

Keragaman pisang (*Musa spp.*) hasil iradiasi sinar gamma secara in vitro berdasarkan penanda morfologi

Banana diversity (*Musa spp.*) as a result of in vitro gamma ray irradiation based on morphological markers.

MARIA SERVIANA DUE^{1*}, AHMAD YUNUS², ARI SUSILOWATI¹

¹Program Biosain, Fakultas Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Jawa Tengah. Tel./fax. +62-271-663375. *email: ervinnedho@gmail.com

²Program Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Jawa Tengah.

Manuskrip diterima: 17 Oktober 2018. Revisi disetujui: 22 Maret 2019.

Abstrak. Due MS, Yunus A, Susilowati A. 2019. Keragaman pisang (*Musa spp.*) Hasil iradiasi sinar gamma secara in vitro berdasarkan penanda morfologi. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 5: 347-352. Pisang merupakan komoditas hortikultura yang mempunyai produksi cukup tinggi sehingga menjadikannya sebagai produk unggulan di dalam negeri. Pisang sejak dahulu didomestikasikan oleh masyarakat karena memiliki banyak manfaat. Terdapat lebih dari 200 kultivar pisang yang tumbuh di berbagai daerah, salah satunya adalah pisang raja bulu. Tanaman pisang diperbanyak secara vegetatif sehingga memiliki keterbatasan dalam perolehan variasi genetik dan membutuhkan waktu generasi yang panjang dalam siklus vegetatifnya. Perbaikan sifat tanaman pisang dapat dilakukan dengan meningkatkan keragaman genetiknya melalui induksi mutasi menggunakan mutagen fisik sinar gamma yang dikombinasikan dengan teknik kultur in vitro. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman tanaman pisang raja bulu hasil radiasi sinar gamma secara in vitro berdasarkan penanda morfologi. Penelitian ini adalah jenis penelitian eksperimental menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor yang diuji yaitu 4 dosis radiasi (0 Gy, 10 Gy, 20 Gy dan 30 Gy). Pengamatan morfologi dilakukan berdasarkan karakter kuantitatif dan kualitatif. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan program SPSS ver.10 dan program NTSYS (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*) ver 16. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa radiasi sinar gamma dalam berbagai dosis menyebabkan munculnya variasi pada tanaman terutama pada batang dan daun. Radiasi sinar gamma pada dosis 30 Gy adalah dosis yang paling optimal menghasilkan keragaman.

Kata kunci: Iradiasi sinar gamma, keragaman, penanda morfologi, pisang

Abstract. Due MS, Yunus A, Susilowati A. 2019. Banana diversity (*Musa spp.*) as a result of in vitro gamma ray irradiation based on morphological markers. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 5: 347-352. Banana is a horticultural commodity that has a high enough production so that it makes it a superior product in the country. Banana has long been domesticated by the community because it has many benefits. There are more than 200 banana cultivars growing in various regions, one of which is feather plantain. Banana plants are propagated vegetatively so that they have limitations in obtaining genetic variation and require a long generation time in their vegetative cycle. Improvements in the nature of banana plants can be done by increasing its genetic diversity through mutation induction using gamma ray physical mutagens combined with in vitro culture techniques. This study aims to find out the diversity of feather plantain as a result of in vitro gamma ray radiation based on morphological markers. This research is a type of experimental research using completely randomized design (CRD) method. The factors tested were 4 radiation doses (0 Gy, 10 Gy, 20 Gy and 30 Gy). Morphological observations are carried out based on quantitative and qualitative characters. The data obtained were analyzed using the SPSS ver. 10 and the NTSYS (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*) program ver. 16. The result of this study shows that gamma ray radiation in various doses causes the emergence of variations in plants, especially in the stems and leaves. Gamma ray radiation at a dose of 30 Gy is the most optimal dose to produce diversity.

Keywords: Gamma ray irradiation, diversity, morphological markers, banana

PENDAHULUAN

Pisang (*Musa spp.*) merupakan tanaman buah yang menempati urutan keempat sebagai tanaman pangan terpenting di dunia setelah padi, gandum dan jagung yang tumbuh di negara tropis dan subtropis (Frison et al. 2004; Megia 2005). Tanaman pisang memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena beragam manfaat yang dimilikinya. Manfaat-manfaat tersebut seperti buah yang dapat

dikonsumsi dalam bentuk segar maupun olahan karena rasanya yang enak, serta mengandung vitamin dan mineral. Sementara itu, daun pisang dapat dijadikan sebagai pembungkus berbagai makanan serta jantung pisang yang digunakan sebagai sayuran dalam masakan (Paul dan Duarte 2011).

