

Scientific Article

## KARAKTERISASI STOMATA DAN AKAR *PLANLET* HASIL IRADIASI SINAR GAMMA PADA PROTOKORM *Grammatophyllum scriptum* (L.) Blume

*Characterization of the stomata and root of Grammatophyllum scriptum* (L.) Blume plantlet resulted from exposed protocorms to gamma ray irradiation

Elizabeth Handini<sup>1\*</sup>, Popi Aprilianti<sup>1</sup>, Sasanti Widiarsih<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Riset Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya–BRIN  
 Jl. Ir. H. Juanda No.13 Kota Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16003

<sup>2</sup>Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN–BRIN  
 Jl. Lebak Bulus Raya No.49, Jakarta 12440

### Informasi Artikel

Diterima/Received : 8 Juni 2021  
 Ditetujui/Accepted : 15 November 2021  
 Diterbitkan/Published : 30 Desember 2021

\*Koresponden E-mail :  
 lizahandini@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.14203/bkr.v24i3.736>

### Cara mengutip

Handini E, Aprilianti P, Widiarsih S. 2021.  
 Karakterisasi stomata dan akar *planlet* hasil iradiasi sinar gamma pada *protokorm Grammatophyllum scriptum* (L.) Blume. Buletin Kebun Raya 24(3): 117–125.  
 DOI: <https://doi.org/10.14203/bkr.v24i3.736>

### Kontributor

Kontributor Utama/Main author:  
 Elizabeth Handini  
 Popi Aprilianti  
 Sasanti Widiarsih

Kontributor Anggota/Author member:  
 -

**Keywords:** anatomy, gamma-ray irradiation, *Grammatophyllum scriptum*

**Kata Kunci:** anatomi, *Grammatophyllum scriptum*, iradiasi sinar gamma

### PENDAHULUAN

Anggrek merupakan tanaman hias yang diminati oleh masyarakat luas. *Grammatophyllum* adalah salah satu marga dalam suku Orchidaceae dan dikenal sebagai anggrek tebu atau anggrek macan dengan perbungaan yang besar, sehingga disebut juga sebagai anggrek raksasa (Aprilianti 2018). Menurut Wood (2009), terdapat sekitar 12 jenis *Grammatophyllum* yang terdistribusi di Asia Tenggara, dari Myanmar hingga Kalimantan, Filipina, Papua Nugini sampai Kepulauan Solomon. Semua jenis

### Abstract

*Grammatophyllum scriptum* (L.) Blume, popularly known as tiger orchid, is one of Bogor Botanic Gardens' collections. This species produces giant inflorescences with up to 27 flowers in each stalk. This study aims to characterize the stomata and roots of *G. scriptum* plantlets resulted from gamma irradiation. Gamma irradiation doses were applied for 0, 15, and 30 Gray (Gy). The gamma irradiation of 15 and 30 Gy showed a significant effect on stomatal density and minimum width of stomatal opening, but did not significantly affect the root tissue. The plantlets with a dose of 30 Gy showed thinner velamen tissues, lower stomata density, narrower stomatal opening, and a higher number of damaged stomata compared to those of the 15 Gy irradiated plantlets. The changes in stomata and roots at different doses as the effect of irradiation will lead to different ways to adapt to the environment.

### Abstrak

*Grammatophyllum scriptum* (L.) Blume atau dikenal sebagai anggrek macan merupakan salah satu anggrek koleksi Kebun Raya Bogor. Jenis ini memiliki perbungaan raksasa dengan ±27 kuntum bunga. Studi ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi stomata dan akar dari *planlet G. scriptum* hasil iradiasi sinar gamma. Dosis iradiasi yang digunakan adalah 0, 15, dan 30 Gray (Gy). Hasil pengamatan menunjukkan iradiasi dengan dosis 15 dan 30 Gy memberikan pengaruh yang signifikan pada kerapatan dan lebar minimum bukaan stomata, namun tidak berpengaruh secara signifikan pada jaringan akar. *Planlet* dengan dosis 30 Gy memiliki jaringan velamen lebih tipis, stomata dengan kerapatan lebih rendah, celah stomata lebih sempit, dan jumlah stomata rusak lebih banyak, bila dibandingkan dengan *planlet* dosis iradiasi 15 Gy. Perubahan yang terjadi pada stomata dan akar pada dosis yang berbeda sebagai efek dari iradiasi akan memunculkan cara yang berbeda untuk dapat beradaptasi terhadap lingkungan.

dari marga ini merupakan epifit dan hidup tersebar di dataran rendah hingga ketinggian 1100 m di atas permukaan laut (m dpl).

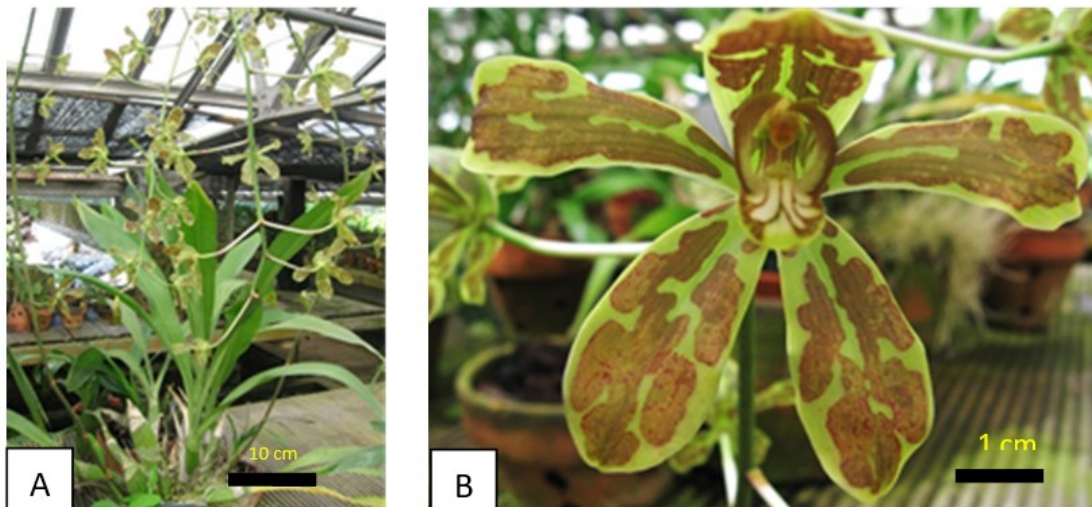
*Grammatophyllum scriptum* (L.) Blume memiliki habitus tegak dan kuat serta jumlah bunga yang banyak dalam satu tandan perbungaan (Gambar 1a). Bunga terlihat menarik dengan warna dasar hijau dan noktah berwarna coklat (Gambar 1b). Perbungaan *G. scriptum* dapat mencapai panjang 96 cm, terdiri atas 27 kuntum dalam satu tangkai perbungaan. Bunga dapat bertahan

untuk jangka waktu lama, yaitu sekitar satu bulan (Purwantoro et al. 2005; Markal et al. 2015).

