

Scientific Article

KERAGAMAN MORFOLOGI HIBRID *Begonia sageaensis* Wiriad. x *Begonia galeolepis* Ardi & D.C. Thomas HASIL IRADIASI SINAR GAMMA

*Morphological variability of hybrid *Begonia sageaensis* Wiriad. x *Begonia galeolepis* Ardi & D.C. Thomas as results of gamma ray irradiation*

Sri Wahyuni^{**}, Hartutiningsih-M. Siregar^a, Yupi Isnaini^a, Sasanti Widiarsih^b, Ita Dwimahyani^b

^aPusat Riset Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya, dan Kehutanan-Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

Jl. Ir. H. Juanda No.13 Kota Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16003

^bPusat Riset Teknologi Proses Radiasi-Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440

Informasi Artikel

Diterima/Received : 13 Agustus 2021

Disetujui/Accepted : 3 April 2022

Diterbitkan/Published : 30 April 2022

*Koresponden E-mail :

sriwahyuni.krbogor@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.14203/bkr.v25i1.743>

Cara mengutip :

Wahyuni S, Siregar HM, Isnaini Y, Widiarsih S, Dwimahyani I. 2022. Keragaman morfologi hibrid *Begonia sageaensis* Wiriad. x *Begonia galeolepis* Ardi & D.C. Thomas hasil iradiasi sinar gamma. Buletin Kebun Raya 25(1): 22–33.

DOI: <https://doi.org/10.14203/bkr.v25i1.743>

Kontributor

Kontributor Utama/Main author:

Sri Wahyuni

Hartutiningsih-M. Siregar

Yupi Isnaini

Sasanti Widiarsih

Ita Dwimahyani

Kontributor Anggota/Author member:

-

Keywords: *Begonia sageaensis*, *Begonia galeolepis*, gamma ray irradiation, morphological variability

Kata Kunci: *Begonia sageaensis*, *Begonia galeolepis*, iradiasi sinar gamma, keragaman morfologi

Abstract

Hybridization and gamma ray irradiation have been used in several ornamental plant species to increase genetic variability. This study aimed to determine the effect of gamma ray irradiation on seed germination and determine the effect of hybridization and gamma ray irradiation on the morphological variability of *Begonia* from a hybrid of *B. sageaensis* Ardi x *B. galeolepis* D.C.Thomas. Gamma ray irradiation doses applied were 0, 15, 30, and 45 Gy. Observation of seed germination was carried out on the trait's first day of germination and the number of germinated seeds. Morphological observations were applied to vegetative characters and included eight quantitative dan 33 qualitative variables. Results showed that the dose of gamma rays used did not significantly affect the seed germination and the survival rate of seeds. Hybridization and gamma ray irradiation formed a new diversity grouped into nine: *Begonia* HM 1–HM 9. The analysis of variance showed that the dose of gamma ray irradiation had no significant effect on all observed quantitative vegetative characters. Results of the analysis of variance showed that the *Begonia* hybrid had a significant effect on plant height, stem diameter, plant width, leaf length, leaf width, petiole length, petiole diameter, and the number of leaves. Qualitative changes due to gamma ray irradiation include changes in variegated leaf colour. New variability was estimated both in hybridization and gamma ray irradiation.

Abstrak

Hibridisasi dan iradiasi sinar gamma telah banyak digunakan untuk meningkatkan keragaman genetik pada beberapa tanaman hias. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh iradiasi sinar gamma pada perkecambahan biji dan pengaruh hibridisasi dan iradiasi sinar gamma terhadap keragaman morfologi tanaman *Begonia* hibrid dari biji hasil silangan *B. sageaensis* Wiriad x *B. galeolepis* Ardi & D.C. Thomas. Dosis iradiasi sinar gamma yang digunakan adalah 0, 15, 30, dan 45 Gy. Pengamatan perkecambahan biji dilakukan untuk mengetahui perkecambahan biji pada hari pertama berkecambah dan jumlah biji yang berkecambah. Pengamatan morfologi dilakukan pada karakter vegetatif yang meliputi delapan peubah kuantitatif dan 33 peubah kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis sinar gamma yang digunakan tidak berpengaruh nyata pada hari pertama berkecambah dan persentase jumlah biji yang berkecambah. Perlakuan iradiasi sinar gamma dan persilangan membentuk keragaman baru yang dikelompokkan menjadi sembilan grup yaitu *Begonia* HM 1–HM 9. Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa dosis iradiasi sinar gamma tidak berpengaruh nyata pada semua karakter kuantitatif vegetatif yang diamati. Selanjutnya hasil analisis ragam menunjukkan bahwa *Begonia* hibrid berpengaruh nyata pada karakter kuantitatif yaitu tinggi tanaman, diameter batang, lebar tajuk, panjang daun, lebar daun, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, dan jumlah daun. Perubahan kualitatif akibat iradiasi sinar gamma antara lain daun menjadi variegata. Keragaman baru diduga terbentuk dari perpaduan iradiasi sinar gamma dan persilangan.

PENDAHULUAN

Begonia merupakan marga besar tumbuhan berbunga dari suku Begoniaceae. Marga ini diperkirakan memiliki anggota sekitar 1.870 jenis dan tersebar luas di daerah tropik dan subtropik, baik di dunia baru maupun dunia lama. *Begonia* merupakan tumbuhan liar yang biasa tumbuh di hutan-hutan basah pada tempat-tempat lembap, tanah berhumus, dan sedikit ternaungi pada ketinggian 900–2.300 m dpl. (Tebbitt 2005; Neale et al. 2006; Dewitte et al. 2011; Rajbhandary et al. 2011; Moonlight et al. 2018).

Begonia mudah dikenali karena mempunyai ciri-ciri spesifik, yaitu terna tegak, semak atau menjalar, batang berair dan helaian daun tidak simetris (*begoniifolia*) (Tebbitt 2005; Dewitte et al. 2011). Pada umumnya jenis-jenis *Begonia* dikenal sebagai tanaman hias, baik hias daun maupun hias bunga. Berdasarkan sudut pandang estetika, *Begonia* dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu *Begonia* berbunga indah dan *Begonia* berdaun indah (Krempkin 1993). Para pemulia *Begonia* bekerja berdasarkan pengelompokan ini. Menurut Hvoslef-Eide & Munster (2006), karakter morfologi yang harus diperhatikan pada program pemuliaan tanaman hias *Begonia* berdaun indah adalah keindahan bentuk dan variasi warna daun, kemulusan dan ketegaran daun, kekompakan susunan daun, kekokohan, keunikan, dan ketahanan terhadap penyakit.

Budidaya dan pemuliaan *Begonia* telah banyak dilakukan di Indonesia. Tujuan dari pemuliaan *Begonia* adalah terciptanya varietas-varietas baru *Begonia* berdaun indah. Tujuan ini sesuai dengan program pemuliaan *Begonia* di Kebun Raya Bogor yang merujuk pada klasifikasi pemuliaan *Begonia* berdaun indah (Siregar et al. 2018; Wahyuni & Siregar 2020). Salah satu varietas baru yang berhasil dirakit dan telah mendapat sertifikat Hak Perlindungan Varietas Tanaman (PVT) adalah *B. Lovely Jo*, yang merupakan hasil persilangan interspesifik antara *B. puspitae* Ardi & *B. pasamanesis* M. Hughes (Siregar & Ardi 2015). Selain itu telah dihasilkan beberapa varietas baru hasil persilangan yang telah didaftarkan ke Pendaftaran Varietas Hasil Pemuliaan, Pusat Perlindungan Varietas Tanaman dan Perizinan Pertanian, antara lain *B. Green Peltate*, *B. Natunapangean*, *B. Blirik*, *B. Fiandani*, *B. Longisilver*, *B. Longigreen*, *B. Masokui*, *B. Green Aegis* dan *B. Crested*. Namun demikian pemuliaan *Begonia* di Indonesia masih memerlukan usaha yang intensif untuk mendapatkan varietas-varietas baru. Varietas baru dapat dirakit melalui pembentukan keragaman genetik (Syukur et al. 2012). Pembentukan keragaman genetik yang luas dapat dilakukan dengan beberapa metode pemuliaan, yaitu introduksi, hibridisasi, seleksi, mutasi, dan bioteknologi (Syukur et al. 2012). Kebun Raya Bogor terus

melakukan upaya pengembangan tanaman *Begonia* sebagai tanaman hias daun dalam rangka konservasi dan peningkatan mutu tanaman koleksi, yaitu dengan cara merakit keragaman baru menggunakan teknik persilangan dan induksi mutasi.

