

Pengaruh Iradiasi Ultraviolet terhadap Multiplikasi Tunas Aksiler dan Kadar Klorofil Anyelir (*Dianthus caryophyllus* L.)

(Effect of Ultraviolet Radiation to the Multiplication of Axillary Buds and Chlorophyll Levels Carnation [*Dianthus caryophyllus* L.]

Higa Afza^{1*} dan Iriawati²

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Jl. Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Indonesia
Telp. (0251) 8337975; Faks. (0251) 8338820

²Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB, Jl. Ganesha 10 Bandung, Indonesia

*E-mail: surauawak@yahoo.com

Diajukan: 18 Desember 2014; Direvisi: 24 Februari 2015; Diterima: 30 April 2015

ABSTRACT

Ultraviolet (UV) is one of the lights spectrum that causes plant cell to damage. The use of ultraviolet irradiation in combination with tissue culture techniques has not been widely used in somaclonal variation method for carnation breeding, whereas the source of ultraviolet irradiation is more easily obtained compared to other sources of irradiation such as gamma rays, x-rays and neutron rays. The purpose of this study was to determine effect of ultraviolet irradiation on the multiplication of axillary shoot in carnation. Explants of internode stem of carnation were grown in multiplication medium Murashige Skoog (MS) consisted of 10^{-7} M NAA and $5 \cdot 10^{-6}$ M BAP. After four times subculture, the culture bottles were exposed to ultraviolet light C with some variation of irradiation time in combination with storage in light or dark. The results showed that ultraviolet light can reduce the number of shoots formed, shoot length and chlorophyll content of carnation. Based on the results obtained, ultraviolet radiation affected the organs of plants that were formed, but did not cause meristem activity to a standstill.

Keywords: *Dianthus caryophyllus* L., ultraviolet, somaclonal variation.

ABSTRAK

Sinar ultraviolet (UV) merupakan salah satu sinar gelombang pendek yang dapat menyebabkan kerusakan sel tumbuhan. Penggunaan iradiasi ultraviolet yang dikombinasikan dengan teknik kultur jaringan belum banyak digunakan untuk menginduksi keragaman somaklonal dalam pemuliaan anyelir. Padahal sumber iradiasi ultraviolet lebih mudah diperoleh dibanding dengan sumber iradiasi lain, seperti sinar gamma, sinar x, dan sinar neutron. Tujuan penelitian ini ialah mengamati pengaruh iradiasi ultraviolet terhadap multiplikasi tunas aksiler anyelir. Eksplan buku batang anyelir ditanam pada medium multiplikasi, terdiri atas medium Murashige Skoog (MS) ditambah dengan 10^{-7} M NAA dan $5 \cdot 10^{-6}$ M BAP. Setelah dilakukan empat kali subkultur, botol kultur dipaparkan pada lampu ultraviolet C dengan beberapa variasi lama waktu penyinaran yang dikombinasikan dengan penyimpanan di tempat terang atau gelap. Sinar ultraviolet ternyata dapat menurunkan panjang ruas, jumlah tunas aksiler yang terbentuk dan kadar klorofil anyelir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa iradiasi ultraviolet berpengaruh terhadap organ tanaman yang sudah terbentuk, tetapi tidak menghentikan aktivitas jaringan meristem.

Kata kunci: *Dianthus caryophyllus* L., ultraviolet, keragaman somaklonal.

PENDAHULUAN

Anyelir (*Dianthus caryophyllus* L.) merupakan komoditas bunga potong nomor tiga terbesar pemakaiannya di dunia setelah mawar dan krisan (Badan Litbang pertanian, 2011). Meskipun permintaan pasar cukup tinggi, ternyata minat para petani dalam membudidayakan anyelir masih rendah. Menurut para pembudi daya anyelir di Bandung, yaitu daerah Parongpong-Cihideung (melalui studi lapang), rendahnya minat petani dalam membudidayakan tanaman anyelir karena teknik budi daya yang rumit dan masa pembungaan yang panjang. Anyelir merupakan tanaman subtropis yang pengembangannya membutuhkan modifikasi lingkungan yang menyerupai daerah asalnya, sehingga menyebabkan biaya produksi menjadi sangat tinggi dan produk yang dihasilkan kurang kompetitif (Direktorat Budidaya Tanaman Hias, 2005).