Iradiasi sinar gamma merupakan salah satu usaha yang dilakukan dalam rangka mendapatkan bibit yang unggul, memiliki kualitas ketahanan seperti toleransi terhadap cekaman, baik faktor abiotik maupun biotik (Schum 2003). Keragaman genetik yang terjadi seperti perubahan morfologis dan resistensi terhadap cekaman biotik maupun abiotik merupakan refleksi dari kejadian mutasi akibat iradiasi sinar gamma (Harianja et al. 2021). Iradiasi menyebabkan kerusakan jaringan tanaman pada bagian akar, batang, dan tunas yang tumbuh, sehingga memunculkan penyimpangan morfologi yang memungkinkan diperoleh karakter yang lebih baik dibandingkan tetuanya (Bermawie et al. 2015). Pada umumnya seleksi baru dapat dilakukan pada tahap M1V4 atau subkultur ke-4 untuk melihat kestabilan dari *planlet* sebelum dilakukan proses seleksi mutan (Dehghi & Joniyasa 2017). Pada tahap M1V1 belum dapat dilakukan seleksi tanaman unggul karena individu tanaman masih mengalami proses pemulihan dari kerusakan jaringan akibat proses iradiasi, seperti yang ditunjukkan oleh Wahyuni et al. (2012) pada tanaman ubi kayu. Penelitian yang dilakukan oleh Romeida et al. (2012) pada anggrek

*Spathoglottis plicata* Blume yang diiradiasi menggunakan sinar gamma memperlihatkan hasil yang sangat bervariasi untuk sampai ke tahapan tanaman menjadi stabil, dengan tahapan yang paling lama adalah M1V6 dengan dosis 60 Gy.

Penelitian sebelumnya pada *G. scriptum* yang menggunakan iradiasi sinar gamma pada *protokorm* dengan dosis 0, 15, 30, dan 60 Gy, menunjukkan bahwa eksplan dengan dosis iradiasi 15 Gy menghasilkan tanaman calon mutan dengan karakter ruas batang memendek dan susunan daun roset (Handini et al. 2020). Perubahan morfologi dengan terbentuknya batang atau *bulb* yang lebih roset tentunya akan memberikan perbedaan terhadap anatomi daun dan akar, dibandingkan dengan tanaman kontrol (tanpa iradiasi) yang memiliki bentuk pertumbuhan dengan batang memanjang. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengarakterisasi stomata dan akar dari *planlet* yang diiradiasi dan membandingkannya dengan *planlet* kontrol. Diharapkan dari perubahan yang dihasilkan oleh efek iradiasi tersebut, akan diperoleh kandidat mutan atau sering disebut mutan *putative* sebagai bahan untuk seleksi bibit unggul.



Gambar 1. Anggrek *Grammatophyllum scriptum* (L.) Blume: (A) Tanaman, (B) Bunga

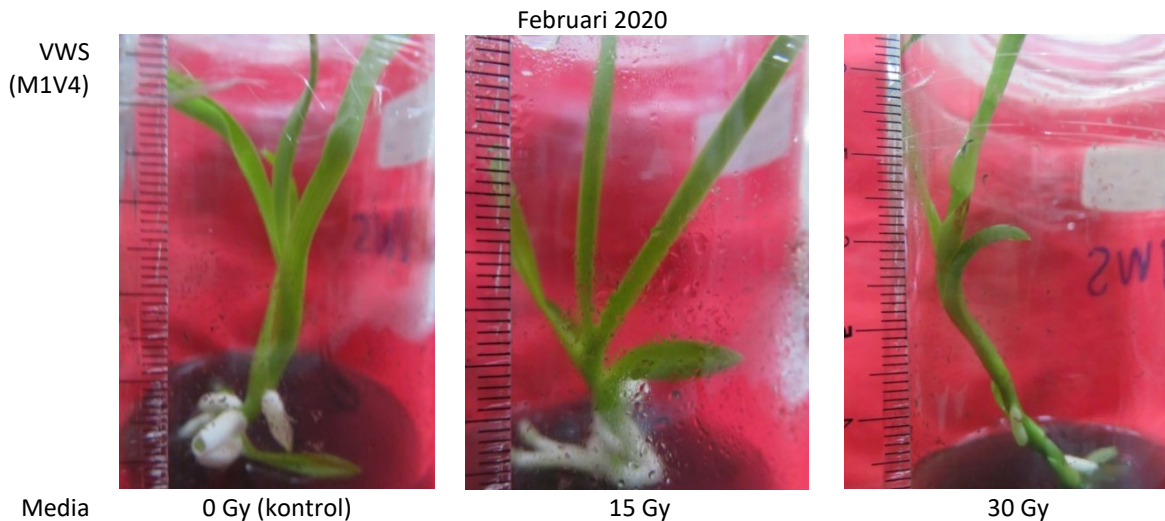
## BAHAN DAN METODE

### Bahan tanaman

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian adalah 3 *planlet* *G. scriptum* yang mewakili dari 3 botol kultur (masing-masing botol kultur berisi lima individu) dari tiap perlakuan dosis iradiasi. Iradiasi *protokorm* dengan menggunakan elemen radioaktif Cobalt-60 (Hazekamp 2016) yang merupakan *planlet* generasi ketiga atau hasil subkultur keempat setelah perlakuan iradiasi (M1V4) (umur 8 bulan setelah perlakuan) (Gambar 2). Pada penelitian tersebut, semua *planlet* dengan dosis iradiasi 60 Gy mengalami kematian, sehingga selanjutnya

pada penelitian ini hanya tiga dosis perlakuan yang diamati pada eksplan telah mencapai tahap M1V4 (tanaman hasil iradiasi yang telah disubkultur untuk keempat kalinya).

