

Multiplikasi Tunas Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) Aksesori 218 dan 219 dengan Pemberian *Meta-topolin* secara *in vitro*

In Vitro Shoot Multiplication of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Accession 218 and 219 Using *Meta-topolin*.

Murgayanti^{1*}, Y.G. Simanjan¹, C. Bakti¹, dan A. Karuniawan¹

¹Jurusan Budidaya Pertanian Faperta UNPAD

Diterima 3 November 2014/Disetujui 16 Maret 2015

ABSTRACT

The aim of this experiment was to find the influence of the accessions of sweet potato and concentration of meta-topolin on shoot multiplication using in vitro technique. The experiment was conducted at Seed Technology Tissue Culture Laboratory of Agriculture Faculty, Universitas Padjadjaran, from May to July 2013. Explants used were stem segment of sweet potato accessions 218 and 219. The experimental design used was a completely randomized design with two factors and three replications. The first factor was sweet potato accession (accession number 218 and 219) and second factor was the concentration of meta-topolin. The results showed there was no interaction between sweet potato accessions with meta-topolin concentration. Accession 219 with 1.50 ppm meta-topolin was resulted the big number of shoots, (4 shoots).

Keywords: *accession, in vitro, meta-topolin, multiplication, sweet potato*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pengaruh jenis aksesori ubi jalar dengan konsentrasi *meta-topolin* terhadap multiplikasi tunas secara *in vitro*. Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Teknologi Benih Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, pada bulan Mei sampai Juli 2013. Eksplan yang digunakan adalah ruas batang ubi jalar aksesori 218 dan 219. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah jenis aksesori ubi jalar yaitu 218 dan 219 sedangkan faktor kedua adalah konsentrasi *meta-topolin*. Hasil percobaan menunjukkan tidak ada interaksi antara jenis aksesori ubi jalar dengan konsentrasi *meta-topolin*. Aksesori 219 dengan pemberian 1,50 ppm *meta-topolin* menghasilkan jumlah tunas paling banyak (4 tunas)

Kata Kunci: aksesori, *in vitro*, *meta-topolin*, multiplikasi, ubi jalar

PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) merupakan salah satu komoditas pangan yang mempunyai kandungan karbohidrat dan sumber kalori yang tinggi. Di samping itu juga merupakan sumber vitamin dan mineral. Di Indonesia, status ubi jalar sebagai komoditas pangan belum setara dengan padi dan jagung, hanya dijadikan sebagai bahan pangan sampingan. Padahal potensi ekonomi dan sosial ubi jalar cukup tinggi, antara lain sebagai bahan pangan

yang efisien pada masa mendatang, bahan pakan ternak, dan bahan baku industri. Pemanfaatan ubi jalar dalam agroindustri dan agribisnis akan semakin menonjol seiring dengan diversifikasi pangan. Oleh karena itu, penggalakkan penanaman dan peningkatan kualitas ubi jalar di sentra sentra produksi sangat perlu dilakukan (Antarlina dan Utomo, 1999)

Kandungan karbohidrat pada ubi jalar mencapai 91,42-93,45% (bk). Di samping itu, ubi jalar juga kaya vitamin seperti vitamin A 60-7700 S.I/100g, vitamin B1 0,09 mg/100g, vitamin B2 0,05 mg/100g, vitamin B3 0,9 mg/100g dan vitamin C 22 mg/100g (Zuraida, 2003). Kadar karoten sebagai bahan utama pembentukan vitamin A pada ubi jalar setara dengan

*Penulis korespondensi: murgayanti@yahoo.com

karoten pada wortel (*Daucus carota*) dan warna umbi kuning kemerah-merahan merupakan ciri ubi jalar yang memiliki kandungan vitamin A yang tinggi (Ubalau and Okoroafor, 2013) sedangkan pada ubi jalar yang berwarna ungu merupakan ciri antioksidan yang disebut antosianin (Fitrah, 2013)

Ubi jalar juga sangat potensial sebagai komoditas ekspor. Menurut Badan Pusat Statistik (2013), pada tahun 2012 ekspor ubi jalar mencapai nilai US\$ 8.565.114 dengan total berat 9.649.217 kg). Indonesia melakukan ekspor ubi jalar ke negara Singapura, Belanda, Amerika Serikat, Jepang dan Malaysia. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (2013), penambahan luas areal pertanaman ubi jalar meningkat setiap tahun. Hal ini ditunjukkan pada peningkatan luas areal pertanaman tahun 2011 dan 2012 masing-masing 178.121 ha dan 178.298 ha. Peningkatan luas areal pertanaman ubi jalar juga akan meningkatkan kebutuhan bibit.