Anyelir memiliki bentuk bunga yang eksotik dan jika dibanding dengan mawar dan krisan, periode kesegaran bunga anyelir (*vase life*) lebih lama, yaitu hampir tiga minggu (Wuryaningsih dan Suhardi, 2007). Anyelir termasuk dalam keluarga *Caryophyllaceae*, memiliki bunga dengan warna, bentuk dan tipe bunga yang beragam. Bunga anyelir dimanfaatkan untuk rangkaian sebagai dekorasi ruangan. Di dalam pembuatan rangkaian, bunga anyelir sering dikombinasikan dengan bunga potong lain maupun dengan daun induk dengan mengedepankan prinsip harmoni dan kesatuan, sehingga menghasilkan rangkaian bunga yang indah (Hunter, 1999).

Pasar global membutuhkan varietas baru anyelir dengan bentuk, tipe, dan warna bunga yang eksotik. Hal ini dapat dilakukan dengan penerapan metode pemuliaan tanaman. Metode pemuliaan yang dapat dilakukannya itu metode keragaman somaklonal. Keragaman somaklonal merupakan keragaman genetik yang terjadi secara spontan hasil regenerasi sel somatik (Mariska, 2002). Hasil penelitian Aisyah (2009) menunjukkan bahwa perlakuan radiasi sinar gamma pada stek pucuk anyelir dapat membentuk 19 mutan berdasarkan warna, corak, dan bentuk tepi petal bunga. Jika sel mutan mampu bertahan, maka sel normal akan meng-

hilang dan penampilan tanaman akan mengikuti sifat yang dibawa oleh sel mutan tersebut. Sebaliknya, jika pada fase pertumbuhan dan perkembangan di lapang, sel-sel normal mampu bertahan hidup dan bisa berkembang dengan baik, maka karakter-karakter vegetatif tanaman pada fase di lapang pun sudah bisa tumbuh normal seperti tanaman kontrol.

Informasi tentang pengaruh iradiasi ultraviolet terhadap pembentukan mutan anyelir belum ditemukan. Pada penelitian tanaman kacang dan gandum ditemukan bahwa iradiasi UV pada spesies umumnya mengurangi parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, berat segar, dan berat kering, tapi tidak secara signifikan mempengaruhi luas daun dan kadar air daun (Alexieva *et al.*, 2001).

Mutasi induksi dapat dilakukan dengan menggunakan mutagen kimia atau mutagen fisik. Iradiasi merupakan salah satu mutagen fisik yang paling potensial. Iradiasi pada beberapa eksplan dapat secara signifikan menghambat proses pembentukan tunas adventif (Jerzy *et al.*, 2000). Menurut Tejaswini *et al.* (2005), pengaruh iradiasi sinar gamma dapat menurunkan daya tahan dari eksplan anyelir yang dikulturkan secara *in vitro* dan menurunkan luas daun. Iradiasi terbagi ke dalam dua tipe, yaitu iradiasi elektromagnetik (UV, sinar X, dan sinar gamma) dan iradiasi partikel (elektron, neutron, proton, partikel α , dan partikel β). Adapun penggunaan sinar ultraviolet dengan gelombang pendek untuk menginduksi mutasi pada tanaman masih belum banyak digunakan. Padahal lampu ultraviolet C jenis *germicidal relative* lebih mudah diperoleh di pasaran dibanding dengan sumber cahaya untuk iradiasi elektromagnetik lain yang jumlahnya terbatas di institusi tertentu, seperti Batan dan rumah sakit.

Metode mikropropagasi dengan tunas aksiler lebih menguntungkan dibanding dengan metode lain karena metode ini lebih sederhana. Selain itu, laju propagasi relatif cepat dan stabilitas gen yang cukup tinggi (Pierik, 1998). Komposisi medium *in vitro* untuk anyelir yang sudah optimum akan meminimalisir faktor koreksi, sehingga hasil pengamatan merupakan pengaruh langsung dari perlakuan, yaitu iradiasi sinar ultraviolet.