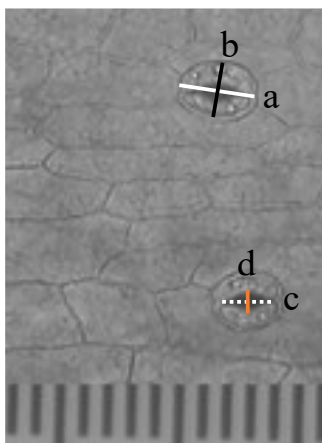
Kultur kemudian disimpan pada ruangan dengan suhu  $\pm 25$  °C dan fotoperiodisitas 12 jam pencahayaan. Media yang digunakan adalah media Vacin and Went yang dimodifikasi dengan penambahan ekstrak tomat 100 g/l, sari taoge 100 g/l, NAA 10 mg/l, dan air kelapa 150 ml/l (media VWS). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu dosis iradiasi (0, 15, dan 30 Gy).



**Gambar 2.** *Planlet G. scriptum* generasi keempat (M1V4) yang digunakan sebagai bahan dalam penelitian ini (umur 8 BSP/Bulan Setelah Perlakuan)

### Tahapan pelaksanaan/rancangan penelitian

Sampel daun diambil dari daun kedua dari bawah (daun telah mengalami pemanjangan sempurna dari pada daun pertama). Preparat stomata dibuat dengan cara memberikan perekat bening berukuran 1 x 2 cm ke bagian bawah potongan daun, kemudian bagian atas daun dikerik secara perlahan menggunakan silet tajam hingga jaringan daun terlihat transparan di atas perekat. Perekat tersebut kemudian ditangkupkan ke kaca preparat untuk kemudian dilihat anatominya dengan menggunakan mikroskop binokuler merek Olympus U-TV0,5XC-3 5 H 12344 JAPAN. Parameter yang diamati dan diukur meliputi jumlah dan kerapatan stomata, panjang dan lebar bagian terluar stomata, serta panjang dan lebar celah stomata (Gambar 3). Pengukuran stomata hanya dilakukan pada stomata yang normal dan tidak menghitung jumlah stomata yang rusak. Hal tersebut dilakukan mengingat hanya stomata yang normal saja yang akan mempengaruhi kemampuan fotosintesis *planlet*.



**Gambar 3.** Parameter kuantitatif dari stomata yang diamati dan diukur. (a) Panjang bagian terluar stomata, (b) Lebar bagian terluar stomata, (c) Panjang celah stomata, (d) Lebar celah stomata. Pembesaran 400x, skala 1:100 mm

Penentuan kerapatan stomata dihitung dari hasil rerata tiga bidang pandang pemotretan yang ditentukan dalam satuan  $\text{mm}^2$ . Selain itu, dilakukan juga pengukuran terhadap panjang dan lebar stomata serta celah stomata (Riverón-Giró *et al.* 2017) dengan menggunakan program *Image Raster*®. Penghitungan kerapatan stomata dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kerapatan Stomata} = \frac{\text{Jumlah stomata}}{\text{Luas bidang pandang di bawah mikroskop (mm}^2\text{)}}$$

Keterangan:

Luas bidang pandang pada pembesaran 10x10 = panjang 1,28 mm x 0,95 mm (Zahara & Win 2019)

Pengambilan sampel akar dilakukan pada akar kedua dari perbatasan pangkal batang dan meristem akar menggunakan ulangan yang sama, sehingga didapatkan tiga ulangan untuk setiap perlakuan iradiasi. Akar diiris tipis secara melintang menggunakan silet tajam untuk kemudian diamati dan dilakukan pendokumentasian dengan mikroskop binokuler merek Olympus U-TV0,5XC-3 5 H 12344 JAPAN. Parameter yang diamati pada sampel akar meliputi jumlah lapisan velamen, jumlah kolom sel korteks, dan jumlah baris jaringan xilem secara radial

### Analisis data

Analisis hasil pengukuran stomata dan jaringan akar menggunakan data kuantitatif dengan sidik ragam/Anova, dan apabila ada perbedaan secara nyata dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf nyata 5% dengan 0 Gy sebagai pembandingan. Analisis data kualitatif dilakukan dengan membandingkan antar perlakuan dari hasil pengamatan stomata dan jaringan akar. Data diolah dengan menggunakan program SAS 9.00.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis statistik, iradiasi sinar gamma pada *plantlet G. scriptum* memberikan pengaruh yang nyata terhadap kerapatan stomata pada dosis 15 dan 30 Gy dibandingkan dengan kontrol (0 Gy) (Tabel 1). Besarnya standar deviasi yang dihasilkan pada parameter jumlah dan kerapatan stomata pada dosis 15 dan 30 Gy menggambarkan besarnya variasi atau keragaman morfologi yang terjadi akibat adanya induksi mutasi oleh

sinar gamma (Tabel 1). Hasil penelitian Çelik et al. (2014) terhadap kedelai memberikan hasil yang sama, yaitu perlakuan iradiasi gamma memberikan penurunan kerapatan stomata dibandingkan dengan tanaman kontrol. Stomata merespons perubahan lingkungan dengan cepat dengan mengurangi dimensi dan area (Mehri et al. 2009). Penurunan kerapatan stomata yang terjadi akibat peningkatan dosis iradiasi berefek pada berkurangnya pembentukan stomata pada daun.

**Tabel 1.** Hasil perhitungan dan pengukuran stomata pada dosis iradiasi 0–30 Gy dari 3 sampel *plantlet G. scriptum* umur 8 Bulan Setelah Perlakuan (BSP)