Pisang memiliki keragaman kultivar tinggi (Crouch et al. 1998). Jumlah kultivar pisang di seluruh dunia berkisar antara 200 sampai lebih dari 1000 (Ploetz dan Evans 2015).

Salah satu kultivar pisang lokal yang populer dan dikembangkan oleh para petani adalah pisang raja bulu. Tingginya permintaan pasar untuk pisang ini, tidak didukung dengan proses produksi di lapangan. Ketersediaan bibit pisang yang bermutu tinggi, bebas penyakit, seragam dan dalam jumlah besar masih menjadi masalah utama. Pisang adalah tanaman yang diperbanyak secara vegetatif sehingga memiliki keterbatasan dalam perolehan variasi genetik serta membutuhkan waktu generasi yang panjang dalam siklus vegetatifnya.

Peningkatan mutu, produktivitas dan variasi genetik suatu tanaman dapat dilakukan dengan induksi mutasi yang dikombinasikan dengan teknik kultur in vitro. Dalam 20 tahun terakhir, pengembangan kultur jaringan sel tumbuhan dan pemuliaan mutasi menggunakan teknik mutagenesis in vitro telah memungkinkan untuk mentransfer bagian pemuliaan konvensional dari lapangan ke kondisi laboratorium (Abdulhafiz et al. 2018). Menurut Orbovic et al. (2008), penggunaan teknik kultur in vitro dengan induksi mutagenik telah banyak digunakan untuk berbagai tujuan seperti memperbaiki tanaman melalui peningkatan keragaman genetik dan melakukan seleksi terhadap mutan sebagai sumber potensial untuk menghasilkan suatu kultivar baru. Melalui teknologi ini sejumlah besar varietas mutan telah dirilis untuk pembudidayaan komersial pada banyak tanaman yang menunjukkan nilai ekonomi teknologi pemuliaan mutasi (Kharkwal dan Shu 2009; Suprasanna et al. 2009).

Agen mutagenik yang sering digunakan untuk induksi mutasi salah satunya adalah menggunakan mutagen sinar gamma. Sinar gamma merupakan radiasi pengion yang memiliki daya penetrasi yang kuat ke dalam jaringan dan mampu mengionisasi molekul yang dilewatinya (Harten, 1998). Iradiasi sinar gamma telah banyak digunakan secara luas di bidang pertanian seperti pada penelitian pemuliaan tanaman (Piri et al. 2011), peningkatan variabilitas fenotip pada manggis (Fauza et al. 2005), morfogenetik (El-Sherif et al. (2011) serta perubahan fisiologis sel dan jaringan tanaman (Jan et al. 2012; Rahimi dan Bahrani 2011).

Umumnya perlakuan mutagenik dapat diterapkan pada eksplan (kultur tunas, kalus, suspensi sel, protoplas dan mikrospora, kultur meristem apikal, tunas aksilar, akar dan umbi). Abdulhafiz et al. (2018), dalam penelitiannya menyatakan bahwa mutagenesis in vitro mengacu pada mutasi yang disebabkan oleh perlakuan pada eksplan atau kultur in vitro dengan mutagen, diikuti oleh skrining mutan dan karakterisasi. Proses ini memiliki urutan langkah-langkah penting seperti, pilihan bahan tanaman target yang tepat (eksplan), pilihan mutagen yang digunakan dan dosis yang sesuai, manajemen pasca perawatan dan serangkaian subkultur serta regenerasi tanaman untuk seleksi mutan.

Menurut Sukartini (2007) identifikasi morfologi suatu populasi plasma nutfah merupakan kegiatan menganalisis keragaman berdasarkan sejumlah karakter morfologi tanaman. Setelah melakukan kegiatan identifikasi diperlukan karakterisasi. Karakterisasi merupakan kegiatan identifikasi karakter-karakter morfologi, fisiologis dan molekuler. Karakterisasi morfologi (kualitatif dan kuantitatif) adalah informasi awal yang diperlukan dalam

upaya mencari karakter unggul dan keragaman yang ada (Santos et al. 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap keragaman tanaman pisang raja bulu berdasarkan karakter morfologinya.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2017-Agustus 2018. Kultur in vitro dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Fakultas Pertanian UNS. Iradiasi sinar gamma dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Pasar Jumat, Jakarta Selatan. Analisis morfologi dilakukan di Rumah Kaca, Fakultas Pertanian UNS.

Bahan tanaman sumber eksplan. Bahan tanaman sumber eksplan dalam penelitian ini adalah planlet tunas aseptis pisang raja bulu pada tahap multiplikasi yang berumur 1 bulan diperoleh dari Kebun Benih Hortikultura Salaman, Magelang, Jawa Tengah (Gambar 1).