Tujuan penelitian ini ialah mengetahui potensi iradiasi sinar ultraviolet terhadap multiplikasi tunas aksiler anyelir untuk menghasilkan tanaman anyelir yang pendek dan cepat tumbuh.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai September 2004 di Laboratorium Perkembangan Tumbuhan FMIPA Institut Teknologi Bandung (sekarang Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB).

Bahan penelitian, yaitu tanaman anyelir bermahkota kuning cerah, yang diambil bagian buku batangnya. Eksplan buku batang yang telah steril ditanam pada medium Murashige dan Skoog yang ditambah dengan kombinasi zat pengatur tumbuh 10^{-7} M NAA dan $5 \cdot 10^{-6}$ M BAP. Subkultur dibatasi sebanyak 4 kali sebelum perlakuan. Hal ini bertujuan agar diperoleh tunas yang stabil dalam kultur *in vitro* (Pierik, 1998).

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan tujuh ulangan. Perlakuan yang diberikan ialah penyinaran dengan ultraviolet selama 7 dan 15 hari. Setiap hari dipaparkan pada lampu ultraviolet C selama 10 jam, kemudian diikuti dengan penyimpanan di tempat gelap dan terang.

Lampu ultraviolet yang digunakan ialah lampu ultraviolet C (TUV *sterilamp* 25 watt), jenis *germicidal* (Philips) dengan panjang gelombang 200–280 nm. Jarak antara lampu ultraviolet C dengan botol kultur adalah 45 cm. Lampu TL 20 watt dengan intensitas cahaya ± 900 lux. Jarak antara lampu TL dengan botol kultur sejauh 25 cm.

Pengamatan dilakukan terhadap jumlah tunas dan warna daun setiap minggu tanpa membuka botol kultur. Pada saat tanaman berumur 4 minggu setelah perlakuan, botol kultur dibuka dan dihitung jumlah tunas aksiler, diukur panjang tunas dan kadar klorofil dengan metode *Wintermans* dan *de Motts* menggunakan spektrofotometer (Ultrospec, 2000) pada panjang gelombang 649 nm dan 665 nm. Penghitungan kandungan klorofil (mg/l) ditentukan dengan rumus:

Klorofil a = $1,07$ (OD 663) – $0,094$ (OD 644)

Klorofil b = $1,77$ (OD 644) – $0,28$ (OD 663)

Klorofil total = $0,79$ (OD 663) + $1,076$ (OD 644)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efek langsung dari pemaparan sinar ultraviolet C terhadap eksplan tumbuhan adalah terhambatnya pembentukan tunas aksiler, pemendekan ruas tanaman, dan penurunan kadar klorofil. Pengaruh sinar ultraviolet pada penelitian ini diamati pada umur 4 minggu setelah perlakuan terhadap eksplan. Sinar ultraviolet C berpengaruh nyata terhadap tanaman, yaitu bersifat menghambat pertumbuhan dan perkembangan eksplan tanaman yang terpapar sinar ultraviolet.

Hal ini dapat dijelaskan karena UV menghasilkan kerusakan DNA tertentu seperti *cyclobutane pyrimidine dimers* (CPDs) dan *pyrimidine (6–4) pyrimidone photo products* (64PPs) pada lokasi *dipyrimidine*, di mana dua basa pirimidin (Py) disejajarkan bersama-sama dalam urutan nukleotida DNA. Lesi UV ini terbentuk melalui reaksi fotokimia, yang efisiensinya tergantung pada panjang gelombang, berikut penyerapan energi UV secara langsung oleh basa DNA (Ikehata, 2011).

Penelitian ini dibatasi untuk mengamati pengaruh ultraviolet C terhadap beberapa parameter dasar dari eksplan tanaman, yaitu tunas aksiler, panjang ruas, dan kadar klorofil. Adapun untuk menemukan mutan solid hasil iradiasi ultraviolet, seperti mutan tanaman anyelir yang berbatang pendek, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sampai minimal empat kali subkultur dan aklimatisasi di lapang.