Pemuliaan tanaman melalui mutasi telah menjadi metode pemuliaan yang sangat produktif. Teknik induksi mutasi merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam pemuliaan tanaman dan efektif untuk meningkatkan keragaman sumber daya genetik yang digunakan dalam perbaikan varietas tanaman (Gnanamurthy et al. 2012). Mutasi merupakan metode yang paling mudah untuk mendapatkan keragaman genetik dibandingkan dengan metode pemuliaan yang lain karena kemampuannya dalam mengubah beberapa karakter. Selain itu, melalui teknik ini dapat dihasilkan sifat-sifat baru yang unggul dan yang tidak dimiliki oleh tanaman induknya dengan hasil yang tak terduga (Aisyah 2009; Parry et al. 2009; Iwo et al. 2013).

Aplikasi induksi mutasi dapat menggunakan mutagen kimia maupun fisik. Mutagen fisik terutama sinar gamma lebih banyak digunakan dalam perakitan varietas (Dwimahyani & Widiarsih 2013). Induksi mutasi menggunakan sinar radiasi telah dicoba pada berbagai jenis tanaman hias yang diproduksi dan dijual seperti pada tanaman tulip, dahlia, bunga sepatu, mawar, bunga krisan, dianthus, lupin dan *Begonia*. Pemuliaan mutasi dapat membantu dalam pengembangan tanaman hias dengan meningkatkan keragaman genetik pada bentuk, warna, dan keseragaman bunga serta karakteristik fisiologis lainnya (Yamaguchi 2018; Anne & Lim 2020). Menurut Suprasanna & Nakagawa (2013), mutasi induksi dengan iradiasi sinar gamma pada tanaman berbiak vegetatif dapat diterapkan pada tanaman mint, tanaman berkayu, tanaman berumbi maupun tanaman hias. Pada tanaman *Begonia* telah dilaporkan sebanyak 25 varietas *Begonia* mutan telah dilepas, yaitu 11 varietas dari Amerika Serikat, enam dari Belanda, enam dari Jepang, dan dua dari Kanada. Sebanyak 19 varietas di antaranya merupakan hasil dari mutasi iradiasi sinar gamma. Karakter yang diperbaiki adalah warna bunga, warna daun, morfologi daun dan arsitektur tanaman (Maluszynski et al. 2000; Yamaguchi 2018; Anne & Lim 2020).

Sampai saat ini, belum ada laporan tentang *Begonia* mutan yang dihasilkan dari induksi mutasi dengan radiasi di Indonesia. Oleh karena itu, serangkaian kegiatan untuk mendapatkan varietas budidaya *Begonia* melalui persilangan *Begonia sageaensis* Wiriad. x *Begonia galeolepis* Ardi & D.C. Thomas. dan iradiasi sinar gamma pada biji-biji hasil silangannya telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengetahui pengaruh iradiasi sinar gamma pada perkecambahan biji hasil hibridisasi; (2) Mengetahui keragaman morfologi *Begonia* hibrid; dan (3)

Mengetahui pengaruh iradiasi sinar gamma pada biji hasil hibrid terhadap keragaman morfologi *Begonia* hibrid. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi kerangka dasar untuk kegiatan hibridisasi *Begonia* selanjutnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada Juni 2019–Desember 2020 di rumah kaca pembibitan, Kebun Raya Bogor, Pusat Riset Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya, dan Kehutanan-BRIN. Lokasi penelitian terletak pada ketinggian 250 m dpl. dengan suhu harian berkisar 28°–33 °C, dan kelembapan udara rumah kaca 60–90 %. Bahan yang digunakan adalah biji hasil silangan dari *Begonia sageaensis* Wiriad. x *Begonia galeolepis* Ardi & D.C. Thomas. Kedua tetua persilangan tersebut merupakan koleksi jenis baru Kebun Raya Bogor dari Pulau Halmahera dan Pulau Seram, Kepulauan Maluku (Wiriadinata 2011; Ardi & Thomas 2015). Perlakuan iradiasi sinar gamma dilakukan dengan *irradiator gammacell* dengan sumber Cobalt 60 di PAIR BATAN pada dosis 0, 15, 30, dan 45 Gy, masing-masing perlakuan diulang 3 kali, setiap ulangan sebanyak 100 biji.

Biji hasil radiasi ditanam pada media campuran kompos dan arang sekam. Campuran media tersebut dimasukkan ke dalam pot plastik diameter 10 cm dan disiram menggunakan air mendidih, kemudian ditutup plastik bening, dan dibiarkan selama 24 jam. Pot diletakkan di atas nampan yang berisi air untuk menjaga kelembapan. Hasil persemaian berupa bibit dipindahkan ke dalam pot berdiameter 10 cm pada lima bulan setelah tanam. Setelah bibit tumbuh lebih besar dipindahkan ke dalam pot berdiameter 25 cm pada delapan bulan setelah tanam dan dikelompokkan masing-masing dosis. Setelah tumbuh dewasa *Begonia* hibrid mutan dikelompokkan berdasarkan kemiripan morfologi. Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Setiap satuan percobaan terdiri atas tiga pot, dan masing-masing pot terdapat satu tanaman.

Pengamatan perkecambahan biji

Perkecambahan pada biji *Begonia* biasanya dimulai pada dua minggu pertama dari penyemaian biji (Neale et al. 2006). Pengamatan perkecambahan biji dilakukan pada peubah hari pertama biji berkecambah dan jumlah biji yang berkecambah. Pengamatan perkecambahan biji dilakukan pada saat biji mulai muncul radikula dan tumbuh hingga muncul dua daun (Nisak & Saputro 2017). Dalam penelitian ini, biji *Begonia* dihitung berkecambah jika telah muncul dua daun pertama. Pengamatan biji dilakukan setiap hari.

Pengamatan keragaman morfologi *Begonia* hibrid mutan

Pengamatan morfologi dilakukan pada peubah kuantitatif dan kualitatif. Pengamatan pada peubah kuantitatif, yaitu tinggi tanaman (cm), diameter batang (mm), lebar tajuk (cm), panjang daun (cm), lebar daun (cm), tebal daun (mm), panjang tangkai daun (cm), dan diameter tangkai daun (mm). Peubah kualitatif yang diamati sebanyak 33 peubah pada karakter vegetatif berdasarkan Panduan Pelaksanaan Uji (PPU) BUSS Kebaruan, Keunikan, Keseragaman dan Kestabilan *Begonia* (Hindarwati 2006; UPOV 2007; Kementerian Pertanian Republik Indonesia 2014). Pengamatan kualitatif pada warna daun dibandingkan dengan *RHS Colour Chart*.