Produksi komoditas ini juga mengalami peningkatan setiap tahun. Pada tahun 2012, produksi ubi jalar mengalami peningkatan sebesar 1,31% (287.434 ton) dibandingkan produksi pada tahun 2011. Produktivitas pada tahun 2011 sebesar 123,29 ku/ha mengalami peningkatan menjadi 139,29 ku/ha pada tahun 2012. Peningkatan produktivitas tersebut merupakan faktor meningkatnya produksi komoditas ini. Penyediaan bibit yang berkualitas diharapkan dapat mendukung peningkatan produksi.

Laboratorium Pemuliaan Tanaman Universitas Padjadjaran memiliki beberapa aksesori ubi jalar antara lain, aksesori 218 dan 219. Aksesori tersebut merupakan ubi jalar yang banyak dibudidayakan di negara asalnya Jepang karena digunakan sebagai bahan baku industri pangan. Aksesori 218 banyak digunakan sebagai bahan baku pasta dan memiliki kandungan *beta* karoten. Aksesori 219 memiliki antosianin tinggi yang sangat bermanfaat jika dapat dibudidayakan di Indonesia (Karuniawan, 2013).

Perbanyakan ubi jalar umumnya dengan menggunakan stek. Perbanyakan tanaman yang berasal dari stek pada generasi berikutnya akan mengalami penurunan hasil dan setelah empat generasi, ketahanannya terhadap penyakit dan hama akan semakin menurun (Sarwono, 2005). Salah satu cara untuk mendapatkan bahan tanam yang bebas patogen adalah dengan penggunaan teknik *in vitro*. Kelebihan perbanyakan tanaman secara kultur *in vitro* yaitu menghasilkan bibit dalam jumlah yang lebih banyak dalam waktu yang relatif pendek, bebas penyakit, tidak tergantung pada iklim dan cuaca, menghasilkan tanaman yang sehat, mempertahankan sifat baik induk, tidak membutuhkan lahan yang luas untuk pembibitan, sedikit tenaga kerja, dan dapat memperbanyak tanaman tertentu yang sulit jika diperbanyak secara konvensional (Yusnita, 2005).

Keberhasilan perbanyakan *in vitro* dipengaruhi oleh faktor asal eksplan dan susunan media tumbuh tempat eksplan ditumbuhkan (Armini *et al.*, 1992). Faktor lain yang berpengaruh terhadap kultur jaringan yaitu konsentrasi zat

pengatur tumbuh yang ditambahkan pada media. Auksin dan sitokinin merupakan zat pengatur tumbuh (ZPT) yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan kultur (Teklehaymanot *et al.*, 2010).

Sitokinin adalah senyawa turunan *adenine* yang berperan dalam pengaturan pembelahan sel dan morfogenesis. Sitokinin digunakan untuk merangsang terbentuknya tunas dan mendorong pembelahan sel (Karjadi dan Buchory, 2005). Zat pengatur tumbuh golongan sitokinin sangat baik untuk menstimulasi pembentukan tunas (Gaba, 2005).

Salah satu jenis sitokinin adalah *meta*-topolin (mT). Ekstrak alami dari daun poplar merupakan asal ditemukannya ZPT ini (Strnad *et al.*, 1997). Penelitian Van Staden and Drewes (1991) dan Strnad *et al.* (1997) menyatakan bahwa *meta*-topolin memiliki efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan zeatin. Penggunaan konsentrasi *meta*-topolin berbeda pada beberapa penelitian. Konsentrasi yang digunakan yaitu 0,10, 0,50, 1,00 sampai 7,20 ppm (Mutui *et al.*, 2011; Teklohaymanot *et al.*, 2010; Amoo *et al.*, 2010).

Penggunaan *meta*-topolin pada kultur *in vitro* ubi jalar belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan percobaan untuk mempelajari pengaruh pemberian *meta*-topolin terhadap multiplikasi tunas ubi jalar pada aksesori 218 dan 219.

METODOLOGI PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Teknologi Benih Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, pada bulan Mei 2013 sampai Juli 2013. Eksplan yang digunakan dalam percobaan ini adalah ruas batang steril yang memiliki satu nodus. Ruas batang berasal dari kultur *in vitro* ubi jalar aksesori 218 dan 219 yang telah berumur dua bulan. Bahan-bahan lainnya adalah media Murashige dan Skoog (MS) agar-agar, sukrosa, *meta*-topolin (mT), alkohol 70%, NaOH 1 N, HCl 0,1 N, spiritus, *aquadest*. Alat-alat yang digunakan yaitu timbangan analitik, erlenmeyer, pipet dan volume pipet, *beaker glass*, botol kultur 100 ml, *Laminar Air Flow* (LAF), *hot plate magnetic stirrer*, plastik tahan panas, karet gelang, pH meter, *autoclave*, gelas ukur, oven, *petridish*, pinset, *scalpel blade* dan gunting. Pada tahap inkubasi menggunakan alat-alat seperti *termohigrometer*, lampu *fluorescent*, rak kultur dan *Air Conditioner* (AC).