Perlakuan (Gray)	Jumlah stomata	Kerapatan (/mm <sup>2</sup> )	Panjang bagian terluar stomata (µm)		Lebar bagian terluar stomata (µm)		Panjang celah stomata (µm)		Lebar celah stomata (µm)	
			min	mak	min	mak	min	mak	min	mak
0	<b>60,0±11,4</b>	<b>49,3±9,3</b>	<b>28,0±1,3</b>	30,6±2,2	<b>25,8±,2</b>	<b>29,4±,9</b>	12,4±2,0	<b>16,8±2,6</b>	<b>6,7±1,1</b>	<b>9,6±1,0</b>
15	50,1±14,6 <sup>tn</sup>	41,2±12,0*	27,3±2,1 <sup>tn</sup>	32,9±2,9 <sup>tn</sup>	24,8±3,3 <sup>tn</sup>	28,8±0,0 <sup>tn</sup>	<b>12,8±2,0<sup>tn</sup></b>	16,4±2,5 <sup>tn</sup>	4,4±1,6*	8,1±1,3 <sup>tn</sup>
30	46,3±27,8 <sup>tn</sup>	38,1±22,9*	27,6±4,5 <sup>tn</sup>	<b>33,4±3,8<sup>tn</sup></b>	23,1±6,6 <sup>tn</sup>	26,9±6,6 <sup>tn</sup>	10,8±2,8 <sup>tn</sup>	15,2±2,0 <sup>tn</sup>	4,9±1,5*	8,1±2,6 <sup>tn</sup>
Fhit	0,46	745,29	0,13	2,10	1,21	1,13	1,79	1,17	6,53	2,24
Ftab α=5%	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Keterangan: \* = nyata (signifikan) pada tingkat 5%, pada uji lanjut BNT 5%; tn = tidak nyata (tidak signifikan) pada tingkat 5%

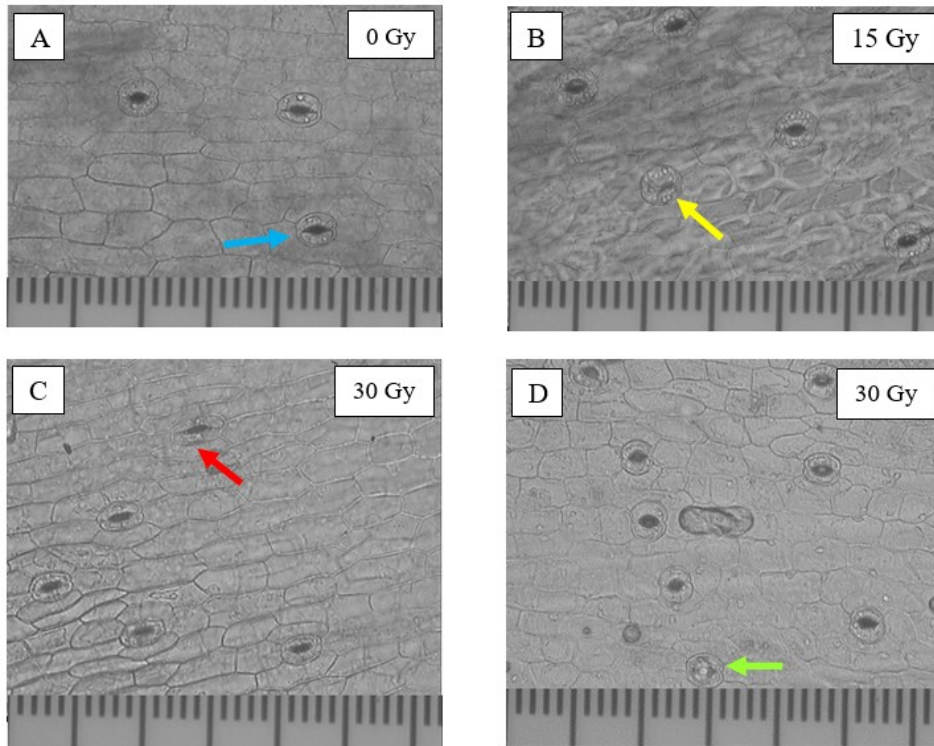
Kerapatan stomata berhubungan erat dengan proses transpirasi, karena stomata memiliki fungsi untuk mengendalikan pertukaran gas (uap air dan CO<sub>2</sub>) antara daun dan atmosfer (Buckley 2005). Menurut Hepworth et al. (2015), tanaman dengan kerapatan stomata rendah memiliki tingkat transpirasi yang rendah, sehingga lebih toleran terhadap kekeringan dibandingkan dengan tanaman yang memiliki kerapatan stomata lebih tinggi. Berdasarkan hal tersebut, sangat memungkinkan bahwa mutan *G. scriptum* dari hasil iradiasi tersebut, baik 15 ataupun 30 Gy akan mampu beradaptasi terhadap kekeringan karena memiliki kerapatan stomata lebih rendah. Kerapatan stomata yang rendah diduga merupakan salah satu mekanisme tumbuhan untuk mengontrol transpirasi dan dapat membantu mempertahankan keseimbangan air saat musim kering, sehingga nantinya dapat mengurangi efek fisiologis kekeringan yang terlalu besar (Riveron-giro et al. 2017). Selain itu, berkurangnya kerapatan stomata akan berdampak pada penurunan respons membuka dan menutupnya stomata atau konduktans stomata, namun di sisi lain akan meningkatkan laju fotosintesis dengan terjadinya peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> (Woodward 1997; Hetherington & Woodward 2003).

Hasil pengukuran panjang dan lebar bagian terluar stomata, serta panjang dan lebar celah stomata memperlihatkan perbedaan antara tanaman kontrol dengan tanaman hasil perlakuan iradiasi. Hampir semua parameter yang diamati tersebut mengalami penurunan ukuran jika dibandingkan dengan tanaman kontrol (Tabel 1). Meskipun ukuran stomata tidak berbeda nyata antara

tanaman kontrol dengan tanaman yang diiradiasi, namun secara deskriptif terlihat bahwa semakin besar dosis iradiasi, ukurannya semakin mengecil. Berdasarkan hasil uji lanjut BNT 5%, hanya lebar celah stomata minimum yang mengalami penurunan yang nyata pada tanaman yang diiradiasi (Tabel 1). Penelitian lain yang dilakukan terhadap *Chrysanthemum* cv. Maghi juga memberikan hasil yang serupa, yaitu ukuran stomata dan celah stomata mengalami penurunan seiring dengan peningkatan dosis iradiasi sinar gamma, sehingga stomata tidak mampu melakukan aktivitas pertukaran gas secara optimum, dan juga menyebabkan penurunan kemampuan hidup (Bajpay & Dwivedi 2019).

