamma. Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juni 2021 di kebun percobaan IPB University, Pasir Sarongge, Cianjur. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan tersarang, terdiri atas 3 ulangan dan 2 faktor uji, yaitu varietas bawang putih lokal dan perlakuan iradiasi sinar gamma. Varietas bawang putih terdiri atas 3 taraf, yaitu varietas Tawangmangu Baru, Lumbu Kuning, Ciwidey, sementara perlakuan iradiasi sinar gamma terdiri atas 5 taraf, yaitu 0 Gy, 2 Gy, 4 Gy, 6 Gy, 8 Gy. Pengamatan dilakukan terhadap karakter kuantitatif dan kualitatif bawang putih berdasarkan UPOV. Hasil percobaan menunjukkan bahwa heritabilitas populasi bawang putih uji tergolong rendah sampai sedang dan keragaman genetiknya tergolong sempit. Varietas bawang putih hanya nyata mempengaruhi karakter tinggi tanaman 8 MST, sementara perlakuan iradiasi sinar gamma nyata mempengaruhi karakter tinggi tanaman 4 MST dan 8 MST, jumlah daun 4 MST dan 8 MST, dan diameter umbi. Terdapat keragaman di antara populasi bawang putih pada karakter keberadaan bulbil, bentuk umbi, bentuk dasar umbi, keberadaan siung eksternal, dan ketebalan kulit umbi. Kekerabatan diantara populasi bawang putih tergolong tidak dekat sampai sangat dekat dengan tingkat kemiripan tertinggi terdapat pada mutan putatif Tawangmangu Baru 2 Gy dengan Lumbu Kuning 2 Gy.

Kata kunci: analisis gerombol, heritabilitas, keragaman genetik

ABSTRACT

MV4-generation garlic putative mutants have been Generated by gamma-ray irradiation. These putative mutants still need to be evaluated can identify putative mutants with superior characters. This study assessed the performance and genetic relationship of putative garlic mutants generated by gamma-ray irradiation. The research was conducted from April to June 2021 at the Pasir Sarongge IPB University experimental field, Cianjur. The research design used was a nested design, consisting of 3 replications and 2 test factors, namely local garlic varieties and gamma-ray irradiation doses. Garlic varieties consisted of 3 levels, namely Tawangmangu Baru, Lumbu Kuning, and Ciwidey varieties, while the gamma-ray irradiation doses consisted of 5 levels, namely 0 Gy, 2 Gy, 4 Gy, 6 Gy, and 8 Gy. The observed characters were the quantitative and qualitative characters of garlic based on UPOV. The experimental results showed that the heritability values of the tested garlic population were classified as low to moderate, and the genetic diversity was narrow. Garlic varieties only significantly affected plant height at 8 WAP, while gamma-ray irradiation doses significantly affected plant height at 4 and 8 WAP, the number of leaves at 4 WAP and 8 WAP, and bulb diameter. There was variation

among garlic populations on bulbil presence, tuber shape, tuber base shape, presence of external cloves, and tuber skin thickness. The genetic relationship among garlic populations was classified as not close to very close. The putative Tawangmangu Baru 2 Gy garlic mutant and Lumbu Kuning 2 Gy have the highest similarity.

Keywords: cluster analysis, heritability, genetic variation

PENDAHULUAN

Bawang putih (*Allium sativum* L.) merupakan tanaman yang berasal dari daerah subtropik dan termasuk salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Bawang putih digunakan sebagai bahan pelengkap untuk bumbu memasak karena rasa dan aromanya yang harum. Selain itu, bawang putih juga umum digunakan sebagai obat dan pestisida alami (Saenong 2016). Umbi bawang putih mengandung senyawa allisin dan scordinin yang merupakan zat antimikroba. Keberadaan senyawa allisin menyebabkan bawang putih memiliki aroma menyengat yang khas, sehingga umum digunakan sebagai bumbu berbagai masakan oleh masyarakat Indonesia (Sudjatini 2020).