Analisis data

Data peubah kuantitatif diuji dengan menggunakan uji F pada taraf nyata 5% dan 1%. Jika terdapat perbedaan yang nyata, maka untuk mengetahui jenis yang berpenampilan lebih baik dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*). Sidik ragam yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan Mattjik & Sumertajaya (2006). Analisis data menggunakan Microsoft Excel dan program SAS versi 9.4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkecambahan biji *Begonia*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hari pertama biji berkecambah berkisar pada 23–27 hari setelah tanam dengan nilai rata-rata pada kisaran 24–25 hari. Hasil analisis ragam tidak berbeda nyata pada peubah hari pertama berkecambah dan persentase jumlah biji yang berkecambah. Perlakuan iradiasi sinar gamma pada biji hasil silangan dari *B. sageaensis* x *B. galeolepis* tidak memperlihatkan pengaruh terhadap waktu berkecambah dan jumlah biji berkecambah (Tabel 1). Pada penelitian ini, persentase jumlah biji yang berkecambah berkisar antara 53,33%–75,33% (Tabel 2). Hasil penelitian Ito et al. (2007) menyatakan bahwa dosis optimum pada daya tumbuh relatif biji *Begonia* basah diduga pada kisaran 5–10 Gy dengan iradiasi menggunakan tembakan radiasi ion Ne dan N, sedangkan pada biji kering pada kisaran 10–20 Gy. Iradiasi pada kultur *in-vitro* dan stek daun pada *Begonia Coral Fantasy* diduga optimal pada dosis 5–10 Gy. Menurut Mugiono (1989), untuk memperoleh mutasi yang efektif diperlukan dosis radiasi tertentu, dan setiap jenis tanaman memerlukan dosis radiasi yang berbeda-beda. Hal senada juga diungkapkan oleh Darussalam (1989), bahwa penggunaan dosis paparan radiasi yang lebih rendah, tetapi cukup mampu menimbulkan efek genetik yang besar akan lebih baik hasilnya daripada memilih dosis radiasi yang lebih tinggi, tetapi banyak

menimbulkan kerusakan fisik. Perlakuan iradiasi sinar gamma pada biji tanaman *Marigold* pada dosis 0, 20, 40, 60, 80, dan 100 Gy menyebabkan penurunan daya tumbuh tanaman dibandingkan dengan tanaman kontrol, dengan daya tumbuh tanaman secara berturut-turut sebesar 100%, 80,33%, 71,83%, 63,67%, 59,67%, dan 51,50% (Kapoor et al. 2014). Benih (biji) *Anthurium* yang diradiasi sinar gamma dengan dosis 40 Gy hingga 160 Gy serta 190 Gy hingga 200 Gy tidak dapat berkecambah (Wegadara 2008).

Tabel 1. Kuadrat tengah peubah hari pertama berkecambah (hari setelah tanam) dan persentase jumlah biji berkecambah

| Sumber keragaman | db | Hari pertama berkecambah (HST) | Persentase jumlah biji berkecambah (%) |
|------------------|----|--------------------------------|----------------------------------------|
| Dosis radiasi | 3 | 0,53 ^{tn} | 288,44 ^{tn} |
| Galat | 6 | 3,19 | 138,77 |

Ket: tn = tidak berpengaruh nyata pada α 0,05 dan 0,01

Tabel 2. Nilai rata-rata jumlah hari pertama berkecambah (hari setelah tanam [HST]) dan persentase jumlah biji berkecambah (%)

| Dosis Radiasi Sinar gamma | Rata-rata hari pertama berkecambah (HST) | Persentase jumlah biji berkecambah (%) |
|---------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|
| 0 Gy | 25,00 | 75,33 |
| 15 Gy | 25,67 | 53,33 |
| 30 Gy | 25,00 | 66,67 |
| 45 Gy | 24,67 | 72,67 |

Keragaman morfologi *Begonia* hibrid mutan

Hibridisasi dan iradiasi sinar gamma membentuk keragaman baru pada hibrid yang dihasilkan pada

karakter vegetatif, antara lain bentuk daun, warna daun, dan corak daun (Gambar 1). Hibrid mutan dikelompokkan menjadi sembilan kelompok *Begonia* Hibrid Mutan (HM), yaitu *Begonia* HM1 (*Begonia* mirip *B. sagaensis*, tetua betina), *Begonia* HM2 (*Begonia* daun hijau polos), *Begonia* HM3 (*Begonia* daun hijau bintik), *Begonia* HM4 (*Begonia* dua warna hijau kemerahan), *Begonia* HM5 (*Begonia* daun kemerahan bintik), *Begonia* HM6 (*Begonia* daun kemerahan polos), *Begonia* HM7 (*Begonia* daun ada variegata), *Begonia* HM8 (*Begonia* daun hijau kemerahan mengikuti tulang daun) dan *Begonia* HM9 (*Begonia* mirip *B. galeolepis*, tetua jantan). Sampai dengan akhir pengamatan diperoleh 139 tanaman yang terdiri atas 15 hibrid dan 124 hibrid mutan. Jumlah hibrid terbanyak terdapat dalam kelompok HM1, yaitu 38 tanaman, disusul oleh kelompok HM5 sebanyak 33 tanaman dan paling sedikit adalah HM7 (Tabel 3).

Biji hasil hibridisasi yang diberi perlakuan iradiasi sinar gamma dengan dosis 0 Gy (kontrol) menghasilkan 6 hibrid, yaitu HM1, HM3, HM4, HM5, HM6, dan HM9. Sedangkan hasil iradiasi dengan sinar gamma pada dosis 15, 30, dan 45 Gy menunjukkan jumlah hibrid yang lebih banyak, yaitu 8, 9, dan 9 hibrid. Hal ini diduga kombinasi hibridisasi dan perlakuan induksi mutasi sinar gamma pada *B. sagaensis* x *B. galeolepis* menghasilkan karakter-karakter baru pada keturunannya. Jenis persilangan antara *B. sagaensis* x *B. galeolepis* termasuk persilangan antar jenis, dan keduanya termasuk dalam satu seksi yang sama yaitu *Petermannia* (Moonlight et al. 2018). Mutagenesis sinar gamma dapat menghasilkan mutasi fenotipik yang besar karena mengakibatkan delesi skala besar dan kadang juga rekonstitusi kromosom (Dumanovic et al. 1968).

Tabel 3. Sebaran tanaman *Begonia* mutan hibrid pada setiap dosis iradiasi sinar gamma

| Keragaan | Jumlah tanaman pada setiap dosis iradiasi gamma | | | | Jumlah |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| | 0 Gy | 15 Gy | 30 Gy | 45 Gy | |
| <i>Begonia</i> HM1 | 5 | 15 | 12 | 6 | 38 |
| <i>Begonia</i> mirip <i>B. sagaensis</i> (tetua betina) | | | | | |
| <i>Begonia</i> HM2 | - | 1 | 3 | 5 | 9 |
| <i>Begonia</i> daun hijau polos | | | | | |
| <i>Begonia</i> HM3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 10 |
| <i>Begonia</i> daun hijau bintik | | | | | |
| <i>Begonia</i> HM4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 10 |
| <i>Begonia</i> dua warna (hijau kemerahan) | | | | | |
| <i>Begonia</i> HM5 | 3 | 11 | 13 | 6 | 33 |
| <i>Begonia</i> daun kemerahan bintik | | | | | |
| <i>Begonia</i> HM6 | 1 | 2 | 4 | 3 | 10 |
| <i>Begonia</i> daun kemerahan polos | | | | | |
| <i>Begonia</i> HM7 | - | 1 | 3 | 2 | 4 |
| <i>Begonia</i> daun ada variegata | | | | | |
| <i>Begonia</i> HM8 | - | - | 3 | 4 | 7 |
| <i>Begonia</i> daun hijau kemerahan mengikuti tulang daun | | | | | |
| <i>Begonia</i> HM9 | 1 | 6 | 11 | 1 | 18 |
| <i>Begonia</i> mirip <i>B. galeolepis</i> (tetua jantan) | | | | | |
| Jumlah | 15 | 32 | 37 | 26 | 139 |

Tabel 4. Kuadrat tengah karakter vegetatif *Begonia* berdasarkan dosis iradiasi sinar gamma

| Sumber keragaman | db | tinggi tanaman (cm) | Lebar Tajuk (cm) | Diameter batang (mm) | Panjang ruas batang (cm) | Panjang tangkai daun (cm) | Diameter tangkai daun (mm) | Panjang daun (cm) | Lebar daun (cm) | Tebal daun (mm) | Jumlah Cabang | Jumlah Daun |
|----------------------------|----|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| Dosis iradiasi sinar gamma | 3 | 46,84 ^{tn} | 11,99 ^{tn} | 0,15 ^{tn} | 2,25 ^{tn} | 0,92 ^{tn} | 0,12 ^{tn} | 1,42 ^{tn} | 2,04 ^{tn} | 0,0001 ^{tn} | 0,18 ^{tn} | 3,91 ^{tn} |
| Galat | 9 | 83,76 | 69,66 | 1,36 | 1,43 | 16,91 | 1,17 | 9,61 | 77,20 | 0,0002 | 0,19 | 4,57 |