Pembentukan Tunas Aksiler

Pemaparan tunas anyelir pada sinar UV mengakibatkan penghambatan pembentukan tunas aksiler. Pengamatan sampai umur 2 minggu memperlihatkan jumlah tunas tanaman yang diiradiasi lebih rendah dengan warna pucat dan kecokelatan (Gambar 1).

Pada tanaman yang diberi perlakuan penyinaran UV, tunas yang tumbuh sampai akhir minggu keempat tereduksi sampai sekitar 50% dibanding dengan tanaman kontrol (Gambar 2). Dari data hasil pengamatan jumlah tunas aksiler pada umur 4 minggu tersebut, dilakukan uji statistik berupa analisis variansi (ANOVA) dan uji lanjut DMRT untuk mengetahui tingkat signifikansi

ultraviolet terhadap pertumbuhan dan perkembangan anyelir secara *in vitro* (Tabel 1).

Iradiasi sinar ultraviolet C berpengaruh nyata terhadap penghambatan pertumbuhan tunas aksiler. Penyinaran ultraviolet mulai dari penyinaran 7 hari memberikan perbedaan yang nyata terhadap jumlah tunas anyelir yang terbentuk. Makin lama waktu pemaparan tanaman terhadap ultraviolet, makin berkurang jumlah tunas aksiler yang terbentuk.

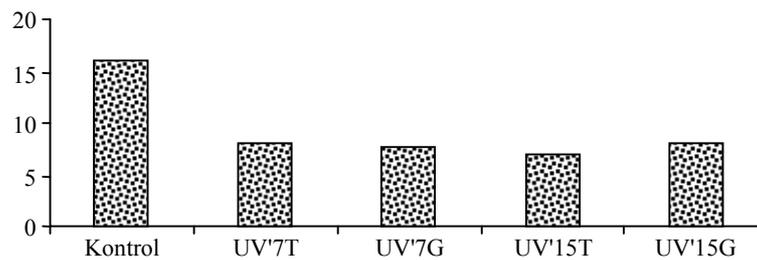
Iradiasi UV dapat mengubah berbagai proses tanaman pada tingkat fisiologis dan DNA (Ehsanpour, 2007). Iradiasi ultraviolet (UV) dibagi menjadi UV-C (di bawah 280 nm), UV-B (280–320 nm), dan UV-A (320–390 nm). Iradiasi ultraviolet C/UV-C sering digunakan untuk mempelajari respon fisiologis yang relevan berbagai kerusakan DNA, dan khususnya telah ditunjukkan untuk menginduksi apoptosis pada sel hewan. Iradiasi UV-C juga telah digunakan untuk meng-

induksi apoptosis seperti perubahan *Arabidopsis thaliana* (Ehsanpour *et al.*, 2007).

Sinar ultraviolet dapat mengakibatkan kerusakan terhadap sel meristem apeks atau titik tumbuh tanaman. Pada bagian ini pertumbuhan berlangsung melalui pembelahan sel. Tunas aksiler dapat muncul pada beberapa jarak dari meristem apeks. Oleh karena itu, tunas aksiler diperkirakan muncul dari hubungan yang berkesinambungan dengan meristem apeks. Jika tunas aksiler muncul dekat dari apeks, maka dapat berhubungan dengan sumbu utama melalui berkas pembuluh pada jalan ranting sejak vakuolisasi dini dalam meristem periferal (Esau, 1965). Meristem apeks ini merupakan meristem primer yang ditemui pada awal kehidupan tumbuhan dan berperan penting dalam pembentukan tubuh utama pada tanaman (Gambar 3).



Gambar 1. Efek radiasi UV terhadap tunas pada saat tunas berumur 2 minggu.



Gambar 2. Jumlah rata-rata tunas aksiler yang terbentuk setelah 4 minggu.

Tabel 1. Pengaruh waktu iradiasi UV dan kondisi penyimpanan terhadap jumlah tunas aksiler yang terbentuk.