Pengamatan mikroskopis terhadap stomata dari setiap dosis iradiasi dilakukan untuk melihat secara detail keragaman stomata yang ada. Secara umum, stomata pada semua dosis iradiasi berbentuk ginjal dan terletak menyebar tidak teratur di dalam barisan (Gambar 4). Hasil yang sama juga didapatkan pada penelitian Fauziah et al. (2014), bahwa anggrek *Phalaenopsis* spp. memiliki stomata berbentuk ginjal dan tersusun tidak teratur. Stomata pada *G. scriptum* yang diiradiasi dengan dosis 15 dan 30 Gy memperlihatkan adanya kerusakan stomata (Gambar 4b dan 4d), serta terjadi penyempitan celah stomata pada dosis 30 Gy (4c). Kerusakan stomata juga ditunjukkan oleh *Chrysanthemum* cv. Maghi yang diiradiasi dengan sinar gamma (Bajpay & Dwivedi 2019). Hal tersebut menunjukkan kenaikan dosis iradiasi mempengaruhi morfologi stomata, dalam hal ini menyebabkan kerusakan stomata.





**Gambar 4.** Stomata *G. scriptum* generasi M1V4 pada umur 8 BSP dosis iradiasi 0, 15, dan 30 Gy. (A) Bentuk dan ukuran stomata normal pada dosis 0 Gy (panah biru), (B) Stomata yang rusak pada dosis iradiasi 15 Gy (panah kuning), (C) Stomata yang mengecil dan mengalami penyempitan diameter stomata (panah merah) pada dosis iradiasi 30 Gy, (D) Stomata yang mengalami kerusakan pada dosis iradiasi 30 Gy (panah hijau). Pembesaran 400x, skala 1:100 mm

**Tabel 2.** Hasil analisis data kuantitatif penampang akar (jumlah lapisan velamen, jumlah kolom sel korteks, dan jumlah baris jaringan xilem secara radial) pada *planlet G. scriptum* hasil iradiasi sinar gamma pada umur 8 BSP.

Dosis (Gy)	Jumlah lapisan velamen	Jumlah kolom sel korteks	Jumlah baris jaringan xilem
0	4,00±1,00	8,33±0.58	10,67±0.58
15	5,00±1.73 <sup>tn</sup>	8,33±0.58 <sup>tn</sup>	9,33±0.58 <sup>tn</sup>
30	1,67±0.58 <sup>tn</sup>	6,67±0.58 <sup>tn</sup>	8,00±0.00 <sup>tn</sup>
Fhit	0,73	0,06	0,08
Ftab	0,05	0,05	0,05

Keterangan: tn = tidak nyata (tidak signifikan) pada tingkat 5%

Hasil perhitungan sidik ragam data penampang melintang akar menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $F_{hitung} > F_{tabel}$ ) pada jumlah lapisan velamen (v), jumlah kolom sel korteks (cr), dan jumlah barisan xilem secara radial setelah iradiasi dibandingkan dengan tanaman kontrol. Tidak ada perbedaan antar perlakuan setelah diuji lanjut, namun secara deskriptif terlihat bahwa nilai rerata paling rendah dari parameter tersebut terdapat pada dosis iradiasi paling tinggi yaitu 30 Gy (Tabel 2).

Barretta-Dos-Santos *et al.* (2015) menyebutkan terdapat tiga area yang berbeda pada irisan melintang akar, yaitu velamen, korteks parenkim, dan silinder vaskular. Velamen merupakan lapisan terluar dari akar yang terdiri atas sel-sel mati. Velamen tersebut menutupi seluruh bagian akar aerial, kecuali bagian ujung dan memiliki fungsi dalam menyerap kelembaban serta nutrisi dari lingkungan sekitar (Zots & Winkler 2013). Jumlah

lapisan velamen *planlet* hasil iradiasi dengan dosis 15 Gy (5,00±1.73) sedikit lebih banyak dibandingkan dengan *planlet* kontrol (4,00±1,00). Pada irisan melintang akar *planlet* kontrol, velamen terdiri atas 4–5 lapis sel-sel berbentuk *poligonal* dan elips. Lapisan paling luar disebut *epivelamen* dengan ukuran sel yang lebih kecil dari bagian dalam. Lapisan dalam disebut *endovelamen* yang dibentuk oleh sel-sel *isodiametrik* (Barretta-Dos-Santos *et al.* 2015). Setiap jenis anggrek memiliki variasi jumlah lapisan velamen yang berbeda. Marga *Cattleya* dan *Epidendrum* misalnya, memiliki jumlah lapisan velamen yang hampir sama dengan *Grammatophyllum* tanpa perlakuan iradiasi, yaitu berkisar antara 4–5 lapisan (Joca *et al.* 2017).