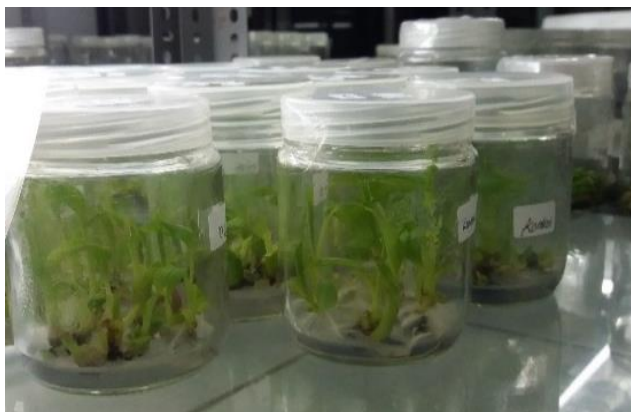
Perlakuan iradiasi. Planlet tunas aseptis pisang raja bulu yang terlebih dahulu diproliferasi dalam media Murashige dan Skoog (MS) pada botol-botol kultur dan diberi label sesuai perlakuan. Selanjutnya botol-botol kultur yang telah diberi label dikemas dan dimasukkan ke dalam Chamber Co⁶⁰ dengan perlakuan dosis 0 gray (kontrol), 10 gray, 20 gray dan 30 gray.

Subkultur planlet. Planlet hasil radiasi dipindahkan/subkultur pada media dasar Murashige dan Skoog (MS) dengan penambahan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT).

Aklimatisasi dan penanaman pada media tanam. Aklimatisasi dilaksanakan setelah eksplan berumur 2 bulan. Kegiatan aklim terdiri dari dua tahap yaitu aklimatisasi pada media hidroponik selama 1 bulan selanjutnya baru dipindahkan pada media tanam yaitu campuran tanah, pupuk kandang dan sekam bakar dengan perbandingan 1:1:1.

Karakterisasi morfologi tanaman. Pengamatan morfologi diambil berdasarkan ciri vegetatif (kuantitatif dan kualitatif). Pengamatan kuantitatif meliputi pengukuran terhadap tinggi tanaman, diameter batang, panjang daun, lebar daun dan jumlah daun. Untuk pengamatan kualitatif dilakukan pada ciri daun (tekstur daun, bentuk, pangkal, tepi, tipe daun, warna, pertulangan, permukaan, tipe pertumbuhan, keadaan tepi tangkai, dan tipe kanal) dan batang (bentuk, warna dan permukaan) berdasarkan buku panduan IPGRI (Internasional Plant Genetic Resources Institute).

Analisis data. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Data kualitatif morfologi yang diperoleh diuraikan secara deskriptif dan data kuantitatif dianalisis melalui analisis Varian (ANOVA) menggunakan program SPSS ver. 15. Untuk keragaman berdasarkan karakter morfologi dihitung matriks similaritas berdasarkan DICE dan dendrogram menggunakan program NTSYS (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*) ver 16.



Gambar 1. Bahan tanam sumber eksplan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter morfologi kualitatif

Pengamatan karakter morfologi kualitatif dalam penelitian ini dilakukan pada daun dan batang ketika tanaman berumur 4 minggu setelah tanam (MST), disaat tanaman sedang melakukan pertumbuhan vegetatif sehingga batang dan daunnya dalam kondisi vigor tinggi dan subur (Gunarto 2009).

Iradiasi menggunakan beberapa dosis (10 Gy, 20 Gy dan 30 Gy) dalam penelitian ini mengakibatkan mutasi pada karakter morfologi pisang raja bulu. Tanaman yang telah diradiasi akan mengalami beberapa perubahan seperti yang terjadi pada daun. Secara umum, tanaman pisang raja bulu memiliki bentuk daun memanjang dengan ujung daun membulat, tepi rata, pangkal daun membulat serta permukaan atas daun licin dan permukaan bawah daun yang berlapis lilin. Berdasarkan pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa bentuk ujung daun pada setiap dosis radiasi berbeda-beda. Dosis radiasi 20 Gy dan 30 Gy menunjukkan ujung daun runcing, sedangkan dosis 0 Gy (tanpa radiasi)

dan 10 Gy memiliki ujung daun yang membulat. Perbedaan juga terjadi pada warna dan bentuk pangkal daun. Daun dosis 0 Gy memiliki warna hijau tua dengan pangkal daun yang membulat. Dosis 10 Gy memiliki warna daun hijau muda dan pangkal daun runcing. Warna daun dosis radiasi 20 Gy dan 30 Gy adalah hijau muda dengan pangkal daun meruncing.