Perlakuan		Simbol	Panjang tunas	Jumlah tunas aksiler	Kadar klorofil total (mg/l)
Waktu penyinaran	Penyimpanan				
0	Terang	Kontrol	2,36 a	16,57 a	9,64 a
7 hari	Terang	UV'7T	2,23 a	8,28 b	6,66 b
7 hari	Gelap	UV'7G	2,14 a	7,86 b	5,70 b
15 hari	Terang	UV'15T	2,11 ab	7 bc	5,04 bc
15 hari	Gelap	UV'15G	1,93 b	8 b	4,53 c

Pemunculan tunas-tunas baru pada tanaman yang mendapat perlakuan iradiasi dapat terjadi karena meristem apeks pucuk vegetatif mengandung sel-sel pemula dan turunan sel pemula masih tetap aktif, sehingga pertumbuhan tunas aksiler masih tetap terjadi. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini tampak pula bahwa iradiasi ultraviolet memberikan dampak kerusakan yang cukup kuat pada organ tumbuhan yang sudah terbentuk, tetapi kurang berpengaruh terhadap jaringan meristem yang posisinya relatif terlindung. Hal ini dapat terjadi karena daya penetrasi ultraviolet yang rendah, sehingga efek kerusakan yang paling nyata adalah pada permukaan yang terpapar.

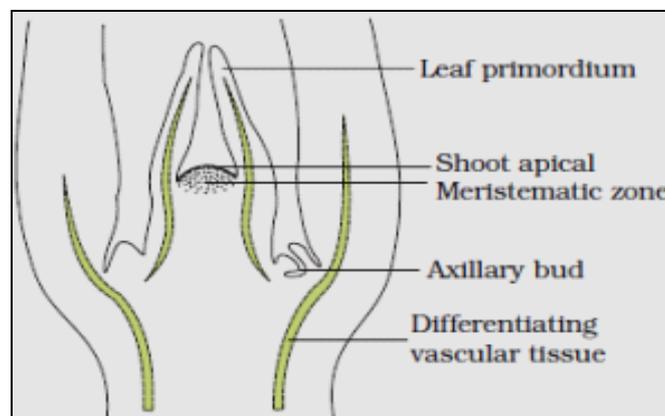
Meskipun daya penetrasi ultraviolet rendah, absorpsi maksimal sinar ultraviolet dapat terjadi pada asam nukleat, maka diperkirakan terdapat suatu aktivitas mekanis dalam sel yang dinamis, misalnya perubahan bentuk sel akibat aksi dari protein dalam membran sitoplasma (ITB, 2008).

Perbedaan penyimpanan di tempat gelap atau terang juga berpengaruh terhadap jumlah tunas yang muncul. Penyimpanan di tempat terang se-

telah perlakuan ultraviolet akan memperbaiki efek ultraviolet melalui mekanisme fotoreaktivasi dengan enzim fotoliase (Brown, 1992). Aktivitas meristem pada bagian apikal akan menyebabkan pertambahan tinggi tanaman serta penambahan panjang ruas. Pada meristem apikal tersebut berlangsung pembelahan sel dengan cepat yang diinduksi oleh hormon IAA. Hormon IAA ini juga yang mempengaruhi proses pemanjangan batang yang berada di bagian bawah meristem apeks (Esau, 1965).

Panjang Ruas

Hasil pengamatan morfogenesis panjang tunas, tanaman kontrol memiliki ruas yang lebih panjang dibanding dengan tanaman yang diberi perlakuan (Gambar 4). Rata-rata panjang tunas pada tanaman kontrol, yaitu $2,35 \pm 0,44$ cm. Tanaman yang diradiasi selama 7 hari lalu disimpan pada kondisi gelap memiliki rata-rata panjang tunas sebesar $2,14 \pm 0,25$ cm, sedangkan untuk tunas dengan perlakuan penyinaran ultraviolet selama 7 hari dan



Gambar 3. Penampang melintang meristem apeks tumbuhan (*Apical meristem*). (<http://textbook.s-anand.net/ncert//biology/6-anatomy-of-flowering-plants>).



Gambar 4. Perbandingan tunas kontrol dan perlakuan pada akhir minggu keempat setelah perlakuan.

diikuti dengan penyimpanan di tempat terang memiliki panjang rata-rata yang lebih tinggi, yaitu $2,23 \pm 0,37$ cm.