Berdasarkan data BPS (2021), total produksi nasional bawang putih tahun 2020 mencapai 81,8 ribu ton, sementara tingkat konsumsi bawang putih sektor rumah tangga jauh lebih tinggi mencapai 450,85 ribu ton. Hal tersebut mendorong peningkatan nilai impor bawang putih nasional yang mencapai US\$ 598,38 juta pada tahun 2020, naik sebesar 9,37% atau US\$ 51,29 juta dari nilai impor tahun 2019. Tingginya volume impor bawang putih Indonesia disebabkan karena produksi bawang putih dalam negeri masih sangat rendah dan tidak mampu mencukupi permintaan pasar. Membanjirnya produk bawang putih impor yang memiliki harga murah dan ukuran umbi yang besar diduga menjadi salah satu penyebab menurunnya minat petani untuk mengusahakan bawang putih (Samijan *et al.* 2011). Selain itu, terdapat beberapa faktor lain yang menyebabkan rendahnya produksi bawang putih Indonesia, seperti faktor iklim, kondisi agroteknologi, teknik budidaya,

terbatasnya areal penanaman, dan masih rendahnya daya hasil varietas-varietas lokal Indonesia (Sawadana dan Gunadi 2007; Samijan *et al.* 2011). Varietas-varietas bawang putih lokal Indonesia umumnya memiliki kisaran daya hasil antara 8,7 t ha⁻¹, jauh lebih rendah dibandingkan dengan daya hasil bawang putih asal Cina yang mampu mencapai 25,3 t ha⁻¹ (Ratih 2018). Oleh karena itu, upaya peningkatan daya hasil bawang putih lokal penting untuk dilakukan.

Perbaikan daya hasil bawang putih lokal dapat dilakukan melalui program pemuliaan tanaman. Program pemuliaan tanaman tersebut membutuhkan keragaman genetik yang tinggi agar kegiatan seleksinya dapat berjalan efektif. Keragaman genetik bawang putih lokal Indonesia tergolong rendah karena diperbanyak secara vegetatif. Oleh karena itu, peningkatan keragaman bawang putih dapat dilakukan melalui program pemuliaan mutasi. Mutasi merupakan teknik yang tepat untuk merakit keragaman baru pada tanaman yang perbanyakannya secara vegetatif (Yelni *et al.* 2019). Salah satu jenis mutagen yang umum digunakan adalah mutagen fisik melalui iradiasi sinar gamma. Menurut Harsanti *et al.* (2015) mutasi induksi merupakan cara yang telah terbukti menimbulkan keragaman varietas tanaman, menghasilkan sifat yang diinginkan baik yang tidak dapat dinyatakan dalam sifat asal ataupun yang telah hilang selama evolusi.

Upaya peningkatan keragaman genetik bawang putih lokal melalui induksi iradiasi sinar gamma telah dilakukan dan telah menghasilkan mutan-mutan putatif generasi keempat (MV4). Mutan-mutan putatif tersebut masih perlu dievaluasi keragaan karakter kuantitatif dan

kualitatifnya, sehingga dapat dilakukan identifikasi terhadap mutan-mutan putatif dengan karakter unggul. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi keragaan dan kekerabatan mutan-mutan putatif (kandidat mutan) bawang putih hasil iradiasi sinar gamma.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juni 2021, bertempat di kebun percobaan IPB University, Pasir Sarongge, Desa Ciputri, Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat dengan ketinggian tempat 1.020 m dpl. Bahan tanam yang digunakan berupa siung bawang putih generasi MV4 hasil iradiasi sinar gamma teknik tunggal oleh peneliti dari Prodi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, IPB University. Bahan lain yang digunakan adalah mulsa, pupuk kandang, dan pupuk NPK mutiara. Alat yang digunakan meliputi alat pengolahan tanah, alat budidaya, alat ukur, gunting, timbangan analitik, dan timbangan digital.

Penelitian ini menggunakan rancangan tersarang (*nested design*) dengan 3 ulangan dan 2 faktor uji, yaitu varietas bawang putih lokal dan perlakuan iradiasi sinar gamma. Varietas bawang putih terdiri atas 3 taraf, yaitu varietas Tawangmangu Baru, Lumbu Kuning, Ciwidey, sementara perlakuan iradiasi sinar gamma terdiri atas 5 taraf, yaitu 0 GY, 2 GY, 4 GY, 6 GY, 8 GY.

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan pengolahan lahan dan pembuatan bedengan. Bedengan dibuat dengan panjang 20 m, lebar 1 m dan tinggi ± 50 cm serta jarak antar bedengan ± 50 cm. Pupuk kandang dengan dosis 20 t ha⁻¹ diaplikasikan pada setiap bedengan, lalu bedengan tersebut dipasang mulsa. Penanaman siung bawang putih dilakukan dengan jarak tanam 10 cm x 15 cm. Pupuk NPK (16-16-16) diaplikasikan dengan dosis 200 kg ha⁻¹ sebanyak 4 kali, yaitu sebelum pemasangan mulsa, pada 15 HST, 30 HST, dan 45 HST. Pemeliharaan

bawang putih yang dilakukan meliputi pemupukan, penyiraman, penyiangan gulma, dan pengendalian HPT. Panen dilakukan pada umur 90-120 hari atau 4 bulan setelah tanam dengan kriteria 50% tangkai dan daun bawang putih berubah warna dari hijau segar menjadi kuning, tingkat kelayuan 35%-60%, pangkal batang sudah mulai mengeras, dan umbi mulai keluar ke atas permukaan. Panen dilakukan dengan cara mencabut batang bawang putih menggunakan tangan.