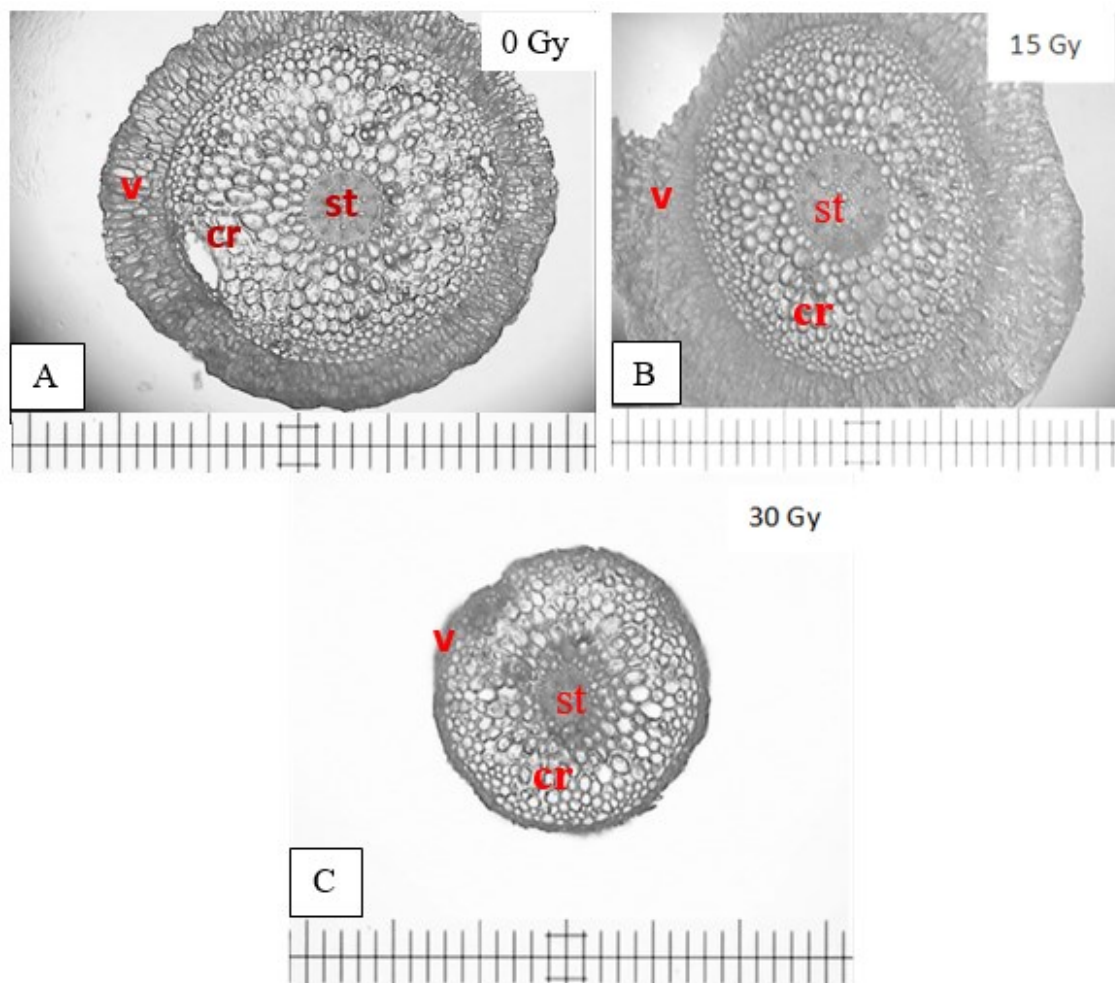
*Planlet* hasil iradiasi 30 Gy memiliki jumlah lapisan velamen yang paling sedikit (1,67±0.58) (Tabel 2). Berdasarkan hal tersebut, diduga semakin tinggi dosis iradiasi, maka lapisan velamen pada akar yang terbentuk semakin tipis. Efek yang ditimbulkan dari kondisi tersebut

adalah mutan yang dihasilkan akan lebih mudah mengalami transpirasi dan kerusakan akar, karena velamen yang tebal berfungsi sebagai fasilitator dalam penyerapan air dan nutrisi, pencegah penguapan, dan memberikan perlindungan mekanis terhadap akar (Joca et al. 2017).

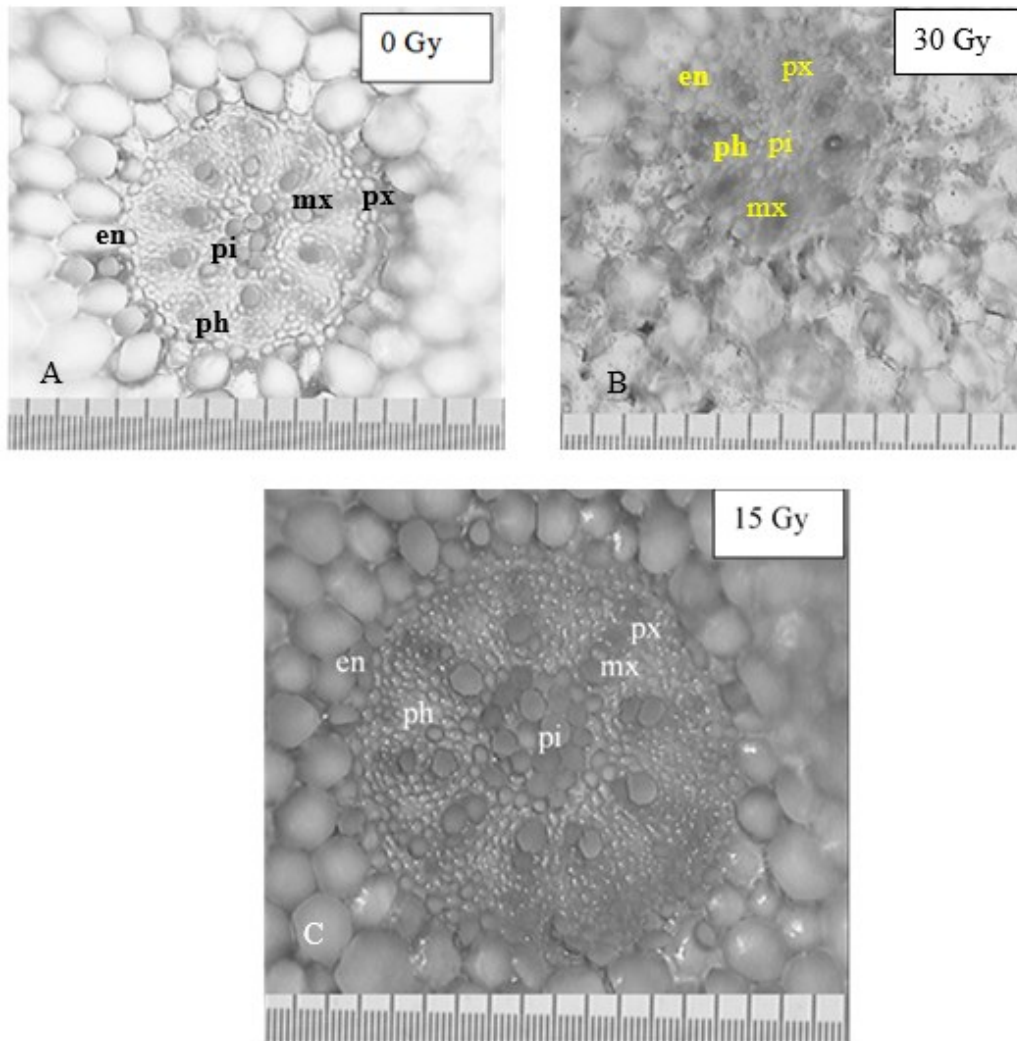
Lapisan tengah akar memiliki tiga wilayah berbeda, yaitu eksodermis, korteks, dan endodermis (Idris et al. 2021). Lapisan pada bagian korteks lebih berkembang dan memiliki 11–12 lapisan sel parenkim. Sama halnya dengan lapisan velamen, kolom korteks yang tebal juga berfungsi sebagai bentuk pertahanan dalam menghadapi kekeringan. Jika lapisan velamen dan korteks tidak tebal, maka dapat diperkirakan tanaman akan kurang mampu untuk beradaptasi pada musim kering. Hasil pengamatan secara mikroskopis pada penampang melintang akar (Gambar 5 dan 6) memperlihatkan bahwa akar pada *planlet* dengan dosis iradiasi 15 Gy memiliki lapisan velamen yang masih cukup tebal dan jumlah kolom sel korteks masih sama dengan akar pada *planlet* perlakuan kontrol (0 Gy). Akar *planlet* dengan dosis iradiasi 30 Gy sudah mengalami penghambatan pertumbuhan, sehingga hanya memiliki satu lapis velamen, korteks dan jaringan