Metode percobaan yang digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah jenis aksesori (A) terdiri dari dua taraf yaitu a₁ (ubi jalar aksesori 218) dan a₂ (ubi jalar aksesori 219). Faktor kedua adalah konsentrasi *meta*-topolin (B) terdiri dari lima taraf yaitu b₁ (0,00 ppm/tanpa pemberian mT), b₂ (0,50 ppm mT), b₃ (1,00 ppm mT), b₄ (1,50 ppm mT) dan b₅ (2,00 ppm mT). Percobaan ini terdiri dari 10 kombinasi perlakuan. Setiap perlakuan diulang 3 kali, masing-masing ulangan terdiri dari

5 unit yang ditanami satu buah eksplan ruas batang sehingga dibutuhkan 150 kultur.

Percobaan dilaksanakan melalui beberapa tahap yaitu sterilisasi alat dan ruang kultur. Sterilisasi bertujuan agar alat, media dan ruangan bebas dari kontaminasi. Alat-alat yang dipergunakan untuk pembuatan media dan penanaman seperti *petridish*, *beaker glass*, batang pengaduk, pipet, gelas ukur dan alat-alat tanam dicuci dengan menggunakan deterjen kemudian dibilas dengan air mengalir. Setelah bersih, dilanjutkan sterilisasi dengan menggunakan *autoclave* pada tekanan 17,5 psi dan temperatur 121°C selama 1 jam (Windujati, 2011).

Sebelum penanaman, *Laminar Air Flow* disterilisasi dengan menyemprotkan alkohol 70% dan menghidupkan lampu ultra violet selama 1 jam. Sterilisasi ruangan dilakukan dengan membersihkan ruangan dan menyemprotkan alkohol 70%. Media yang digunakan adalah media Murashige dan Skoog (MS). Pembuatan media MS dilakukan dengan melarutkan larutan stok. Larutan stok yang mengandung senyawa makro dan mikro dipipet sesuai kebutuhan lalu dimasukkan ke dalam gelas ukur. Penambahan *meta*-topolin diberikan sesuai dengan perlakuan. Selanjutnya pada media perlakuan ditambahkan sukrosa sebanyak 30 gL⁻¹ dan diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer.

Derajat keasaman media ditetapkan 5,7-5,8. Kemudian pada media ditambahkan agar-agar sebanyak 7 gL⁻¹. Setelah itu, media dimasak dengan menggunakan hot plate magnetic stirrer sampai mendidih lalu dituangkan ke dalam botol

kultur. Botol kultur ditutup dengan plastik tahan panas kemudian diikat dengan karet gelang, kemudian disterilisasi dengan autoclave pada tekanan 17,5 psi dan temperatur 121°C selama 20 menit.

Eksplan yang digunakan adalah ruas batang yang terletak di bawah pucuk. Ruas batang dengan buku tunggal dipotong, kemudian ditanam pada media dengan menggunakan pinset. Botol yang telah berisi eksplan ditutup dengan plastik tahan panas dan diikat dengan karet gelang. Penanaman dilakukan di dalam *Laminar Air Flow*. Kegiatan pemeliharaan dilakukan dengan menyemprotkan alkohol 70% dan membersihkan ruang kultur. Eksplan yang terkontaminasi dikeluarkan dari ruang kultur. Pengamatan dilakukan pada parameter Waktu Muncul Tunas (MST), Jumlah Tunas (buah) pada 4, 8 dan 12 MST dan Warna Daun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Muncul Tunas

Pada Tabel 1 terlihat bahwa waktu muncul tunas paling cepat dihasilkan pada aksesi 219 dengan pemberian 0,50 ppm *meta*-topolin (mT) yaitu 1 minggu setelah tanam (MST) dengan persentase eksplan bertunas sebanyak 80%. Pada umur 2 MST semua eksplan telah membentuk tunas pada perlakuan ini. Waktu muncul tunas yang paling lama ditunjukkan oleh aksesi 218 dengan pemberian 1,00 ppm mT dan aksesi 219 tanpa pemberian mT. Perbedaan waktu muncul tunas disebabkan oleh perbedaan jenis aksesi ubi jalar dan lama induksi *meta*-topolin.