Pengamatan dilakukan terhadap karakter kuantitatif dan kualitatif bawang putih. Karakter kuantitatif yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah daun, bobot umbi per tanaman (g), dan diameter umbi (cm). Karakter kualitatif yang diamati mengacu pada pedoman pengujian kebaruan, keseragaman, dan kestabilan bawang putih dari UPOV (2001) yang berupa karakter keberadaan bulbil, bentuk umbi, posisi siung pada ujung umbi, bentuk dasar umbi, iung eksternal, dan ketebalan kulit umbi.

Data dari setiap percobaan dianalisis dengan menggunakan sidik ragam. Data yang berpengaruh nyata diuji lanjut dengan menggunakan uji DMRT pada taraf 5%. Nilai heritabilitas arti luas dihitung berdasarkan Acquah (2012), yaitu rasio antara ragam genotipe dan ragam fenotipe dari nilai harapan dan kuadrat tengah. Pendugaan koefisien keragaman genetik (KKG) dihitung berdasarkan rumus penelitian Rachmawati *et al.* (2014). Analisis kekerabatan dilakukan berdasarkan nilai similaritas dari karakter morfologi masing-masing varietas bawang putih. Data yang telah terstandarisasi diolah menggunakan program SPSS dan NTSYSpc dengan metode analisis gerombol (*cluster*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman Genetik dan Keragaan Karakter Kuantitatif

Menurut Syukur *et al.* (2012), nilai heritabilitas menggambarkan seberapa

besar pengaruh genotipe terrepresentasi pada fonotip tanaman. Heritabilitas arti luas merupakan rasio antara ragam genotipik total dengan ragam fenotipik (Brown *et al.* 2014). Berdasarkan kriteria Elrod dan Stansfield (2002), tinggi tanaman 4 MST (10,72%), jumlah daun 4 MST (16,40%) dan 8 MST (5,28%), serta bobot umbi (16,85%) memiliki nilai heritabilitas arti luas tergolong rendah. Sementara itu, karakter tinggi tanaman 8 MST (28,05%) dan diameter umbi (22,91%) memiliki nilai heritabilitas tergolong sedang (Tabel 1). Berbeda dengan hasil evaluasi Yeshiwas dan Negash (2017) yang menunjukkan

bahwa nilai heritabilitas bobot umbi tergolong tinggi. Nilai heritabilitas rendah sampai sedang mengindikasikan bahwa karakter-karakter yang diamati lebih banyak dipengaruhi oleh lingkungan. Seleksi tidak disarankan untuk dilakukan pada populasi dengan nilai heritabilitas tergolong rendah dan sedang karena respon seleksinya akan rendah (Acquaah 2012). Hal tersebut selaras dengan pernyataan Syukur *et al.* (2012) bahwa seleksi pada karakter dengan nilai heritabilitas rendah dan sedang sebaiknya dilakukan pada generasi selanjutnya agar gen-gen aditifnya terfiksasi terlebih dahulu.

Tabel 1. Nilai komponen ragam, heritabilitas dan koefisien keragaman genetik berbagai karakter bawang putih yang diberi perlakuan iradiasi sinar gamma

Karakter	σ^2_e	σ^2_i	σ^2_g	σ^2_p	h^2_{bs} (%)	Kriteria	KKG (%)	Kriteria
Tinggi tanaman 4 MST (cm)	19,39	17,07	4,38	40,83	10,72	Rendah	7,58	Rendah
Tinggi tanaman 8 MST (cm)	25,81	14,97	15,89	56,68	28,05	Sedang	24,45	Rendah
Jumlah daun 4 MST	0,10	0,47	0,11	0,69	16,40	Rendah	1,90	Rendah
Jumlah daun 8 MST	0,26	0,29	0,03	0,59	5,28	Rendah	0,29	Rendah
Bobot umbi (g)	40,28	8,27	9,83	58,4	16,85	Rendah	46,96	Sedang
Diameter umbi (mm)	12,67	6,62	5,73	25,03	22,91	Sedang	16,55	Rendah