xilem pada *stele* lebih sedikit dari pada 0 Gy (Gambar 5 dan 6). Dosis iradiasi optimal yang menghasilkan akar aerial dengan lapisan velamen yang tebal pada *G. scriptum* adalah 15 Gy. Staebner (2015) menyatakan bahwa anggrek dapat bertahan hidup dalam kondisi kering karena adanya lapisan velamen pada akar dan memiliki daun yang sukulen, serta stomata yang terdapat di permukaan bawah daun yang hanya membuka pada malam hari untuk menghindari proses transpirasi. Anggrek dengan lapisan velamen yang tipis pada akarnya akan kehilangan air yang telah diserap hingga 100% atau bahkan akan mengalami kekeringan.

Peningkatan dosis iradiasi telah mengubah struktur akar, sehingga lapisan velamen pada dosis iradiasi 30 Gy terhambat pertumbuhannya. Menurut penelitian Moreira et al. (2013) pada akar *Dichaea cogniauxiana* Schltr., lapisan velamen yang tipis akan mempermudah masuknya cahaya yang lebih besar ke dalam korteks akar. Hal ini akan menggiatkan klorofil dan kloroplas pada korteks untuk melakukan fotosintesis. Meskipun demikian, proses fotosintesis yang terjadi pada akar tersebut tidak menjamin adanya pembentukan jaringan baru.



**Gambar 5.** Penampang melintang bagian tengah akar *planlet* *G. scriptum* umur 8 BSP. (A) dosis 0 Gy, (B) 15 Gy, dan (C) 30 Gy yang menunjukkan ketebalan lapisan velamen (v), korteks (cr), dan *stele* (st). Pembesaran 40x; skala 1: 100 cm



**Gambar 6** Stele dari masing-masing akar *planlet G. scriptum* umur 8 BSP. (A) dosis 0 Gy, (B) 15 Gy, dan (C) 30 Gy yang menunjukkan jajaran radial pembuluh xilem. Keterangan: px (*protoxylem*); mx (*metaxylem*); pi (*pith/empulur*); en (*endodermis*); ph (*floem*). Pembesaran 100x; skala 1: 100 mm

Pada dosis 30 Gy, selain lapisan velamen yang tipis, bagian korteks dan *stele* juga lebih sedikit dibandingkan dengan jaringan akar pada tanaman kontrol. Hal ini menyebabkan *planlet* dengan dosis iradiasi 30 Gy akan lebih cepat beradaptasi terhadap cekaman kekeringan, karena jaringan akarnya memiliki ukuran dan jumlah lapisan yang lebih sedikit dibandingkan dengan jaringan akar pada tanaman kontrol. Pada penelitian Metusala *et al.* (2017) tentang perbandingan dua jenis *Dendrobium* dari habitat yang berbeda dan potensi adaptasinya pada kekeringan, diperoleh informasi bahwa *D. capra* J.J. Sm. memiliki proporsi korteks dan *stele* yang lebih sedikit secara signifikan dibandingkan dengan *D. arcuatum* J.J. Sm. Berkurangnya jaringan kortikal, toleransi kekeringan dikembangkan dengan cara mengurangi pemasukan metabolisme, penyerapan air yang besar, dan menyediakan jalur yang lebih singkat untuk air dapat mencapai *stele*. Diduga *stele* yang lebih kecil pada *D. capra* sebagai salah satu strategi adaptasi untuk membatasi kapasitas transportasi air ketika mengalami kondisi kekeringan ekstrem. *D. arcuatum* memiliki struktur korteks dan *stele* yang lebih besar dan

banyak, sehingga diasumsikan bahwa jenis ini mengembangkan fungsi penyimpanan air pada jaringan akar sebagai strategi untuk beradaptasi dengan lingkungan epifit yang cukup kering dengan kelembaban yang fluktuatif.

Studi ini menemukan dua tipe anatomi potongan melintang akar yang berbeda dari *planlet* dosis 15 Gy dan 30 Gy, yaitu pada dosis 15 Gy memiliki penampang akar lebih besar dibandingkan dengan dosis 30 Gy. Dosis iradiasi 15 Gy telah mampu menginduksi pembentukan lapisan velamen dan *stele* yang lebih banyak sehingga akar memiliki diameter yang lebih besar. Kedua tipe tersebut kemungkinan akan mengembangkan caranya masing-masing dalam beradaptasi dengan lingkungan luar pada saat proses aklimatisasi di rumah kaca. Setelah *planlet* teraklimatisasi dengan baik, selanjutnya akan dilakukan seleksi bibit unggul untuk menentukan *planlet* yang berkualitas dari aspek perawakan atau habitus dan daya tumbuh di rumah kaca.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dosis iradiasi sinar gamma optimal yang dapat direkomendasikan pada *Grammatophyllum scriptum* (L.) Blume adalah 15 Gy. Pada dosis tersebut, tanaman menghasilkan akar aerial dengan lapisan velamen yang lebih tebal dan *stele* lebih besar. Iradiasi dengan dosis 15 dan 30 Gy memberikan pengaruh yang signifikan pada kerapatan dan lebar celah minimum stomata.