Respon setiap individu terhadap adanya cekaman iradiasi sinar gamma berbeda-beda. Perubahan yang terjadi pada morfologi daun pisang raja bulu merupakan respon terhadap gangguan fisiologis karena adanya cekaman. Adanya perubahan morfologi sebagai akibat terjadinya kerusakan pada kromosom daun sehingga proses fotosintesis menjadi terganggu. Rohani (2012) dalam penelitiannya menemukan bahwa induksi mutasi fisik sinar gamma memberikan pengaruh perubahan karakter morfologi pada daun sambiloto terutama pada bagian daun. Penelitian yang sama juga dilaporkan Hasbullah et al., (2012) bahwa iradiasi sinar gamma mempengaruhi perubahan pada warna kalus pada tanaman hias *Gerbera jamesonii*.

Warna daun pisang raja bulu berdasarkan Gambar 2 berbeda-beda. Umumnya, perubahan yang terjadi pada sebagian karakter suatu jaringan tanaman (dalam hal ini warna daun) maka tanaman tersebut dinamakan kimera. Dalam penelitian ini, dapat diketahui bahwa kimera terekspresi dari mutasi pada DNA kloroplas yang mengakibatkan plastida pada jaringan kurang atau tidak bisa memproduksi klorofil, yang berpengaruh terhadap warna daun.

Menurut Sherif et al. (2011), sinar gamma merupakan iradiasi elektromagnetik yang dihasilkan dari fisi nuklir. Radiasi dengan dosis tinggi dapat menyebabkan kematian pada tanaman, namun pada dosis radiasi yang rendah dan tepat menginduksi keragaman seperti morfologi daun yang berubah, pola pertumbuhan yang tidak normal, meningkatkan ukuran organ tanaman, produksi dan mutu.



Gambar 2. Bentuk morfologi daun pisang raja bulu hasil iradiasi sinar gamma. A. Kontrol (0 Gy), B. 10 Gy, C. 20 Gy, D. 30 Gy

Tabel 1. Pengaruh radiasi sinar gamma terhadap rata-rata tinggi tanaman, diameter batang, panjang daun, lebar daun dan jumlah daun

Karakter	Kontrol (0 Gy)	10 Gy	20 Gy	30 Gy
Tinggi tanaman (cm)	19,56±6,66a	22,16±8,48a	25,69±9,90a	16,76±6,28a
Diameter batang (mm)	8,41±2,68b	9,11±2,89a	9,18±2,94a	6,65±1,65c
Panjang daun (cm)	16,59±6,16a	14,69±3,87b	15,01±5,35b	9,41±2,24c
Lebar daun (cm)	8,82±3,04a	6,74±1,89b	6,74±2,07b	4,62±1,31c
Jumlah daun (helai)	5,18±1,94a	4,71±1,82b	5,65±2,08a	3,75±1,55c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%.

Karakter morfologi kuantitatif

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan radiasi sinar gamma dalam berbagai dosis berpengaruh karakter morfologi kuantitatif yaitu tinggi tanaman, diameter batang, panjang daun, lebar daun dan jumlah daun.

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa radiasi sinar gamma tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Meskipun demikian, dosis radiasi 20 Gy memiliki rata-rata tinggi tertinggi yaitu sebesar 25,69 cm. Dosis radiasi 0 Gy (tanpa radiasi) diperoleh rata-rata tinggi sebesar 19,56 cm lebih rendah dibandingkan dengan dosis 10 Gy yang memiliki rata-rata tinggi sebesar 22,16 cm. Untuk dosis radiasi 30 Gy memiliki rata-rata tinggi terendah yaitu sebesar 16,76 cm. Meningkatnya dosis radiasi sinar gamma akan menghambat tinggi tanaman, dimana semakin tinggi dosis radiasi yang dipaparkan maka berakibat pada semakin pendek tanaman. Hasil ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Abdul et al., (2010) dan Abdullhafiz et al., (2018) yang menunjukkan terjadinya peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman pisang tanduk pada dosis radiasi 10 Gy dan 20 Gy, sedangkan dosis yang lebih tinggi (30 Gy) menyebabkan terjadinya penurunan pertumbuhan tinggi tanaman. Iradiasi dengan dosis yang tinggi akan menyebabkan enzim pertunasan menjadi tidak aktif, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi terhambat (Suwarno et al. 2013). Namun rata-rata tinggi tanaman untuk dosis 20 Gy lebih tinggi bila di bandingkan dengan kontrol dan dosis 10 Gy. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan tipe jaringan tanaman dan letak posisi tanaman pada saat di radiasi (Predieri 2001). Jaringan yang masih muda akan lebih sensitif terhadap iradiasi gamma.