Keterangan: σ^2_e = ragam lingkungan, σ^2_i = ragam iradiasi, σ^2_g = ragam varietas, σ^2_p = ragam total, h^2_{bs} = heritabilitas, KKG = koefisien keragaman genetik

Nilai KKG karakter tinggi tanaman 4 MST (7,58%) dan 8 MST (24,45%), jumlah daun 4 MST (1,90%) dan 8 MST (0,29%), serta diameter umbi (16,55%) tergolong rendah berdasarkan kriteria Murdaningsih *et al.* (1990), sementara bobot umbi (46,96%) memiliki kriteria sedang (Tabel 1). Nilai KKG rendah sampai sedang mengindikasikan bahwa keragaman genetik populasi bawang putih tergolong sempit (Kuswanto 2017). Hapsari (2014) menyatakan bahwa nilai KKG rendah mengindikasikan individu dalam populasi relatif seragam, sehingga dapat menyebabkan kegiatan seleksi berjalan kurang efektif. Hasil yang tidak jauh berbeda diperoleh Vatsyayan *et al.* (2015) yang menemukan bahwa nilai KKG karakter tinggi tanaman (15,59%) dan jumlah daun (16,36%) tergolong rendah, sementara bobot umbi tergolong sedang (36,50%). Secara alami, keragaman genetik bawang putih tergolong rendah karena

umumnya diperbanyak secara vegetatif (Sandhu *et al.* 2015).

Berdasarkan kriteria Wardiana (2018), nilai KK karakter tinggi tanaman 4 MST (7,63%), tinggi tanaman 8 MST (7,81%), jumlah daun 4 MST (5,47%), jumlah daun 8 MST (4,70%), dan diameter umbi (10,28%) tergolong rendah, sementara karakter bobot umbi tergolong sedang (30,30%) (Tabel 2). Nilai KK yang tinggi mengindikasikan bahwa faktor lain di luar perlakuan cukup tinggi pengaruhnya, sehingga tingkat ketelitiannya rendah (Diwangkari *et al.* 2016). Sebaliknya, nilai KK kecil mengindikasikan bahwa percobaan cukup homogen atau pengaruh lain di luar perlakuan kecil, sehingga tingkat ketelitiannya tinggi (Wardiana 2018).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa varietas bawang putih hanya nyata mempengaruhi karakter tinggi tanaman 8 MST, sementara perlakuan iradiasi sinar gamma nyata mempengaruhi karakter

tinggi tanaman 4 MST dan 8 MST, jumlah daun 4 MST dan 8 MST, dan diameter umbi (Tabel 2). Hal tersebut mengindikasikan bahwa keragaman yang terjadi pada berbagai karakter bawang putih lebih banyak dipengaruhi oleh perlakuan iradiasi sinar gamma dibandingkan varietas. Hasil tidak jauh berbeda diperoleh Gultom *et al.* (2020) yang melaporkan bahwa iradiasi sinar gamma nyata mempengaruhi karakter tinggi tanaman, jumlah daun, diameter umbi, dan jumlah, diameter serta panjang siung. Pangestuti *et al.* (2020), melaporkan bahwa genotipe dan dosis iradiasi sinar gamma berpengaruh nyata terhadap diameter umbi dan tinggi tanaman.

Berbagai varietas bawang putih yang diberi perlakuan iradiasi sinar gamma memiliki kisaran tinggi tanaman 4 MST

antara 37-75 cm dengan rata-rata sebesar 57,73 cm. Sementara itu, tinggi tanaman 8 MST memiliki kisaran 42-89 cm dengan rata-rata 61,11 cm. Karakter jumlah daun 4 MST memiliki kisaran 3-10 dengan rata-rata 6,02, sedangkan jumlah daun 8 MST memiliki kisaran 7-17 dengan rata-rata 11,03. Bobot umbi memiliki kisaran 4,4-48,7 g dengan rata-rata 20,95 g. Karakter diameter umbi memiliki kisaran 1,10-5,08 cm dengan rata-rata 3,38 cm (Tabel 2). Hasil tersebut sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Gultom *et al.* (2020) yang melaporkan bahwa populasi bawang putih yang diberi perlakuan iradiasi sinar gamma memiliki kisaran tinggi tanaman 3,53-51,18 cm, jumlah daun 2,85-7,10, bobot umbi 0,46-22,64 g, dan diameter umbi 0,36-3,30 cm.