Tunas tanaman yang dipaparkan selama 15 hari lalu diikuti penggelapan memiliki rata-rata panjang tunas $1,92 \pm 0,52$ cm, sedangkan yang diikuti dengan penyimpanan pada kondisi terang memiliki rata-rata panjang tunas yang lebih tinggi, yaitu $2,1 \pm 0,5$ cm. Pertumbuhan berasal dari dua proses mendasar, yaitu pembelahan sel dan pemanjangan (Esau, 1965). Hal ini menunjukkan bahwa iradiasi ultraviolet dapat memberikan efek menghambat pada kedua proses tersebut. Pada tanaman *Nicotiana rustica* yang disinari dengan lampu ultraviolet C terlihat tumbuh dengan batang yang kurus dan pendek (Tiburcio *et al.*, 1985).

Pemendekan tunas pada generasi pertama ini merupakan pengaruh dari iradiasi UV yang bersifat menghambat pembelahan dan pemanjangan sel tumbuhan. Namun, dari hasil penelitian ini kita belum dapat menyimpulkan bahwa telah terbentuk mutan anyelir berbatang pendek. Karena untuk memastikan bahwa telah diperoleh mutan solid perlu diuji lebih lanjut dengan subkultur berulang sampai generasi ke-4 (MV_4) dan juga perlu dilakukan aklimatisasi.

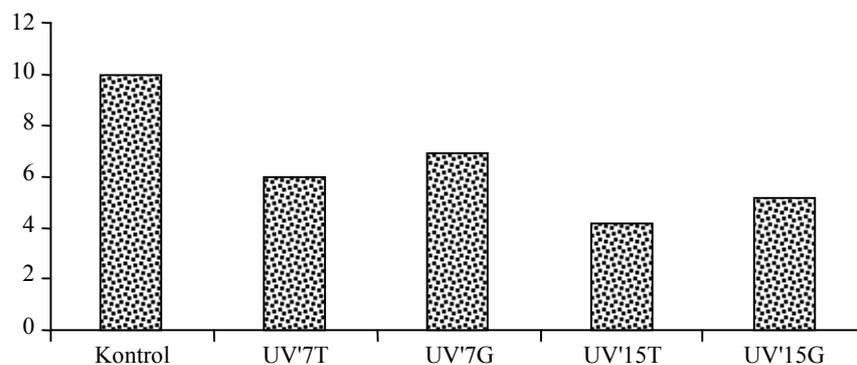
Perlu diwaspadai efek negatif dari iradiasi ultraviolet C yang memberikan dampak kerusakan bagi sel tanaman, sehingga dapat menyebabkan erosi genetik pada plasma nutfah tanaman. Namun, dari sisi lain berdasarkan hasil penelitian diketahui juga bahwa iradiasi ultraviolet C berpotensi sebagai mutagen fisik pada keragaman somaklonal bagi anyelir guna memperoleh tanaman anyelir yang lebih pendek dan cepat berbunga.

Kadar Klorofil

Morfologi daun yang disinari UV terlihat pucat dan kecokelatan (Gambar 4). Ini menandakan telah terjadinya kerusakan pada pigmen fotosintesis. Hasil akhir pengamatan menunjukkan bahwa kadar klorofil pada tanaman kontrol jauh lebih tinggi dibanding dengan tanaman yang diberi iradiasi ultraviolet (Gambar 5). Rendahnya kadar klorofil kemungkinan disebabkan oleh defisiensi mineral, seperti ion Mg^{2+} sebagai salah satu komponen penting pembentuk klorofil atau dikenal dengan istilah klorosis. Cekaman terhadap tanaman akibat iradiasi ultraviolet dapat menjadi penyebab terhambatnya sintesis Mg porfirin yang penting dalam pembentukan klorofil (Saraswati, 2004).

Pemaparan ultraviolet C terhadap tanaman anyelir mengakibatkan penurunan terhadap kadar klorofil A dan klorofil B yang diikuti penurunan kapasitas fotosintesis kloroplas. Di bawah cekaman ultraviolet tanaman mengorbankan kloroplasnya dalam rangka melindungi sel. Iradiasi ultraviolet kemungkinan mempengaruhi pigmen fotosintesis, di samping itu juga menghambat sintesisnya atau mempengaruhi enzim-enzim yang terlibat dalam jalur sintesis klorofil (Barufi *et al.*, 2010).