Radiasi sinar gamma memiliki dampak terhadap tebal batang tanaman pisang. Pada tabel 1, dapat diamati bahwa radiasi berpengaruh nyata terhadap diameter batang. Dosis radiasi 20 Gy merupakan dosis yang memiliki rata-rata diameter batang tertinggi yaitu 9,18 mm. Dosis radiasi 10 Gy memiliki rerata diameter tertinggi kedua yaitu sebesar 9,11 mm. Diameter batang pada dosis 10 Gy memiliki rerata sebesar 8,41 mm. Rerata diameter terendah terjadi pada dosis radiasi 30 Gy sebesar 6,65 mm cukup rendah jika dibandingkan dengan kontrol dan 2 dosis yang lain. Dalam penelitian ini, dapat diamati bahwa dosis radiasi sinar gamma 20 Gy merupakan dosis yang optimal untuk diaplikasikan pada tanaman. Hal ini, karena ketika tanaman diberikan radiasi yang dosisnya lebih tinggi (30 Gy) menyebabkan penurunan rerata hampir disetiap karakter kuantitatif. Pemberian dosis radiasi yang terlalu tinggi akan

menghambat pembelahan sel dan kematian sel yang mana sangat berpengaruh terhadap proses pertumbuhan tanaman, menurunnya daya tumbuh dan morfologi tanaman. Namun demikian, pemberian dosis yang terlalu rendah tidak cukup untuk memutasi tanaman karena frekuensi mutasi yang terlalu rendah hanya menghasilkan sedikit sektor yang termutasi (Hammed et al. 2008).

Mudibu et al. (2012) dalam penelitiannya pada tanaman kedelai yang diradiasi sinar gamma dalam berbagai dosis menunjukkan penurunan hampir disemua sifat agronomi dan morfologi. Penurunan sifat sebagai akibat peningkatan dosis sinar gamma juga terjadi pada pertumbuhan tanaman kacang gude (Desai dan Rao 2014), jarak pagar (Songsri et al. 2011) dan bawang merah (Kebeish et al. 2015). Kemampuan suatu tanaman dalam merespon radiasi berbeda-beda. Seperti yang kita ketahui bahwa radiasi dapat memberikan pengaruh, positif maupun negatif dan terhadap sifat-sifat tanaman. Dosis 20 Gy dan 10 Gy memberikan pengaruh positif dengan peningkatan rerata diameter apabila dibandingkan dengan kontrol.

Analisis varian menunjukkan bahwa dosis radiasi mempunyai pengaruh nyata terhadap panjang daun tanaman pisang raja bulu. Berdasarkan pada tabel 1, rata-rata panjang daun tertinggi terjadi pada dosis 0 Gy yaitu sebesar 16,59 cm, kemudian diikuti dosis 20 Gy sebesar 15,01 cm dan 14,69cm untuk dosis 10 Gy. Rata-rata panjang daun terendah terjadi pada dosis 30 Gy yaitu sebesar 9,41 cm. Penelitian yang dilakukan Widiastuti et al. (2010) menunjukkan bahwa panjang dan lebar daun semakin menurun ketika terjadi peningkatan dosis radiasi. Penurunan persentase pertumbuhan tanaman ini terjadi sebagai akibat dari adanya efek deterministik. Efek deterministik ini merupakan efek kematian sel yang disebabkan oleh paparan radiasi. Ini muncul karena dosis paparan radiasi yang di terima diatas dosis ambang yang harusnya diterima.

Radiasi sinar gamma yang diaplikasikan pada pisang raja bulu pada dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap lebar daun tanaman. Berdasarkan tabel 1, rerata lebar daun menunjukkan penurunan seiring peningkatan dosis radiasi. Tanaman pada dosis 0 Gy memiliki rerata lebar daun tertinggi sebesar 8,82 cm, diikuti dosis 10 Gy dan 20 Gy yang mempunyai nilai rerata sama sebesar 7,74 cm dan dosis 30 Gy dengan perolehan rerata sebesar 4,62 cm. Penurunan ini terjadi sebagai respon dari tanaman karena adanya paparan sinar radiasi. Ketika radiasi sinar gamma berinteraksi dengan molekul seluler makan radikal bebas akan terbentuk. Radikal bebas ini dapat menggabungkan zat beracun seperti hidrogen

peroksida, yang dapat menyebabkan terjadinya penghancuran sel (Taheri et al. 2014). Pada dasarnya pengaruh ini sangat penting terutama pada sel-sel vegetatif, yang mana sitoplasma 80% komponennya adalah air. Wang et al. (2017) menjelaskan bahwa ketika proses radikal bebas terjadi kerusakan sel yang tentunya memberi pengaruh pada morfologi tanaman seperti lebar daun dan ciri morfologi yang lain.