Tabel 2. Koefisien keragaman, analisis ragam, kisaran dan rata-rata berbagai karakter bawang putih yang diberi perlakuan iradiasi sinar gamma

Karakter	Pengaruh	KK (%)	F hitung	Kisaran	Rata-rata
Tinggi tanaman 4 MST (cm)	Varietas	7,63	1,92 ^{tn}	37-75	57,73
	Iradiasi(varietas)		3,64*		
Tinggi tanaman 8 MST (cm)	Varietas	7,81	4,37*	42-89	61,11
	Iradiasi(varietas)		2,74*		
Jumlah daun 4 MST	Varietas	5,47	2,12 ^{tn}	3-10	6,02
	Iradiasi(varietas)		14,12*		
Jumlah daun 8 MST	Varietas	4,70	1,41 ^{tn}	7-17	11,03
	Iradiasi(varietas)		4,29*		
Bobot umbi (g)	Varietas	30,30	3,27 ^{tn}	4,4-48,7	20,95
	Iradiasi(varietas)		1,62 ^{tn}		
Diameter umbi (cm)	Varietas	10,28	3,64 ^{tn}	1,10-5,08	3,38
	Iradiasi(varietas)		9,35*		

Keterangan: KK = koefisien keragaman, * = berpengaruh nyata, tn = tidak berpengaruh nyata

Keragaman Karakter Kualitatif

Hasil pengamatan pada karakter kualitatif menunjukkan adanya keragaman diantara populasi bawang putih yang tidak dimutasi dan mutan-mutan putatif hasil iradiasi sinar gamma pada karakter keberadaan bulbil, bentuk umbi, bentuk dasar umbi, keberadaan siung eksternal, dan ketebalan kulit umbi (Tabel 3). Varietas Tawangmangu Baru yang tidak dimutasi mampu membentuk bulbil, sementara mutan-mutan putatifnya tidak membentuk bulbil. Varietas Lumbu Kuning yang tidak dimutasi memiliki bentuk umbi bulat,

sementara mutan putatifnya memiliki bentuk umbi lonjong. Varietas bawang putih Ciwidey yang tidak dimutasi dan mutan putatif hasil iradiasi sinar gamma dengan dosis 8 Gy mampu membentuk bulbil, sementara mutan putatif lainnya tidak membentuk bulbil. Varietas bawang putih Ciwidey yang tidak dimutasi memiliki bentuk umbi bulat, dasar umbi melingkar dan kulit umbinya tergolong tebal, sementara mutan-mutan putatifnya memiliki bentuk umbi lonjong, dasar umbi datar, dan ketebalan kulit umbinya tergolong sedang. Varietas bawang putih

Ciwidey yang tidak dimutasi, mutan putatif hasil iradiasi sinar gamma dengan dosis 4 Gy dan 8 Gy tidak membentuk siung eksternal, sementara mutan putatif lainnya mampu membentuk siung eksternal. Hasil pengujian El-Fiki dan Adly (2020) menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma 30 dan 40 Gy menyebabkan perubahan ukuran umbi, dan ukuran serta jumlah siung per umbi bawang putih. Gultom *et al.* (2020) melaporkan bahwa perlakuan iradiasi sinar gamma menyebabkan terjadinya keragaman pada karakter struktur dan bentuk umbi bawang putih kultivar Doulu.

Keragaman karakter kualitatif yang terjadi pada populasi bawang putih dapat dipengaruhi baik oleh faktor genetik

maupun lingkungan, tetapi menurut Syukur *et al.* (2012) pengaruh faktor lingkungan sangat kecil terhadap karakter kualitatif. Genotipe-genotipe bawang putih diduga mengalami perubahan susunan genetik atau mutasi akibat perlakuan iradiasi sinar gamma. Meliala *et al.* (2016) menyatakan bahwa perubahan genetik akibat mutasi tersebut bersifat acak, sehingga dalam satu dosis perlakuan dapat muncul keragaman genetik yang berbeda. Menurut Xiang *et al.* (2002) sinar gamma merupakan mutagen dengan energi radiasi yang dapat menyebabkan ikatan kovalen atau ikatan hidrogen suatu biomolekul putus. Putusnya ikatan tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada tingkat kromosom, gen, dan berakhir dengan kematian sel.