Ket: ^{tn} = tidak berpengaruh nyata pada α 0,05 dan 0,01

Tabel 5. Kuadrat tengah karakter vegetatif *Begonia* berdasarkan tetua dan hibridnya

| Sumber keragaman | db | Tinggi tanaman (cm) | Diameter batang (mm) | Lebar Tajuk (cm) | Panjang ruas batang (cm) | Panjang daun (cm) | Lebar daun (cm) | Tebal daun (mm) | Panjang tangkai daun (cm) | Diameter tangkai daun (mm) | Jumlah Cabang | Jumlah Daun |
|-----------------------------------|----|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|
| <i>Begonia</i> (tetua dan hibrid) | 8 | 317,34 ^{**} | 172,75 [*] | 3,86 ^{**} | 3,08 ^{tn} | 50,08 ^{**} | 2,70 [*] | 26,41 ^{tn} | 19,28 [*] | 0,001 ^{tn} | 2,06 ^{tn} | 105,33 ^{**} |
| Galat | 16 | 57,58 | 74,55 | 0,97 | 2,62 | 14,20 | 0,68 | 5,27 | 7,62 | 0,09 | 1,86 | 13,8 |

Ket: * = berpengaruh nyata pada α 0,05; ** = berpengaruh nyata pada α 0,01

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa dosis iradiasi sinar gamma tidak berpengaruh nyata pada semua karakter kuantitatif yang diamati (Tabel 4). Selanjutnya, hasil analisis sidik ragam memperlihatkan bahwa tetua dan hibrid mutan berpengaruh nyata pada tinggi tanaman, diameter batang, lebar tajuk, panjang daun, lebar daun, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, dan jumlah daun, tetapi tidak berpengaruh nyata pada panjang ruas batang, tebal daun, dan jumlah cabang (Tabel 5). Hal ini menggambarkan bahwa hibridisasi lebih berpengaruh dalam membentuk keragaman morfologi karakter kuantitatif pada hibrid yang dihasilkan dibandingkan dengan perlakuan iradiasi sinar gamma.

Begonia hibrid mutan yang memperlihatkan karakter tertinggi dibandingkan dengan *Begonia* HM lain dan tetuanya ditunjukkan pada Tabel 6. Tanaman tertinggi ditunjukkan *Begonia* HM5 dan *B. galeolepis*. Tajuk terlebar ditunjukkan oleh *Begonia* HM3 dan *B. galeolepis*. Diameter batang terbesar ditunjukkan oleh *Begonia* HM3, namun tidak berbeda nyata dengan *Begonia* HM5, *Begonia* HM6, *Begonia* HM9, *B. galeolepis*, *Begonia* HM8 dan *Begonia* HM1. Panjang tangkai daun terpanjang ditunjukkan oleh *Begonia* HM3, *Begonia* HM 4 dan *B. galeolepis*. Diameter tangkai daun terbesar ditunjukkan oleh *Begonia* HM3. Daun terpanjang ditunjukkan oleh *Begonia* HM1. Daun terlebar ditunjukkan oleh *Begonia* HM5. Jumlah daun terbanyak ditunjukkan oleh *B. galeolepis* dan *Begonia* HM5.

Tabel 6. Nilai tengah peubah kuantitatif vegetatif pada *Begonia*

| Keragaan | Tinggi tanaman (cm) | Lebar tajuk (cm) | Diameter batang (mm) | Panjang tangkai daun (cm) | Diameter tangkai daun (mm) | Panjang daun (cm) | Lebar daun (cm) | Jumlah Daun |
|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| <i>Begonia</i> HM1 | 33,40 ^{bcd} | 33,46 ^{abc} | 7,99 ^a | 10,60 ^{abcd} | 4,39 ^{abcd} | 25,23 ^a | 15,23 ^{abc} | 10,66 ^{cde} |
| <i>Begonia</i> HM2 | 22,16 ^e | 35,13 ^{abc} | 6,84 ^{ab} | 7,66 ^{bcd} | 3,03 ^d | 21,01 ^{ab} | 11,43 ^{bcd} | 16,00 ^{bc} |
| <i>Begonia</i> HM3 | 43,00 ^{abc} | 49,67 ^a | 8,73 ^a | 16,36 ^a | 5,86 ^a | 22,30 ^{ab} | 16,03 ^{ab} | 14,00 ^{bcd} |
| <i>Begonia</i> HM4 | 30,83 ^{cde} | 35,50 ^{abc} | 6,90 ^{ab} | 15,46 ^a | 4,77 ^{abc} | 19,50 ^{bc} | 13,13 ^{abcd} | 9,00 ^{cd} |
| <i>Begonia</i> HM5 | 52,73 ^a | 46,16 ^{ab} | 8,34 ^a | 13,06 ^{abc} | 5,10 ^{ab} | 20,06 ^{bc} | 17,83 ^a | 19,33 ^{ab} |
| <i>Begonia</i> HM6 | 42,67 ^{abc} | 41,33 ^{abc} | 8,25 ^a | 14,46 ^{ab} | 4,76 ^{abc} | 21,56 ^{ab} | 14,70 ^{abcd} | 14,33 ^{bcd} |
| <i>Begonia</i> HM7 | 28,00 ^{de} | 31,33 ^{bc} | 5,47 ^b | 7,00 ^{cd} | 3,45 ^{cd} | 16,50 ^{cd} | 10,36 ^{cd} | 8,67 ^{de} |
| <i>Begonia</i> HM8 | 42,00 ^{abcd} | 46,67 ^{ab} | 7,65 ^a | 14,16 ^{ab} | 4,10 ^{bcd} | 20,73 ^{bc} | 13,80 ^{abcd} | 8,66 ^{de} |
| <i>Begonia</i> HM9 | 28,67 ^{cde} | 33,00 ^{abc} | 8,50 ^a | 14,20 ^{ab} | 4,93 ^{abc} | 20,00 ^{bc} | 14,46 ^{abcd} | 5,33 ^e |
| <i>B. sageaensis</i> | 21,33 ^e | 28,66 ^c | 5,74 ^b | 5,33 ^d | 4,44 ^{abcd} | 13,76 ^d | 9,73 ^d | 6,00 ^e |
| <i>B. galeolepis</i> | 45,67 ^{ab} | 48,33 ^a | 8,40 ^a | 17,50 ^a | 4,90 ^{abc} | 20,26 ^{bc} | 16,13 ^{ab} | 24,66 ^a |

Ket: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT taraf 5%

Persilangan dan iradiasi gamma pada penelitian ini mempengaruhi perubahan karakter kuantitatif dan kualitatif. Perubahan kualitatif akibat iradiasi sinar gamma, antara lain perubahan daun menjadi variegata tampak pada *Begonia* HM7, dengan daun bercak putih variegata pada perlakuan dosis 15, 30, dan 45 Gy. Selain itu, bentuk daun menjadi tidak beraturan, tidak simetris