Penelitian ini perlu dilanjutkan dengan kegiatan penyeleksian pada tanaman dewasa hingga kondisi stabil dan dihasilkan varietas baru yang tahan terhadap kekeringan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aprilianti P. 2018. Upaya konservasi *Grammatophyllum speciosum* Blume di Kebun Raya Bogor. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia 4(2): 261–265. DOI: 10.13057/psnmbi/m040228.
- Bajpay A, Dwivedi DH. 2019. Gamma ray induced foliage variegation and anatomical aberrations in *Chrysanthemum (Dendranthema grandiflora T.)* cv. Maghi. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 8(4): 871–874.
- Barretta-Dos-Santos LE, Ana JS, Petini-Benelli A, Pedroso-De-Morales C. 2015. Root anatomy of *Galeandra leptoceras* (Orchidaceae). Lankesteriana 15(2): 159–164.
- Bermawie N, Meilawati NLW, Purwiyanti S, Melati. 2015. Pengaruh iradiasi sinar gamma ( $^{60}\text{Co}$ ) terhadap pertumbuhan dan produksi jahe putih kecil (*Zingiber officinale* var. *amarum*). Jurnal Littri 21(2): 47–56. DOI: <http://dx.doi.org/10.21082/littri.v21n2.2015.47-56>.
- Buckley TN. 2005. The control of stomata by water balance. New Phytologist 168: 275–292. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-137.2005.01543.x>.
- Çelik O, Atak Ç, Suludere Z. 2014. Response of soybean plants to gamma radiation: Biochemical analyses and expression patterns of trichome development. Plant Omics Journal 7(5): 382–391.
- Dehghani R, Joniyasa A. 2017. Gamma irradiation-induced variation in *Dendrobium* Sonia-28 Orchid Protocorm-Like Bodies (PLBs). Fungal Genomics and Biology 7(2): 1-11. DOI: 10.4172/2165-8056.1000151.
- Fauziah N, Aziz SA, Sukma D. 2014. Karakterisasi morfologi anggrek *Phalaenopsis* spp. spesies asli Indonesia. Buletin Agrohorti 2(1): 86–94. DOI: <https://doi.org/10.29244/agrob.2.1.86-94>.
- Handini E, Aprilianti P, Widiarsih S. 2020. Peningkatan keragaman *Grammatophyllum scriptum* (L.) Blume asal Sulawesi dengan iradiasi sinar gamma. Buletin Kebun Raya 23(2): 136–145. DOI: <https://doi.org/10.14203/bkr.v23i2.265>.
- Harianja DN, Karti PDMH, Prihantoro I. 2021. Morfologi mutan Alfalfa (*Medicago sativa* L.) hasil iradiasi sinar gamma pada cekaman kekeringan. Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan 19(2): 59–65. DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jintp.19.2.59-65>.
- Hazekamp A. 2016. Evaluating the effects of gamma-irradiation for decontamination of medicinal cannabis. Frontiers in Pharmacology 7: 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphar.2016.00108>
- Hepworth C, Doheny-Adams T, Hunt L, Cameron DD, Gray JE. 2015. Rapid report: Manipulating stomatal density enhances drought tolerance without deleterious effect on nutrient uptake. New Phytologist 208(2): 336–341. DOI: 10.1111/nph.13598
- Hetherington AM, Woodward FI. 2003. The role of stomata in sensing and driving environmental change. Nature 424(21): 901–908. DOI: 10.1038/nature01843.
- Idris NA, Aleamotu M, McCurdy DW, Collings DA. 2021. The orchid velamen: A model system for studying patterned secondary cell wall development? Plants 10(1358): 1–16. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10071358>.
- Joca TAC, de Oliveira DC, Zotz G, Winkler U. 2017. The velamen of epiphytic orchids: Variations in structure and correlations with nutrient absorption. Flora 230: 66–74. DOI: 10.1016/j.flora.2017.03.009.
- Markal A, Isda MN, Fatonah S. 2015. Perbanyak anggrek *Grammatophyllum scriptum* (Lindl.) BL. melalui induksi tunas secara *in vitro* dengan penambahan BAP dan NAA. Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam 2(1): 108–114.
- Mehri N, Fotovat R, Saba J, Jabbari F. 2009. Variation of stomata dimensions and densities in tolerant and susceptible wheat cultivars under drought stress. Journal of Food, Agriculture, and Environment 7: 167–170.
- Metusala, D, Supriatna J, Nisyawati, Sopandie D. 2017. Comparative leaf and root anatomy, two *Dendrobium* species (Orchidaceae) from different habitat in relation to their potential adaptation to drought. AIP Conference Proceedings 1862, 030118. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4991222>.
- Moreira ASFP, de Lemos Filho JP, dos Santos Isaias RM. 2013. Structural adaptations of two sympatric



- epiphytic orchids (Orchidaceae) to a cloudy forest environment in rocky outcrops of Southeast Brazil. *Revista de Biologia Tropical* 61(3): 1053–1065.
- Purwantoro A, Ambarwati E, Setyaningsih F. 2005. Kekerabatan antar anggrek spesies berdasarkan sifat morfologi tanaman dan bunga. *Ilmu Pertanian* 12(1): 1–11.
- Riverón-Giró F, Damon A, Garcia-gonzales A. 2017. Anatomy of the invasive orchid *Oeceoclades maculata*: ecological implications. *Botanical Journal of the Linnean Society* 184: 94–112.
- Romeida A, Sutjahjo SH, Purwito A, Sukma D, Rustikawati. 2012. Variasi genetik mutan anggrek *Spathoglottis plicata* Blume berdasarkan marker ISSR. *Jurnal Agronomi Indonesia* 40(3): 218–224.
- Schum A. 2003. Mutation breeding in ornamental: an efficient breeding method? *Acta Horticulturae* 612: 47–60.
- Staubner AN. 2015. The functional anatomy of aerial roots in orchids. Universitas Oldenburg. 43pp. DOI: 10.13140/RG.2.1.1556.2080.
- Wahyuni TS, Sholihin, Ariyanti. 2012. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap keragaan tunas dan hasil ubikayu generasi M1V1. *Dalam Pratiwi H, Winarto A (eds.) Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2012.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan-Balitbang Pertanian, Bogor.
- Wood JJ. 2009. *Grammatophyllum*. In: Pridgeon AM, Cribb PJ, Chase MW, Rasmussen FN (eds.) *Genera Orchidacearum* 5 (2): 68–70. Oxford University, Oxford.
- Woodward FI. 1997. Do plants really need stomata? *Journal of Experimental Botany* 49: 471–480.
- Zahara M, Win CC. 2019. Morphological and stomatal characteristics of two Indonesian local orchids. *Journal of Tropical Horticulture* 2(2): 65–69. DOI: 10.33089/jthort. v2i2.26.
- Zots G, Winkler U. 2013. Aerial roots of epiphytic orchids: the velamen radicum and its role in water and nutrient uptake. *Oecologia* 171: 733–741. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00442-012-2575-6>.