Hasil analisis ragam menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata pada karakter jumlah helai daun pisang raja bulu. Rerata jumlah daun berdasarkan pada tabel menurun dengan peningkatan dosis radiasi. 0 Gy memiliki rata-rata tertinggi sebesar 5,18 helai, dosis 10 Gy memiliki rata-rata yaitu 4,71 helai. Dosis 20 Gy sebesar 5,65 helai dan dosis 30 Gy dengan rerata sebesar 3,75 helai. Sama seperti ciri-ciri vegetatif sebelumnya, dosis 30 Gy merupakan dosis yang paling berpengaruh nyata dengan perolehan rata-rata jumlah daun terendah. Menurunnya jumlah daun seiring peningkatan dosis radiasi diakibatkan karena gangguan pada sel. Penelitian yang dilakukan oleh Astutik (2012) menunjukkan bahwa dosis radiasi sinar gamma berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif *Phalaenopsis* yaitu semakin tinggi dosis radiasi berdampak pada semakin lambatnya pertumbuhan daun. Astutik (2009), dalam penelitiannya menyatakan bahwa seringkali tanaman dapat melakukan perbaikan terhadap diri sendiri (*Self repair*) terhadap sel-selnya yang mengalami gangguan akibat radiasi, inilah penyebab tanaman tidak dapat melanjutkan pertumbuhan secara normal. Namun demikian penampilan yang tampak pada pertumbuhan yang normal setelah perbaikan sel yang rusak, belum tentu tidak terjadi perubahan genetik sebab mungkin perubahannya tidak diekspresikan pada pertumbuhan.

Analisis keragaman tanaman

Dendrogram dibawah ini, menggambarkan hubungan kekerabatan antara varietas pisang raja setelah diberi perlakuan radiasi sinar gamma. Dendrogram diperoleh

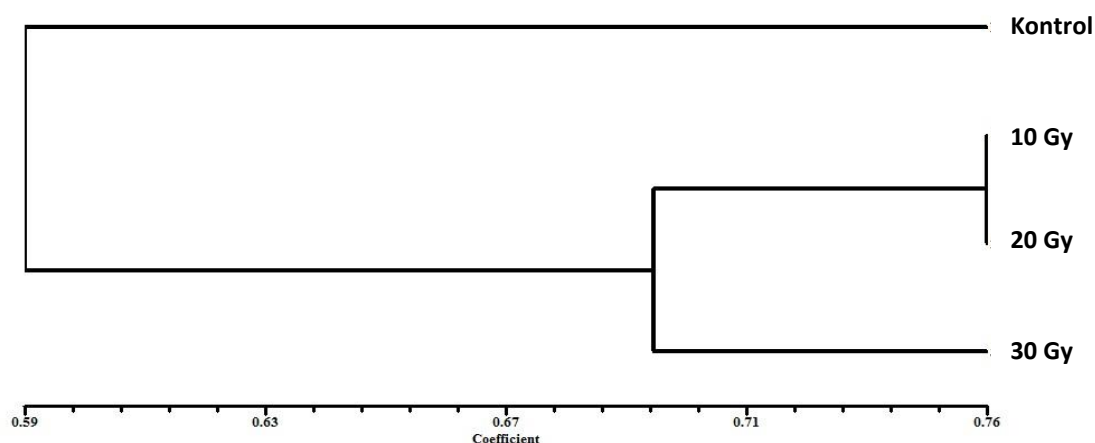
dengan menggunakan metode UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Means*) pada program NTSYS berdasarkan analisis cluster dari data kualitatif ciri morfologi. Nilai koefisien kemiripan menunjukkan kesamaan individu dalam suatu populasi (Tantasawat et al. 2010).

Dari dendrogram yang terlihat pada Gambar 3 menunjukkan hubungan kekerabatan dibagi menjadi dua kelompok dengan nilai koefisien kemiripan antara 0,59 - 0,76. Kelompok 1 terdiri dari tanaman dengan dosis 0 Gy (kontrol) dan kelompok 2 terdiri dari tanaman pada dosis 10,20 dan 30 Gy. Kekerabatan paling dekat terjadi pada tanaman dengan dosis 10 Gy dan 20 Gy yaitu memiliki koefisien kemiripan 0,76. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman dosis 10 Gy dan 20 Gy memiliki kesamaan ciri morfologi. Kekerabatan terjauh terjadi pada morfologi tanaman kelompok 1 (dosis 0 Gy) dan 2 yaitu dengan koefisien kemiripan 0,59. Jauhnya hubungan kekerabatan yang terjadi karena banyak perbedaan pada ciri morfologi. Untuk kepentingan pemuliaan tanaman, dosis 30 Gy merupakan dosis yang dapat dipilih karena cukup jauh kekerabatannya jika dengan tanaman pada dosis 0 Gy, 10 dan 20 Gy.