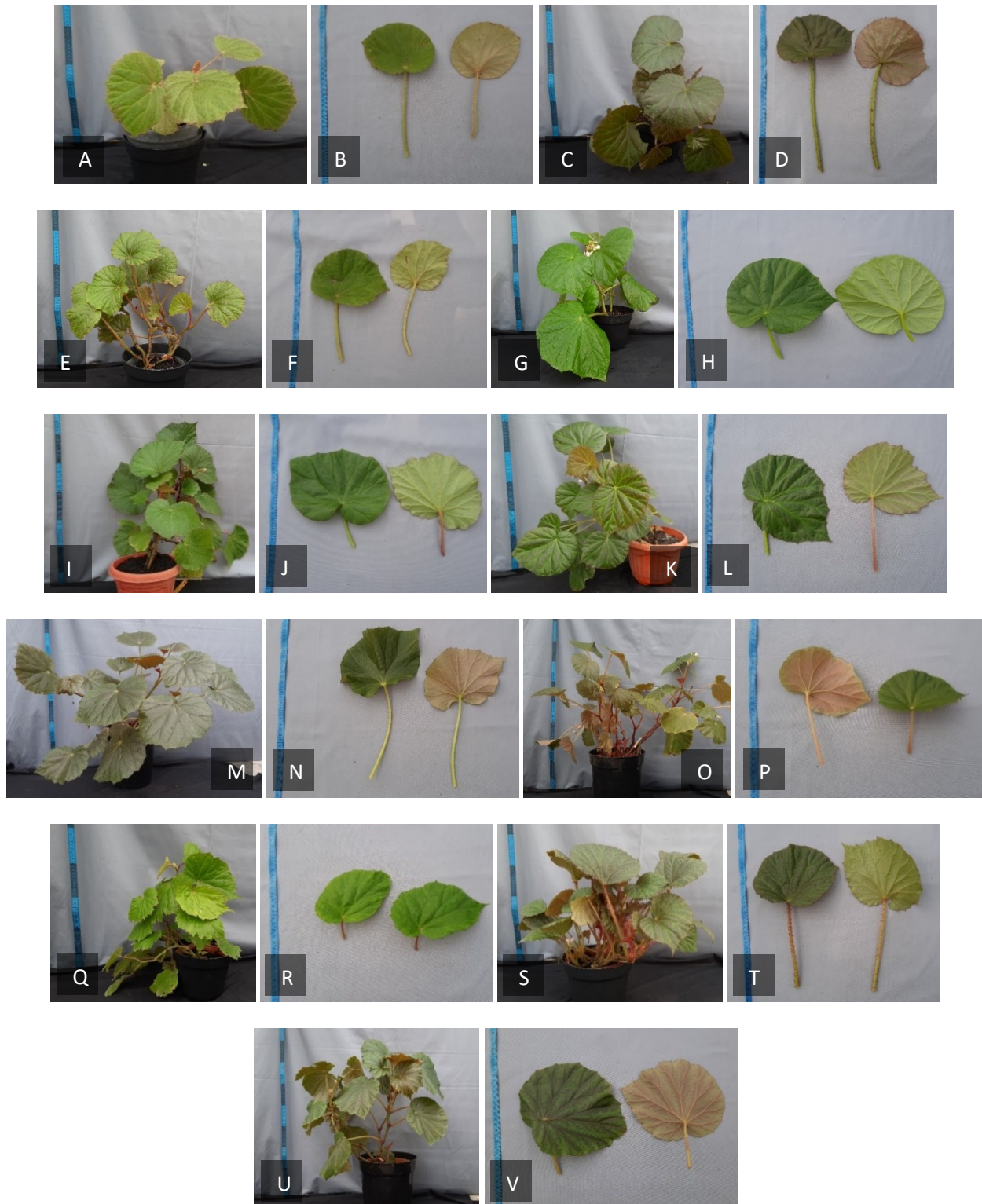
dengan bagian pinggiran daun bergerigi ganda dan berbeda dengan morfologi daun lainnya. Perubahan daun menjadi daun variegata ini tidak ditemukan pada hibrid hasil hibridisasi tanpa perlakuan iradiasi sinar gamma (dosis 0 Gy). Maluszynski et al. (2000) melaporkan bahwa iradiasi sinar gamma telah digunakan untuk menghasilkan varietas mutan baru *Begonia* di Amerika, Jepang, Belanda

Tabel 7. Keragaman hibrid mutan dibandingkan dengan tetuanya

| No | Karakter/Spesies | <i>B. sageaensis</i> | <i>B. galeolepis</i> | <i>Begonia</i> HM1 | <i>Begonia</i> HM2 | <i>Begonia</i> HM3 | <i>Begonia</i> HM4 | <i>Begonia</i> HM5 | <i>Begonia</i> HM6 | <i>Begonia</i> HM7 | <i>Begonia</i> HM8 | <i>Begonia</i> HM9 |
|----|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 1 | Kedudukan tanaman | Merayap | Semi tegak | Merayap | Tegak | Tegak | Tegak | Tegak | Tegak | Semi Tegak | Merayap | Tegak |
| 2 | Tinggi tanaman (cm) | Pendek (15,0-25,0) | Pendek (43,0-49,0) | Pendek (28,0-42,0) | Pendek (9,0-29,5) | Pendek (34,0-45,0) | Pendek (18,5-37,0) | Pendek (45,2-62,0) | Pendek (41,0-45,0) | Pendek (22,0-35,0) | Pendek (39,0-45,0) | Pendek (27,0-32,0) |
| 3 | Lebar tanaman (cm) | Sedang (18,0-39,0) | Sedang (46,0-50,0) | Sedang (23,0-39,4) | Sedang (26,0-40,0) | Sedang (46,0-56,0) | Sedang (26,6-40,0) | Sedang (23,0-39,4) | Sedang (29,0-57,0) | Sedang (26,5-40,0) | Sedang (45,0-49,0) | Sedang (30,0-38,0) |
| 4 | Daun: Ukuran helai (cm) | Sedang (11,6-15,3 x 9,2-25,0) | Sedang (16,5-23,2 x 13,9-18,0) | Sedang (14,0-25,0 x 9,2-25,0) | Sedang (6,0-23,5 x 5,0-16,5) | Sedang (20,5-23,5 x 15,5-18,8) | Sedang (19,5 x 11,0-14,2) | Sedang (14,2 - 25,5 x 9,2-20,0) | Sedang (19,5 - 25,2 x 13,0-17,8) | Sedang (15,5 - 17,5 x 9,2-12,4) | Sedang (19,5 - 22,5 x 12,5-14,9) | Sedang (19,5 - 12,0 x 13,7-15,2) |
| 5 | Daun: Ketebalan | Tipis | Sedang | Sedang | Tipis | Sedang | Sedang | Sedang | Tipis | Sedang | Sedang | Tipis |
| 6 | Posisi tangkai daun terhadap helaian daun | Pinggir | Pinggir | Pinggir | Pinggir | Pinggir | Pinggir | Pinggir | Pinggir | Pinggir | Pinggir | Pinggir |
| 7 | Bentuk helaian daun | Bulat telur | Bulat sampai bulat telur | Bulat telur | Bulat telur | Bulat telur | Bulat telur | Bulat telur | Bulat telur | Bulat telur | Bulat telur | Bulat telur |
| 8 | Pangkal daun | Menjantung | Saling bertaut | Menjantung | Saling bertaut | Menjantung | Menjantung | Saling bertaut | Saling bertaut | Saling bertaut | Menjantung | |
| 9 | Ujung daun | Tumpul | Melancip | Lancip | Lancip | Lancip | Melancip | Lancip | Lancip | Tumpul-Lancip | lancip | |
| 10 | Torehan daun | Tidak ada (Mengutuh) | Dangkal (Bergigi beraturan) | Tidak ada (Mengutuh) | Tidak ada (Mengutuh) | Dangkal (Mengutuh sampai bergigi beraturan) | Tidak ada (Mengutuh) | Tidak ada (Mengutuh) | Tidak ada (Mengutuh) | Dangkal (Menggergaji) | Tidak ada (Mengutuh) | Tidak ada (Mengutuh) |
| 11 | Pinggiran daun | Bergerigi | Bergigi | Bergerigi | Bergigi | Bergigi | Bergigi | Bergerigi | Bergigi | Menggergaji | Bergigi | Bergerigi |
| 12 | Jumlah warna pada permukaan atas daun | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 13 | Warna dasar permukaan bagian atas | Hijau (<i>Yellow Green group 146 C: Moderate yellow green</i>) | Hijau kemerahan pucat (<i>Green group 137 A: Greeyish olive green</i>) | Hijau terang (<i>Yellow green group 146 A: Moderate olive green</i>) | Hijau (<i>Green group 143 A: Strong Yellow green</i>) | Hijau (<i>Yellow Green group 147 A: Moderate olive green</i>) | Hijau (<i>Greyed green group G191 A: Greyish yellow green</i>) | Hijau Kemerahan (Grey brown NN 199 A) | Merah (<i>Greyed purple group G183 B: Moderate Red</i>) | Hijau (<i>Green group N 137 B: Moderate olive green</i>) | Hijau kemerahan pucat (<i>Green group 137 A: Greeyish olive green</i>) | Hijau (<i>Greyed green group G191: Greyish yellow green A</i>) |
| 14 | Warna sekunder permukaan bagian atas | Tidak Ada | Hijau kemerahan (<i>Greyed orange group 165 A: moderate brown</i>) | Tidak Ada | Tidak Ada | Hijau (<i>Yellow Green group 147 C: Moderate yellow green</i>) | Merah (<i>Greyed purple group G183 B: Moderate red</i>) | Perak (<i>Greyed green group 193 A: Pale yellow green</i>) | Tidak Ada | Tidak Ada | Tidak Ada | Merah(<i>Greyed purple group G183 B: Moderate red</i>) |
| 15 | Distribusi warna sekunder | Tidak Ada | Di antara pertulangan | Tidak Ada | Tidak Ada | Tidak Ada | Di antara tulang daun | Tidak Ada | Tidak Ada | Tidak Ada | Tidak Ada | Tidak Ada |