Tabel 3. Karakter kualitatif bawang putih

Varietas	Dosis Iradiasi	Keberadaan bulbil	Bentuk umbi	Posisi siung	Bentuk dasar umbi	Siung eksternal	Ketebalan kulit umbi
TMB	0 Gy	Ada	Lonjong	Setara	Datar	Tidak ada	Sedang
	2 Gy	Tidak ada	Lonjong	Setara	Datar	Tidak ada	Sedang
	4 Gy	Tidak ada	Lonjong	Setara	Datar	Tidak ada	Sedang
	6 Gy	Tidak ada	Lonjong	Setara	Datar	Tidak ada	Sedang
	8 Gy	Tidak ada	Lonjong	Setara	Datar	Tidak ada	Sedang
LK	0 Gy	Tidak ada	Bulat	Setara	Datar	Tidak ada	Sedang
	2 Gy	Tidak ada	Lonjong	Setara	Datar	Tidak ada	Sedang
	4 Gy	Tidak ada	Lonjong	Setara	Datar	Tidak ada	Sedang
	6 Gy	Tidak ada	Lonjong	Setara	Datar	Tidak ada	Sedang
	8 Gy	Tidak ada	Lonjong	Setara	Datar	Tidak ada	Sedang
CWD	0 Gy	Ada	Bulat	Setara	Melingkar	Tidak ada	Tebal
	2 Gy	Tidak ada	Lonjong	Setara	Datar	Ada	Sedang
	4 Gy	Tidak ada	Lonjong	Setara	Datar	Tidak ada	Sedang
	6 Gy	Tidak ada	Lonjong	Setara	Datar	Ada	Sedang
	8 Gy	Ada	Lonjong	Setara	Datar	Tidak ada	Sedang

Hubungan Keekerabatan

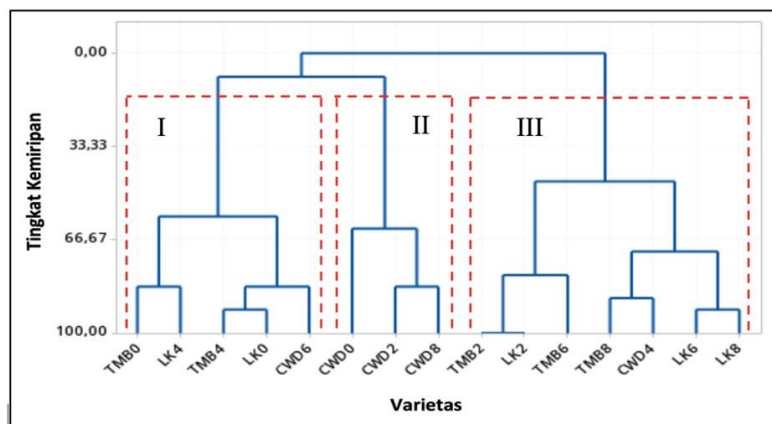
Analisis keekerabatan dilakukan berdasarkan karakter kuantitatif dan kualitatif yang telah diamati. Hasil analisis gerombol menunjukkan bahwa tingkat kemiripan populasi bawang putih berkisar antara 45,83%-100% dan tergolong tidak dekat-sangat dekat berdasarkan kriteria Hasanuddin dan Fitriana (2014). Pada tingkat kemiripan sebesar 45,83% populasi bawang putih terbagi menjadi 3 gerombol besar. Gerombol pertama terdiri dari varietas lokal Tawangmangu Baru dan Lumbu Kuning, mutan-mutan putatif Lumbu Kuning 4 Gy, Tawangmangu Baru

4 Gy, serta Ciwidey 6 Gy. Gerombol kedua terdiri atas varietas lokal Ciwidey dan mutan-mutan putatif Ciwidey 2 Gy serta Ciwidey 8 Gy. Gerombol ketiga terdiri atas mutan-mutan putatif Tawangmangu Baru 2 Gy, Lumbu Kuning 2 Gy, Tawangmangu Baru 6 Gy, Tawangmangu Baru 8 Gy, Ciwidey 4 Gy, Lumbu Kuning 6 Gy, dan Lumbu Kuning 8 Gy (Gambar 1). Hasil analisis keekerabatan Hardiyanto *et al.* (2008) menggunakan isozim dan marka molekuler RAPD menunjukkan hasil tidak jauh berbeda. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa Tawangmangu Baru dan Lumbu Kuning memiliki tingkat

kemiripan sebesar 53%. Varietas lokal Ciwidey tanpa perlakuan iradiasi terpisah gerombol dengan Tawangmangu Baru dan Lumbu Kuning, tetapi setelah diberi perlakuan iradiasi sinar gamma dengan dosis 6 Gy menjadi satu gerombol dengan Tawangmangu Baru dan Lumbu Kuning.