Pencahayaan pada membran tilakoid dengan ultraviolet B mengakibatkan kerusakan terhadap struktur dan fungsi pada pusat reaksi protein di dalam fotosistem II dan juga mengakibatkan degradasi pigmen (Cechin, 2008). Penyerapan ultraviolet oleh plastosemiquinon setelah pemaparan anyelir selama 7 hari dan 15 hari dapat memicu reaksi yang menyebabkan kerusakan pada komponen fotosintesis (Turner, 2000). Makin lama waktu



Gambar 5. Kadar klorofil total yang diukur setelah 4 minggu.

pemaparan, makin tinggi tingkat kerusakan. Pada penyinaran anyelir selama 15 hari yang diikuti dengan penyimpanan di tempat gelap diperoleh penurunan kadar klorofil sebesar 50% dibanding dengan tanaman kontrol.

Pada hari keempat, warna daun semua tanaman yang diberi perlakuan menjadi hijau pucat keputih-putihan kemudian daun tersebut mengalami penuaan dan gugur. Namun, empat hari setelah masing-masing perlakuan berakhir, terlihat mulai munculnya tunas-tunas baru yang berwarna hijau. Efek sinar ultraviolet yang paling kuat terlihat pada perlakuan radiasi selama 15 hari yang diikuti dengan penyimpanan di tempat gelap. Pada perlakuan ini hampir seluruh daun yang ada menjadi pucat dan akhirnya gugur. Efek yang paling ringan tampak pada perlakuan radiasi selama 7 hari yang diikuti dengan penyimpanan di tempat terang.

Perubahan warna daun menjadi pucat yang kemudian diikuti dengan adanya pengguguran daun disebabkan oleh cekaman sinar ultraviolet. Walau demikian, tanaman perlakuan ini ternyata mampu untuk melakukan perbaikan. Kelompok tanaman anyelir yang disimpan pada cahaya ternyata dapat melakukan pemulihan sendiri dengan bantuan cahaya yang dikenal dengan metode fotoreaktivasi (Barufi *et al.*, 2010). Bahkan pada tanaman yang disimpan di tempat gelap pun juga muncul tunas aksilernya.

Perbaikan kerusakan pada tumbuhan yang diakibatkan iradiasi UV dilakukan oleh DNA melalui dua mekanisme: fotoreversal dan perbaikan eksisi nukleotida. Proses fotoreversal tergantung pada cahaya dan melibatkan pembalikan langsung dari kerusakan oleh enzim fotoliase. Fotoliase mengikat langsung ke dimer pirimidin, sehingga membentuk kompleks yang stabil dan dapat melakukan penyerapan foton untuk panjang gelombang yang sesuai (350–500 nm). Transfer foton diserap dari kromofor dari lyase ke dimer yang menginduksi pembalikan, kemudian memecah dimer dan menghasilkan dua monomer pirimidin (Tuteja *et al.*, 2001). Pada tumbuhan, bahwa sebagian CPDs dan 6–4 fotoproduk dikeluarkan dari DNA oleh fotoreversal ditunjukkan oleh pengamatan bahwa sebagian fotoproduk hanya diperbaiki dalam kondisi cahaya (Britt, 1996).

Penyerapan Mg^{2+} dan K^+ dari medium juga dapat dihambat oleh adanya depolarisasi membran akibat senyawa fenolat. Pucat atau cokelatnya jaringan pada tanaman menandakan telah terbentuknya senyawa fenolik, dan ini sering ditemukan pada daun ataupun tunas yang terpapar sinar ultraviolet (Saraswati, 2004).

KESIMPULAN

Iradiasi sinar ultraviolet C bersifat mutagenik pada beberapa parameter dasar dari eksplan tanaman anyelir, yaitu menurunkan jumlah tunas aksiler/tunas pada eksplan tanaman anyelir, menurunkan panjang ruas batang anyelir dan menurunkan kadar klorofil anyelir.