| No | Karakter/Spesies | <i>B. sageaensis</i> | <i>B. galeolepis</i> | <i>Begonia</i> HM1 | <i>Begonia</i> HM2 | <i>Begonia</i> HM3 | <i>Begonia</i> HM4 | <i>Begonia</i> HM5 | <i>Begonia</i> HM6 | <i>Begonia</i> HM7 | <i>Begonia</i> HM8 | <i>Begonia</i> HM9 |
|----|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 16 | permukaan atas Varigasi pada permukaan atas | Tidak Ada | Tidak Ada | Tidak Ada | Tidak Ada | Tidak Ada | Tidak Ada | Tidak Ada | Tidak Ada | Ada, tetapi tidak pada semua daun | Tidak Ada | Tidak Ada |
| 17 | Distribusi warna di sekitar tulang daun permukaan atas | Tidak Ada | Tidak Ada | Tidak Ada | Tidak Ada | Sempit | Sempit | Sempit | Sempit | Sempit | Tidak ada | Sedang |
| 18 | Daun: warna pertulangan daun pada permukaan atas | Hijau (<i>Yellow Green group 146 A: Moderate olive green</i>) | Hijau (<i>Green group 137 C: Moderate yellow green</i>) | Hijau pucat (<i>Yellow green group 145 A: Yellow green strong</i>) | Hijau pucat (<i>Yellow green group 144 C: Strong yellow green</i>) | Hijau: (<i>Yellow green group 147 D: Moderate yellow green</i>) | Hijau (<i>Yellow green group 144 C: Strong yellow green</i>) | Abu-abu (<i>Grey brown N 199 C: Moderate yellowish brown</i>) | Abu-abu orange (<i>Greyed orange N 167 A: Brownish orange</i>) | Hijau (<i>Green group N 138 C: Moderate yellow green</i>) | Hijau <i>Green group 138 C: Pale green</i>) | Abu-abu (<i>Greyed orange group N 167 A moderate orange</i>) |
| 19 | Daun: Intensitas rambut pada permukaan atas daun | Lebat | Tidak ada | Sedang | Jarang | Tidak ada | Jarang | Sangat jarang/gundul | Sangat jarang/gundul | Jarang | Sedang | Sangat jarang/gundul |
| 20 | Daun: tekstur rambut pada permukaan atas daun | Halus (<i>puberulous</i>) | Sisik (<i>Scale</i>) | Halus (<i>puberulous</i>) | Halus (<i>puberulous</i>) | Tidak ada | Halus (<i>puberulous</i>) | Halus (<i>puberulous</i>) | Halus (<i>puberulous</i>) | Halus (<i>puberulous</i>) | Halus (<i>puberulous</i>) | Sisik (<i>Scale</i>) |
| 21 | Daun: warna primer permukaan bawah | Hijau pucat: (<i>Yellow green 148 C: Greyish yellow green</i>) | Hijau kemerahan (<i>Greyed orange group 165 A: moderate brown</i>) | Hijau pucat (<i>Yellow green group 145 A</i>) | Hijau pucat (<i>Yellow green group 145 A</i>) | Merah: (<i>Greyed orange group 176 B: Greyish red</i>) | Hijau (<i>Yellow green 148 C: greyish yellow green</i>) | Hijau Kemerahan (<i>Greyed orange 141 C: Strong yellow green</i>) | Merah (<i>Greyed red group 178 B: Dark reddish orange</i>) | Hijau (<i>Green group N 138 C: Moderate yellow green</i>) | Hijau (<i>Green group 137 B: Moderate olive green</i>) | Merah (<i>Greyed red group 178 B: Dark reddish orange</i>) |
| 22 | Daun: warna sekunder permukaan bagian bawah | Tidak ada | Tidak ada | Tidak ada | Tidak ada | <i>Yellow green group 147 C: Moderate yellow green</i> | Tidak ada | Tidak ada | Tidak ada | Tidak ada | Tidak ada | Tidak ada |
| 23 | Daun: Sebaran rambut pada permukaan bawah daun | Hanya di pertulangan daun | Hanya di pertulangan daun | Seluruh permukaan daun | Hanya di pertulangan daun | Hanya di pertulangan daun | Hanya di pertulangan daun | Hanya di pertulangan daun | Diantara pertulangan daun | Diantara pertulangan daun | Diseluruh permukaan daun | Diantara pertulangan daun |
| 24 | Panjang tangkai daun (cm) | Sedang (19,0-26,0) | Pendek (15,5-19,0) | Pendek (7,5-12,5) | Pendek (3,5-12,0) | Sedang (15,0-21,0) | Sedang (12,5-14,5) | Pendek (8,0-18,5) | Pendek (6,5-7,5) | Pendek (10,5-17,5) | Pendek (7,5-12,5) | Pendek (7,5-12,5) |
| 25 | Tangkai daun: warna | Hijau pucat: (<i>Yellow green group 145 B: Light yellow green</i>) | Hijau (<i>Green group 137 C: Moderate yellow green</i>) | Hijau pucat: (<i>Yellow green group 145 A: Strong yellow green</i>) | Merah (<i>Greyed orange group 172 B: Dark reddish orange</i>) | Hijau pucat (<i>Yellow green group 147 D: Moderate yellow green</i>) | Hijau kemerahan (<i>Yellow green group 145 C: Light yellow green</i>) | Hijau kemerahan (<i>Yellow green group 145 C: Light yellow green</i>) | Hijau kemerahan (<i>Yellow green group 145 C: Light yellow green</i>) | Kemerahan (<i>Greyed Red group 182 B: greyish red</i>) | Hijau (<i>Green group 138 B: Moderate yellow green</i>) | Hijau kemerahan (<i>Yellow green group 145 C: Light yellow green</i>) |
| 26 | Tangkai daun: | Sedang | Sedang | Sedang | Jarang | Tidak ada | Jarang | Jarang | Jarang | Jarang | Sedang | Jarang |

| No | Karakter/Spesies | <i>B. sageaensis</i> | <i>B. galeolepis</i> | <i>Begonia</i> HM1 | <i>Begonia</i> HM2 | <i>Begonia</i> HM3 | <i>Begonia</i> HM4 | <i>Begonia</i> HM5 | <i>Begonia</i> HM6 | <i>Begonia</i> HM7 | <i>Begonia</i> HM8 | <i>Begonia</i> HM9 |
|----|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 27 | sebaran rambut Tangkai daun: rambut (tekstur rambut) | Halus (<i>puberulous</i>) | Sisik (<i>Scale</i>) | Halus (<i>puberulous</i>) | Halus (<i>puberulous</i>) | Tidak ada | Sisik (<i>Scale</i>) | Halus (<i>puberulous</i>) | Halus (<i>puberulous</i>) | Halus (<i>puberulous</i>) | Sisik (<i>Scale</i>) | Halus |
| 28 | Tangkai daun: warna rambut | Merah (<i>Red purple group</i> 65 A: <i>Moderate purplish pink</i>) | Merah (<i>Red purple group</i> 60 A: <i>Deep red</i>) | Merah (<i>Greyed red group 180</i> A: <i>Moderate red</i>) | Merah (<i>Orange white group 172 B:</i> Dark reddish orange) | Hijau pucat (<i>Yellow green group 147 D:</i> <i>Moderate yellow green</i>) | Hijau kemerahan (<i>Yellow white green 159 A</i>) | Hijau kemerahan (<i>Greyed orange N70:</i>) | Hijau kemerahan (<i>Greyed orange N71</i>) | Hijau kemerahan (<i>Yellow white green 159 A: Light yellowish pink</i>) | Kemerahan (<i>Greyed purple group 182 A: Moderate red</i>) | Hijau kemerahan (<i>Greyed orange N71</i>) |