Koefisien kemiripan dikatakan jauh jika kurang dari 60%. Koefisien yang mendekati angka 1 atau 100% adalah untuk yang mirip sepenuhnya. Sedangkan koefisien yang mendekati angka nol memiliki kekerabatan yang jauh (Trimanto et al. 2010).

Kesimpulan

Dosis radiasi sinar gamma mempengaruhi ciri morfologi tanaman pisang raja bulu (kuantitatif dan kualitatif), sehingga berpotensi menghasilkan keragaman. Dosis radiasi 30 Gy menghambat pertumbuhan tanaman pisang, namun tingkat keragamannya lebih tinggi jika dibandingkan dengan dosis 10 dan 20 Gy. Tanaman pisang dosis 20 Gy memiliki sifat kuantitatif terbaik, tetapi keragamannya sangat rendah.



Gambar 3. Dendrogram hasil analisis ciri vegetatif tanaman pisang raja bulu berdasarkan karakter morfologi

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulhafiz F, Kayat F, Zakaria S. 2018. Effect of gamma irradiation on the morphological and physiological variation from In vitro individual shoot of banana cv. Tanduk (*Musa* spp.). *J Plant Biotechnol* 45: 140-145.
- Astutik. 2009. Peningkatan kualitas bibit pisang kepok melalui radiasi sinar gamma secara in vitro. *Buana Sains* 9 (1): 69-75.
- Banerjee A, Suprasanna P, Variyar PS, Sharma A. 2015. Gamma irradiation inhibits wound induced browning in shredded cabbage. *J Food Chem* 17: 38-44.
- Bermawie N, Laela N, Meilawati PS, Melati. 2015. Pengaruh iradiasi sinar gamma (^{60}Co) terhadap pertumbuhan dan produksi jahe putih kecil (*Zingiber officinale* var. *amarum*). *Jurnal Litri* 21 (2): 47-56.
- Crouch JH, Vuylsteke, Dirk, Ortiz, Rodomiro. 1998. Perspectives on the application of biotechnology to assist the genetic enhancement of plantain and banana (*Musa* spp.). *Intl Inst Trop Agric*. 1: 0717-3458
- Desai AS, Rao S. 2014. Effect of gamma radiation on germination and physiological aspects of pigeon pea (*Cajanus cajan* L. Mill sp.) seedlings. *Int J Res Appl Nat Soc Sci* 2 (6): 47-52.
- El-Sherif F, Khattab S, Ghoname E, Salem N, Radwan K. 2011. Effect of gamma irradiation on enhancement of some economic traits and molecular change in *Hibiscus sabdariffa* L. *Life Sci J* 8 (3): 220-229.
- Fauza H, Karmana MH, Rostini N, Mariska I. 2005. Pertumbuhan dan variabilitas fenotipik manggis hasil iradiasi sinar gamma. *Zuriat* 16 (2):133-144.
- Frison EA, Escalant JV, Sharrock S. 2004. The Global *Musa* Genomic Consortium. A boost for banana improvement. In: Jain SM, R. Swensen, (Eds.). *Banana Improvement: Cellular, Molecular Biology, and Induced Mutation*. Enfield. Sci. Publ. Inc. Halaman 341-350.
- Gunarto. 2009. Keragaan Fenotipik beberapa klon kentang G1 tahan penyakit layu bakteri. *Jurnal Sain dan Teknologi Indonesia* 11 (3): 193-198.
- Hameed A, Shah TM, Atta MB, Sayed H. 2008. Gamma irradiation effects on seed germination and growth, protei content, peroxidase and protease activity, lipid peroxidation in desi and kebuli chickpea. *Pakistan J Bot* 40: 1033-1041.
- Harten VAM. 1998. *Mutation Breeding Theory and Practical Application*. Press Syndicate of the University of Cambridge. UK.
- Hasbullah NA, Taha RM, Saleh A, Noraini M. 2012. Irradiation effect on in vitro organogenesis, callus growth and planlet development of *Gerbera jamesonii*. *Hort Brass* 30 (2): 252-257.
- Jan S, Parween T, Sidiqqi TO. 2012. Effect of gamma radiation on morphological, biochemical and physiological aspects of plant and plants products. *Environ Rev* 20 (1): 17-39.
- Kabeish R, Deef HE, El-Bialy N. 2015. Effect of gamma radiation on growth, oxidative stress, antioxidant system, and alliin producing gene transcripts in *Allium sativum*. *Intl J Res Stud Biosci* 3 (3): 161-174.