Populasi dengan tingkat kemiripan tertinggi terdapat pada mutan putatif Tawangmangu Baru 2 Gy dan Lumbu Kuning 2 Gy dengan tingkat kemiripan mencapai 100% dan tergolong sangat dekat (Gambar 1). Hasil ini mengindikasikan bahwa kedua populasi memiliki kesamaan

pada semua karakter yang diamati dan kekerabatannya sangat dekat. Sebelum dimutasi, Tawangmangu Baru dan Lumbu Kuning memiliki tingkat kemiripan yang jauh lebih rendah, yaitu 45,83% dan kekerabatannya tergolong agak jauh. Menurut Boceng *et al.* (2017), pengaruh iradiasi sinar gamma dapat menyebabkan terjadinya mutasi somatik mewaris yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya perubahan fenotipe. Perubahan fenotipe tersebut dapat terjadi baik pada sel tunggal maupun kelompok sel.



Keterangan: TMB0 = Tawangmangu Baru 0 Gy, TMB2 = Tawangmangu Baru 2 Gy, TMB4 = Tawangmangu Baru 4 Gy, TMB6 = Tawangmangu Baru 6 Gy, TMB8 = Tawangmangu Baru 8 Gy, LK0 = Lumbu Kuning 0 Gy, LK2 = Lumbu Kuning 2 Gy, LK4 = Lumbu Kuning 4 Gy, LK6 = Lumbu Kuning 6 Gy, LK8 = Lumbu Kuning 8 Gy, CWD0 = Ciwidey 0 Gy, CWD2 = Ciwidey 2 Gy, CWD4 = Ciwidey 4 Gy, CWD6 = Ciwidey 6 Gy, CWD8 = Ciwidey 8 Gy

Gambar 1. Dendrogram 3 varietas lokal dan mutan-mutan putatif bawang putih hasil iradiasi sinar gamma

KESIMPULAN

Heritabilitas populasi bawang putih uji tergolong rendah sampai sedang dan keragaman genetiknya tergolong sempit. Varietas bawang putih hanya nyata mempengaruhi karakter tinggi tanaman 8 MST, sementara perlakuan iradiasi sinar gamma nyata mempengaruhi karakter tinggi tanaman 4 MST dan 8 MST, jumlah daun 4 MST dan 8 MST, dan diameter umbi. Terdapat keragaman di antara populasi bawang putih pada karakter keberadaan bulbil, bentuk umbi, bentuk

dasar umbi, keberadaan siung eksternal, dan ketebalan kulit umbi. Kekerabatan diantara populasi bawang putih tergolong tidak dekat sampai sangat dekat dengan tingkat kemiripan tertinggi terdapat pada mutan putatif Tawangmangu Baru 2 Gy dengan Lumbu Kuning 2 Gy.

DAFTAR PUSTAKA

Acquaah G. 2012. *Principles of Plant Genetics and Breeding (2nd Ed.)*. Oxford: Wiley-Blackwell A John Wiley & Sons Ltd.