Gambar 1. Keragaman morfologi *Begonia* hibrid mutan: (A–B) *B. sageaensis*, (C–D) *B. galeolepis*, (E–F) *Begonia* HM1, (G–H). *Begonia* HM2, (I–J) *Begonia* HM3, (K–L) *Begonia* HM4, (M–N) *Begonia* HM5, (O–P). *Begonia* HM6, (Q–R) *Begonia* HM7 (S–T) *Begonia* HM8, dan (U–V) *Begonia* HM9

dan Canada. Varietas mutan *Begonia* yang dihasilkan antara lain *Begonia Kaede-Iron*, *Big-Cross*, *Gin-Sei*, dan *Ryoku-Ha* (Jepang) dengan karakter yang diperbaiki adalah morfologi dan warna daun. Sebagian besar varietas mutan *Begonia* yang dihasilkan di Amerika dan Belanda memiliki perbaikan pada karakter bunga, seperti peningkatan jumlah mahkota, ukuran, dan warna bunga pada varietas mutan *Aphrodite Joy*, *Aphrodite Peach*, *Elegance Red Elegance*, *Rose Elegance* (Amerika),

Manila, *Manita*, *Manolito*, *Tiara* (Belanda), *Northern Sunset*, dan *Sanred* (Canada). Varietas mutan *Begonia* lain yang dihasilkan memperlihatkan perbaikan karakter vigor tanaman, arsitektur tanaman, dan kekerdilan (*dwarfness*) atau mengubah ukuran tanaman menjadi mini.

Hasil penelitian Kusuma & Dwimahyani (2013) pada mutan Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*) dosis 12,5–20 Gy menunjukkan adanya perubahan bentuk daun yaitu dalam satu batang tanaman, sebagian

permukaan daunnya normal, sebagian bentuknya tidak beraturan (bergelombang/keriting), dan sebagian ditemukan berupa *uneven lamina* (daun dengan diameter dan panjang urat daun di kedua sisi tidak sama). Perubahan-perubahan karakter kuantitatif dan kualitatif lainnya diduga sebagai hasil keragaman hasil persilangan dan kombinasi persilangan dan iradiasi sinar gamma. Hasil penelitian mutasi induksi fisik dengan iradiasi sinar gamma pada tanaman hias daun *Coleus blumei* Benth. ungu/hijau dengan dosis iradiasi 20+20 Gy, 22,5+22,5 Gy, 25+25 Gy, dan 27,5+27,5 Gy mampu menghasilkan lima mutan putatif berdasarkan perubahan warna dan corak daun (Togatorop 2016; Sari et al. 2017). Iradiasi sinar gamma dengan dosis 10 Gy, 20 Gy, 30 Gy, 40 Gy, 50 Gy, dan 60 Gy juga berpengaruh terhadap jumlah tunas, luas daun, persentase tumbuh tanaman, warna dan corak daun tanaman lidah mertua (Rohmah 2019).

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk melakukan seleksi dan perbanyakkan pada *Begonia* Hibrid Mutan HM 1–HM 9 (Tabel 7 & Gambar 1) untuk memperoleh hibrid mutan dengan penampilan karakter yang stabil sehingga dapat didaftarkan sebagai varietas *Begonia* mutan baru.

KESIMPULAN

Dosis sinar gamma yang digunakan tidak berpengaruh nyata pada hari pertama berkecambah dan persentase jumlah biji yang berkecambah. Perlakuan iradiasi sinar gamma dan persilangan membentuk keragaman baru yang dikelompokkan menjadi sembilan grup, yaitu *Begonia* HM 1 hingga HM 9. Hasil analisis sidik ragam memperlihatkan bahwa dosis iradiasi sinar gamma tidak berpengaruh nyata pada semua karakter kuantitatif vegetatif yang diamati. *Begonia* hibrid mutan berpengaruh nyata pada karakter tinggi tanaman, diameter batang, lebar tajuk, panjang daun, lebar daun, panjang tangkai daun, diameter tangkai daun, dan jumlah daun. Perubahan kualitatif akibat iradiasi sinar gamma antara lain daun menjadi variegata. Keragaman baru diduga terbentuk dari perpaduan hibridisasi dan iradiasi sinar gamma. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk melakukan seleksi dan perbanyakkan pada *Begonia* Hibrid Mutan HM 1–HM 9 untuk memperoleh *Begonia* hibrid mutan yang dapat didaftarkan sebagai varietas mutan baru.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI, Kepala PAIR BATAN dan staf pelaksana radiasi, rekan-rekan di Unit Kerja Pembibitan Kebun Raya Bogor, terutama kepada Sdr. Wisnu H. Ardi atas *sharing* ilmunya,

Bapak Faturahman dan rekan-rekan yang membantu dalam pemeliharaan koleksi serta rekan peneliti yang telah membawa koleksi *Begonia* hasil eksplorasi dari hutan seluruh Indonesia. Penelitian ini merupakan implementasi dari kerja sama sinergi Pusat Unggulan Iptek (PUI) antara Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI dengan Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN sejak tahun 2019 dan *in house* riset tahun 2019 dan 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah SI, Aswidinoor H, Saefuddin A, Marwoto BS, Sastrosumarjo. 2009. Induksi mutasi pada stek pucuk anyelir (*Dianthus caryophyllus* Linn.) melalui iradiasi sinar gamma. *Jurnal Agronomi Indonesia* 37: 62–70.
- Anne S, Lim JH. 2020. Mutation breeding using gamma irradiation in the development of ornamental plants: a review. *Flower Research Journal* 28(3): 102–115. https://www.researchgate.net/publication/345641731_Mutation_Breeding_Using_Gamma_Irradiation_in_the_Development_of_Ornamental_Plants_A_Review. (accessed 9 July 2021).
- Ardi WH, Thomas DC. 2015. Studies on *Begonia* (*Begoniaceae*) of the Moluccas II: a new species from Seram, Indonesia. *Gardens' Bulletin Singapore* 67(2): 297–303.
- Darussalam. 1989. Radiasi dan Radioisotop. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Dewitte AAD, Twyford DC, Thomas CA, Kidner J, Van Huylenbroeck. 2011. The origin of diversity in *Begonia*: Genome dynamism, population processes and phylogenetic patterns, the dynamical processes of biodiversity - Case studies of evolution and spatial distribution, PhD. Oscar Grillo (Ed.). InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/the-dynamical-processes-of-biodiversitycase-studies-of-evolution-and-spatial-distribution/the-origin-of-diversity-in-Begonia-genome-dynamismpopulation-processes-and-phylogenetic-patterns>. (diakses 11 Juli 2021)
- Dumanovic J, Denic M, Jovanovic C, Ehrenberg L. 1968. Radiation induced heritable variation of quantitative characters in wheat. *Hereditas* 62: 221–238.
- Dwimahyani I, Widiarsih S. 2013. Aplikasi iradiasi gamma dalam pemuliaan mutasi anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis* B.l) umur genjah. *Jurnal Aplikasi Isotop dan Radiasi* 9(1): 59–66.
- Gnanamurthy S, Dhanavel D, Girija M, Pavadai P, Bharathi T. 2012. Effect of chemical mutagenesis on