Pengaruh diatas mengindikasikan bahwa iradiasi ultraviolet (UV) C berpotensi sebagai mutagen fisik dalam metode keragaman somaklonal anyelir, yaitu metode pemuliaan tanaman untuk mendapatkan varietas baru anyelir yang berbatang pendek dan cepat berbunga.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexieva, V.I. Sergiev, S. Mapelli, and E. Karanov. 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant, Cell, and Environment* 24(12):1337–1344.
- Aisyah, S.I., H. Aswidinnoor, A. Saefuddin, B. Marwoto, dan S. Sastrosumarjo. 2009. Induksi mutasi pada stek pucuk anyelir (*Dianthus caryophyllus* Linn.) melalui iradiasi sinar gamma. *J. Agron. Indonesia* 37(1):62–70.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2011. Varietas baru anyelir. *Sinar Tani* Edisi 15–21 Juni 2011. No. 3410. Tahun XLI.
- Barufi, J.B., N. Korbee, M.C. Oliveira, and F.L. Figueroa. 2010. Effects of N supply on the accumulation of photosynthetic pigments and photoprotectors in *Gracilaria tenuistipitata* (Rhodophyta) cultured under UV radiation. *J. Appl. Phycol.* 23:457–466.
- Britt, B.A. 1996. DNA damage and repair in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 47:75–100. doi:10.1146/annurev.arplant.47.1.75.
- Brown, T.A. 1992. *Genetics, a molecular approach*. Chapman and Hall, London.
- Cechin, I. and C. Natalia. 2008. Ultraviolet-B and water stress effects on growth, gas exchange and

- oxidative stress in sunflower plants. *Radiat. Environ. Biophys.* 47:405–413.
- Direktorat Budidaya Tanaman Hias. 2005. Inventarisasi tanaman hias unggulan komersil. Direktorat Jenderal Hortikultura Direktorat Budidaya Tanaman Hias, Jakarta.
- Ehsanpour, A.A., S. Madani, and M. Hoseini. 2007. Detection of somaclonal variation in potato callus induced by UV-C radiation using RAPD-PCR. *Gen. Appl. Plant Physiology* 33(1-2):3–11.
- Esau. 1965. Anatomy of seed plant. John Willey & Sons, New York.
- Ikehata, H. and O. Tetsuya. 2011. The Mechanisms of UV mutagenesis. *J. Radiat. Res.* 52:15–125.
- Institut Teknologi Bandung. 2008. Pendahuluan materi perkuliahan biologi sel. Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Jerzy, M. and M. Zalewska. 2000. Effect of X and gamma rays on *in vitro* adventitious bud production of pot carnation (*Dianthus gratianopolitanus* Vill.). *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 6(1):49–52.
- Mariska, I. 2002. Perkembangan penelitian kultur *in vitro* pada tanaman industri, pangan, dan hortikultura. *Bul. Agrobio* 5(2):45–50.
- Hunter, N.T. 1999. The Art of floral design. Delmar Thomson Learning, New York.
- Pierik, R.L.M. 1998. *In vitro* culture of higher plants. Kluwer Academic Publisher, London.
- Saraswati, R.D. 2004. Pengaruh penyinaran ultraviolet dan fotoperioda terhadap kultur *in vitro* mawar mini. Skripsi S1, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Tejaswini, H, Paramesh, and S. Chowdhury. 2005. Impact of explants and gamma irradiation dosage on *in vitro* mutagenesis in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). *J. Appl. Hortic.* 7(1):43–45.
- Tiburcio, A.F., M.T. Pinol, and M. Serrano. 1985. Effect of UV-C on growth soluble protein and alkaloids in *Nicotiana rustica* plants. *Env. Exp. Bot.* 25:203–210.
- Turner, P.C. 2000. Instant notes in molecular biology. Springer Verlag, Singapore.
- Tuteja, N., M.B. Singh, M.K. Misra, P.L. Bhalla, and R. Tuteja. 2001. Molecular mechanisms of DNA damage and repair: progress in plants. *Crit. Rev. Biochem. Mol. Biol.* 36:337–397.
- Wuryaningsih, S. dan Suhardi. 2007. Pemupukan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi beberapa kultivar anyelir. *J. Hortikultura Edisi Khusus* 2:176–182.
-