- Boceng, Haris A, Tjoneng A. 2017. Karakter mutan padi lokal Ase Banda hasil iradiasi sinar gamma. *Agrokompleks*. 16(1):42-45.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Tabel Dinamis Produksi Tanaman Sayur Bawang Putih. <https://www.bps.go.id/indicator/55/6/1/1/produksi-tanaman-sayuran.html>. [24 Oktober 2022].
- Brown J, Caligari P, Campos H. 2014. *Plant Breeding 2nd Ed*. Oxford: Jhon Wiley & Sons Ltd.
- Diwangkari N, Rahmawati R, Safitri D. 2016. Analisis keragaman pada data hilang dalam rancangan kisi seimbang. *Jurnal Gaussian*. 5(1):153-162.
- El-Fiki A, Adly M. 2020. Morphological, molecular, and organosulfur compounds characterization in irradiated garlic (*Allium sativum*) by GC-MS and SCoT markers. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*. 13(1):61-70.
- Elrod SL WD, Stansfield. 2002. *Schaum's Outline of Theory and Problems of Genetics 4th Ed*. New York: Mc Graw-Hill.
- Gultom T, Simbolon DL, Nainggolan WS. 2020. Effect of gamma rays on phenotypic of garlic cultivar Doulu. The 5th Engineering Science & Technology International Conference. 10-13 September 2020. Padang, Indonesia. Padang [ID]: IOPScience. [diunduh pada 2023 Januari 23]. Tersedia pada : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/725/1/012081>.
- Hapsari RT. 2014. Pendugaan keragaman genetik dan korelasi antara komponen hasil kacang hijau berumur genjah. *Buletin Plasma Nutfah*. 20(2):51-58.
- Hardiyanto, Devy NF, Martasari C. 2008. Identifikasi kekerabatan genetik klon-klon bawang putih Indonesia menggunakan isozim dan RAPD. *J Hort*. 18(4):385-394.
- Harsanti L, Yulidar. 2015. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap pertumbuhan awal tanaman kedelai (*Glycine (L.) Merrill*) varietas Denna 1. *Pertemuan dan Presentasi Ilmiah - Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Nuklir*. 9 - 10 Juni 2015. Yogyakarta, Indonesia. Yogyakarta [ID]: Pusat Sains dan Teknologi Akselerator- BATAN. [diunduh pada 2023 Januari 23]. Tersedia pada : https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/47/100/47100095.pdf.
- Hasanuddin, Fitriana. 2014. Hubungan kekerabatan fenetik 12 spesies anggota familia Asteraceae. *Jurnal EduBio Tropika*. 2(2):187-250.
- Kuswantoro H. 2017. Genetic variability and heritability of acid-adaptive soybean promising lines. *Biodiversitas*. 18(1):378-382.
- Meliala JHS, Basuki N, Soegianto A. 2016. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap perubahan fenotipik tanaman padi gogo (*Oryza sativa L.*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(7):585-594.
- Murdaningsih HK, Baihaki A, Satari G, Danakusuma T, Permasi AH. 1990. Variasi genetik sifat-sifat tanaman bawang putih di Indonesia. *Zuriat*. 1(1):32-36.
- Pangestuti PW, Sudarsono S, Dinarti D. 2020. Determine the effect of gamma irradiation towards the growth of two local garlic genotypes. The 5th Engineering Science & Technology International Conference. 10-13 September 2020. Padang, Indonesia. Padang [ID]: IOPScience. [diunduh pada 2023 Januari 23]. Tersedia pada : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/497/1/012014/pdf>.
- Rachmawati RY, Kuswanto, Purnamaningsih SL. 2014. Uji keseragaman dan analisis sidik lintas antara karakter agronomis

- dengan hasil pada tujuh genotipe padi hibrida Japonica. *Produksi Tanaman*. 2(4):292-300.
- Ratih S, Lilia F, Ericha NA, Lina A, Diding R, Wahyu H, Irma S, dan Baswari. 2018. *Panduan Budidaya Bawang Putih*. Malang: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Saenong. 2016. Tumbuhan Indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang bubuk jagung. *Litbang Pertan*. 35(3):131-142.
- Samijan, Prastuti TR, Pramono J. 2011. *Intensifikasi Budidaya Bawang Putih*. Tegal: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah.
- Sawadana SM, Gunadi IGA. 2007. Potensi pengembangan bawang putih (*Allium sativum* L.) dataran rendah varietas lokal Sanur. *Agritop*. 26 (1):19-23.
- Sandhu SS, Brar PS, Dhall RK. 2015. Variability of agronomic and quality characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. *SABRAO Journal*. 47(2):133-142.
- Sudjatini. 2020. Pengaruh cara pengolahan terhadap aktivitas antioksidan ekstrak bawang putih (*Allium sativum* L.) varietas kating dan sinco. *Journal of Widya Mataram University*. 3(1):173.
- Syukur M, Sujiprihati S, Yuniarti R. 2012. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [UVOP] International Union for The Protection of New Varieties of Plants. 2001. Garlic (*Allium sativum* L.). <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg162.pdf>. [26 Januari 2023].
- Vatsyayan S, Brar PS, Dhall RK. 2015. Genetic variability studies in garlic (*Allium sativum* L.). *Vegetable Science*. 42 (2) :96-97.
- Wardiana E. 2018. Menelusik Indikator Tingkat Ketelitian Suatu Penelitian Percobaan. https://www.researchgate.net/publication/327173868_Menelusik_Indikator_Tingkat_Ketelitian_suatu_Penelitian_Percobaan. [23 Januari 2023].
- Xiang TH, Yang JB, Zhu S, Li L, Ni DH, Wang XF, Hang DN. 2002. Molecular biological effect of (CO)-C60 gamma-ray irradiation on rice genome DNA. *Progress in Biochem Biophys*. 29: 754-759
- Yeshiwas Y, Negash B. 2017. Genetic variability, heritability and genetic advance of growth and yield components of garlic (*Allium sativum* L.) germplasms. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 7(21):84-91.
- Yelni G, Syarif Z, Kasim M, Haryati PKD. 2019. Meningkatkan keragaman genetik bawang putih (*Allium sativum* L.) melalui mutasi iradiasi gamma. *Jurnal Sains Agro*. 4(2):1-13.