- quantitative traits of maize (*Zea mays* (L.) International Journal of Research in Botany 2(4): 34–36.
- Hindarwati. 2006. Panduan Umum Pengujian Kebaruan, Keunikan, Keseragaman dan Kestabilan. Departemen Pertanian Republik Indonesia. <http://www.scribd.com/doc/54017888/Panduan-Umum-BUSS>. (diakses 10 Juli 2021).
- Hvoslef-Eide AK, Munster C. 2006. *Begonia*: History and breeding. In: Anderson NO (Ed.). Flower breeding and genetics issues, challenges and opportunities for the 21st century. University of Minnesota, St. Paul, Minnesota.
- Ito Y, Seki E, Ohkoshi K, Watanabe M, Saito H, Hayashi Y, Abe T. 2007. Mutation induction by ion beam irradiation in *Begonia*. Bulletin of the Chiba Prefectural Agriculture Research Center 6: 75–84. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=JP2008004259>. (accessed 9 July 2021).
- Iwo GA, Amadi CO, Eleazu, Ukpabi JU. 2013. Induced mutagenesis on ginger for improved yield components and oleoresin content. Canadian Journal of Plant Breeding 1(3): 90–96.
- Kapoor M, Kumar P, Lal S. 2014. Gamma radiation induced variations in corn marigold (*Glebionis segetum*) and their RAPD-based genetic relationship. Indian Journal of Agricultural Sciences 84 (7): 796–801. https://www.researchgate.net/publication/264042482_Gamma_radiation_induced_variations_in_corn_marigold_Glebionis_segetum_and_their_RAPD-based_genetic_relationship (accessed 9 July 2021).
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia.. 2014. Buku Panduan Pelaksanaan Uji (PPU) BUSS. Kebaruan, Keunikan, Keseragaman dan Kestabilan *Begonia*. Pusat Perlindungan Varietas Tanaman, Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta. (tidak dipublikasikan).
- Krempin J. 1993. Know your begonias. Krempin Books, Queensland.
- Kusuma A, Dwimahyani I. 2013. Pengaruh radiasi gamma terhadap perubahan morfologi pertumbuhan stek tanaman kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*). Beta Gamma 4(2): 89–102.
- Maluszynski M, Nichterlein K, Zanten LV, Ahloowalia BS. 2000. Officially released mutant varieties-the FAO/IAEA Database. https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:32006534. (accessed 9 July 2021).
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2006. Perancangan percobaan dengan aplikasi SAS dan Minitab. IPB Press, Bogor.
- Moonlight PW, Ardi WH, Padilla LA, Chung KF, Fuller D, Girmansyah D, Hollands R, Jara-Muñoz A, Kiew R, Leong WC, Liu Y, Mahardika A, Marasinghe LDK, O'Connor M, Peng CI, Pérez AJ, Phutthai T, Pullan M, Rajbhandary S, Reynel C, Rubite RR, Sang J, Scherberich D, Shui YM, Tebbitt MC, Thomas DC, Wilson HP, Zaini NH, Hughes M. 2018. Dividing and conquering the fastest-growing genus: Towards a natural sectional classification of the mega-diverse genus *Begonia* (*Begoniaceae*). Taxon 67(2): 267–323. <http://www.plantsoftheworldonline.org/>. (accessed 31 May 2021).
- Mugiono. 1989. Pewarisan sifat ketahanan wereng coklat padi mutan Atomita 1, A 227-6, Mg-8 dan MG-18. Disertasi Doktor, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Neale S, Goodall-Copestake W, Kidner CA. 2006. The evolution of diversity in *Begonia*. In: Floriculture, ornamental and plant biotechnology: advances and topical issues. Chapter: 69. Global Science Books. 606-611. https://www.researchgate.net/publication/230688747_The_Evolution_of_Diversity_in_Begonia (accessed 17 Maret 2022)
- Nisak K, Saputro BT. 2017. Respon perkecambahan tembakau (*Nicotiana tabacum*) varietas Jepon mawar hasil iradiasi sinar gamma. Jurnal Sains dan Seni ITS 6(2): 69–73.
- Parry MAJ, Pippa J, Madgwick, Carlos B, Katie T, Antonio HL, Marcela B, Mariann R, Walid H, Al-Yassin A, Hassan O, Mustapha L, Phillips AL. 2009. Mutation discovery for crop improvement. Journal of Experimental Botany 60(10): 2817–2825.
- Rajbhandary S, Hughes M, Phutthai T, Thomas DC, Shrestha KK. 2011. Asian *Begonia*: out of Africa via the Himalayas? Gardens' Bulletin Singapore 63 (1 & 2): 277–286.
- Rohmah S. 2019. Pengaruh induksi mutasi radiasi sinar gamma cobalt-60 terhadap keragaman fenotip tanaman lidah mertua (*Sansiviera trifasciata* Prain). Skripsi, Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Sari DN, Aisyah SI, Damanik MRM. 2017. Sensitivitas dan keragaan tanaman *Coleus* sp. terhadap mutasi induksi kimia menggunakan ethyl methane sulfonate (EMS) dengan cara aplikasi rendam dan tetes. Jurnal Agronomi Indonesia 45(1): 56–63. DOI: <https://dx.doi.org/10.24831/jai.v45i1.13157>
- Siregar HM, Ardi WH. 2015. Sertifikasi PVT *Begonia* "Lovely Jo" persilangan interspesifik *B. puspitae* Ardi x *B. pasamanensis* M. Hughes. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia 1(3): 484–489.

- Siregar HM, Wahyuni S, Ardaka IM. 2018. Karakterisasi morfologi daun *Begonia* alam (*Begoniaceae*): Prospek pengembangan koleksi tanaman hias daun di Kebun Raya Indonesia. *Jurnal Biologi Indonesia* 14(2): 201–211.
- Suprasanna P, Nakagawa H. 2013. Mutation breeding of vegetatively propagated crops. In: Shu QY, Forster BP, Nakagawa H (eds). *Plant mutation breeding and biotechnology*. food and agriculture organization of the United Nations; 2012; Rome, Italy, Austria (AT): FAO/IAEA. p. 347-358.
- Syukur M, Sujiprihati S, Yuniarti R. 2012. Teknik pemuliaan tanaman. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Tebbitt MC. 2005. *Begonias: cultivation, identification, and natural history*. Timber Press, Portland.
- Togatorop ER, Aisyah SI, Damanik RMM. 2016. Pengaruh mutasi fisik iradiasi sinar gamma terhadap keragaman genetik dan penampilan *Coleus blumei*. *Jurnal Hortikultura Indonesia* 7(3): 187–194.
- UPOV. 2007. *International union for the protection of new varieties of plants* (UPOV). Elatior *Begonia* UPOV Code: *Begonia* – HIE *Begonia x hiemalis* Fotsch. Guidelines for the conduct of test for distinctness, uniformity and stability. Geneva. 22 p1-7. <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg018.pdf>. (accessed 10 July 2021).
- Wahyuni S, Siregar H-M. 2020. Keragaman dan analisis kekerabatan 30 jenis *Begonia* berdasarkan karakter morfologi. *Buletin Kebun Raya* 23(2): 91–103. <https://doi.org/10.14203/bkr.v23i2.261>.
- Wegadara M. 2008. Pagaruh iradiasi sinar gamma pada buah terhadap keragaan tanaman *Anthurium* (*Anthurium andreanum*). Skripsi, Program Studi Pemuliaan Tanaman dan Teknologi Benih. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor. <https://adoc.pub/pengaruh-iradiasi-sinar-gamma-pada-buah-terhadap-keragaan-ta.html>. (diakses 9 Juli 2021).
- Wiriadinata H. 2011. A new species of *Begonia* (*Begoniaceae*) from Sagea Lagoon, Weda Bay, Halmahera Island, North Moluccas Indonesia. *Reinwardtia* 13(3): 263–270.
- Yamaguchi H. 2018. Mutation breeding of ornamental plants using ion beams. *Journal Breeding Science* 68(1): 71–78.