- Kharkwal MC, Shu QY. 2009. The Role of induced mutations in world food security. In: *Induced Plant Mutations in the Genomics Era, Proceedings of the International Joint FAO/IAEA Symposium IAEA, Rome 2009*.
- Kharkwal MC, Shu QY. 2009. The role of induced mutations in world food security. In: *Induced Plant Mutations in the Genomics Era, FAO, Rome*.
- Kovacs E, Keresztes A. 2002. Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cells. *Micron* 33: 199-210.
- Mbaye G, Soumboundou M, Diouf LAD, Ndong B, Djiboune AR, Sy PM, Diarra M. 2017. Evaluation of the effects of irradiation of peanut grain by a gamma-ray beam on culture. *Open J Biophys* 7-94.
- Medina F-IS, Amano E, Tano S. 2004. *Mutation Breeding Manual*. Forum For Nuclear Cooperation in Asia (FNCA), Japan.
- Megia R. 2005. *Musa* sebagai model genom. *Hayati* 12 (4): 167-170.
- Mudibu J, Nkongolo KKC, Kalonji, Mbuyi, Kizungu RV. 2012. Effect of gamma irradiation on morpho-agronomic characteristics of soybeans (*Glycine max* L.). *Am J Plant Sci* 3 (3): 331-337.
- Orbovic V, Calovic M, Viloria Z, Nielsen B, Grmitter F, Castle W, Grosser J. 2008. Analysis of genetic variability in various tissue culture derived lemon plant populations using RAPD and flow cytometry. *Euphytica* 161: 329-335.
- Paul RE, Duarte O. 2011. *Tropical Fruits*. Vol. 1. 2nd ed. CABI, Wallingford, UK.
- Piri I, Babayan M, Tavassoli A, Javaheri M. 2011. The use of gamma irradiation in agriculture. *African Journal of Microbiol Res* 5 (32): 5806-5811.
- Ploetz RC, Evans EA. 2015. Banana diseases and the future of the industry. *Hortic Rev* 43: 311-351.
- Predieri S. 2001. Mutation induction and tissue culture in Improving fruits. *J Plant Cell Tiss Org Cult* 64: 185-210.
- Rahimi MM, Bahrani A. 2011. Effect of gamma irradiation on qualitative and quantitative characteristics of Canola (*Brassica napus* L.). *Middle-East J Sci Res* 8 (2): 519-525.
- Santos EA, Souza MM, Viana AP, Almeida AAF, Freitas JCO, Lawinsky PR. 2011. Multivariate analysis of morphological characteristics of two species of passion flower with ornamental potential and of hybrids between them. *Genet Mol Res* 10 (4): 2457-2471.
- Songsri P, Suriham B, Sanitchon J, Srisawangwong S, Kesmla T. 2011. Effect of gamma radiation on germination and growth characteristic of hyscis nut (*Jatropha curcas* L.). *J Biol Sci* 11 (3): 268-274.
- Sukartini. 2007. Pengelompokan aksesori pisang menggunakan karakter morfologi IPGRI. *J Hort* 17 (1): 26-33.
- Suprasanna P, Sidha M, Bapat VA. 2009. Integrated approaches of mutagenesis and in vitro selection for crop improvement. In: *Plant Tissue Culture and Molecular Markers: Their Roles in Improving Crop Productivity*. Intl. Publ. House, India.
- Suwarno A, Noor AH, Lina H. 2013. Respon Pertumbuhan Planlet Anggrek *Phalaenopsis amabilis* L. var. Jawa candiochid akibat radiasi sinar gamma. *Unnes J Life Sci Indonesia* 2 (2): 78-84.
- Taheri S, Abdullah TL, Ahmad Z, Abdullah NAP. 2014. Effect of acute gamma irradiation on *Curcuma alismatifolia* varieties and detection of DNA polymorphsim through SSR markers. *BioMed Res Intl*. 2014: 631813, DOI: 10.1155/2014/631813
- Tantasawat P, Trongchuen J, Prajongjai T, Seehalak W, Jittayasothorn Y. 2010. Variety identification and comparative analysis of genetic diversity in yardlong bean (*Vigna unguiculata* spp. *sesquipedalis*) using morphological characters, SSR and ISSR analysis. *Scientia Horticulturae* 124: 204-216.
- Trimanto, Sajidan, Sugiyarto. 2010. Characterisation of taro (*Colocasia esculenta*) based on morphological and isozymic patterns markers. *Nusantara Biosci* 2 (1): 7-14.
- Wang P, Zhang Y, Zhao L, Mo B, Luo T. 2017. Effect of gamma rays on *sophora davidii* and detection of DNA polymorphsimn trough ISSR markers. *BioMed Res Int* 2017: 8576404, DOI: 10.1155/2017/8576404