Tabel 1. Pengaruh jenis aksesi dan konsentrasi *Meta*-topolin (mT) terhadap rata-rata waktu muncul tunas (MST) dan persentase eksplan bertunas (%)

Perlakuan	Waktu Muncul Tunas (MST) (%)				Total
	1	2	3	4	
a ₁ b ₁ (aksesi 218 + 0,00 ppm mT)	40	60	0.00	0.00	100
a ₁ b ₂ (aksesi 218 + 0,50 ppm mT)	53.33	46.67	0.00	0.00	100
a ₁ b ₃ (aksesi 218 + 1,00 ppm mT)	13.33	73.33	6.67	6.67	100
a ₁ b ₄ (aksesi 218 + 1,50 ppm mT)	46.67	53.33	0.00	0.00	100
a ₁ b ₅ (aksesi 218 + 2,00 ppm mT)	53.33	40	6.67	0.00	100
a ₂ b ₁ (aksesi 219 + 0,00 ppm mT)	13.33	73.33	0.00	0.00	86.66
a ₂ b ₂ (aksesi 219 + 0,50 ppm mT)	80	20	0.00	0.00	100
a ₂ b ₃ (aksesi 219 + 1,00 ppm mT)	73.33	26.67	0.00	0.00	100
a ₂ b ₄ (aksesi 219 + 1,50 ppm mT)	66.67	26.67	0.00	0.00	93.34
a ₂ b ₅ (aksesi 219 + 2,00 ppm mT)	26.67	73.33	0.00	0.00	100

Pada kultur *Barleria greenii* (bunga barleria) pemberian *meta*-topolin dengan konsentrasi yang berbeda (0,24 ppm; 0,72 ppm; 1,20 ppm; 1,60 ppm) memunculkan tunas paling cepat dibandingkan pemberian BA dan kinetin pada konsentrasi yang sama (Amoo *et al.*, 2010). Hasil penelitian Shaheenuzzaman *et al.* (2011) menunjukkan bahwa jenis dan konsentrasi sitokinin berpengaruh nyata terhadap pembentukan tunas tanaman gladiol. Menurut Verma *et al.* (2011), perbedaan efektivitas sitokinin

disebabkan setiap jenis sitokinin di dalam media mengalami penyerapan dan laju translokasi yang berbeda pada setiap eksplan. Semakin cepat waktu pembentukan tunas, maka proses penyediaan bibit ubi jalar aksesi 218 dan 219 juga semakin cepat.

Jumlah Tunas

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara jenis aksesi (a) dan konsentrasi *meta*-

topolin (b) terhadap jumlah tunas pada semua waktu pengamatan. Pada Tabel 2 terlihat bahwa jumlah tunas tidak dipengaruhi oleh jenis aksesi ubi jalar. Kedua aksesi diduga memiliki kekerabatan yang dekat karena sama-sama berasal dari Jepang (Shaumi *et al.*, 2011).

Pada perlakuan *meta*-topolin, jumlah tunas terbanyak dihasilkan pada 1,50 ppm mT, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan 2 mT pada umur 4, 8 dan 12 MST. Peningkatan konsentrasi mT sampai 1,50 ppm (12 MST) mampu meningkatkan jumlah tunas, namun pada konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 2,00 ppm menyebabkan

penurunan jumlah tunas. Hasil penelitian Bairu *et al.* (2008) pada tanaman *Musa spp. AAA cv. Williams* menunjukkan tunas paling banyak dihasilkan pada pemberian 1,80 ppm mT. Pada konsentrasi *meta*-topolin yang lebih tinggi yaitu 3,60 ppm dan 7,20 ppm, justru menurunkan jumlah tunas. Zat pengatur tumbuh pada konsentrasi tinggi mampu menghambat kerja hormon endogen dan dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan sel. Hormon dapat bekerja secara optimal pada konsentrasi tertentu dan sitokinin eksogen dapat mengubah kadar hormon endogen yang dikandung pada eksplan (Salisbury dan Ross, 1995).

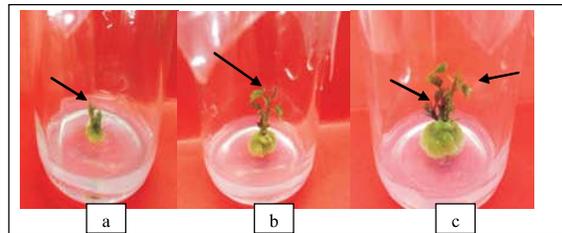
Tabel 2. Pengaruh jenis aksesi ubi jalar dengan konsentrasi *Meta*-topolin terhadap jumlah tunas 4, 8 dan 12 MST (buah)

Perlakuan	Jumlah Tunas (buah)		
	4 MST	8 MST	12 MST
(a ₁) aksesi 218	1,85 a	2,13 a	2,51 a
(a ₂) aksesi 219	1,72 a	2,05 a	2,65 a
(b ₁) 0,00 ppm mT	1,00 a	1,00 a	1,00 a
(b ₂) 0,50 ppm mT	1,90 b	2,23 b	2,47 b
(b ₃) 1,00 ppm mT	1,76 b	2,10 b	2,73 bc
(b ₄) 1,50 ppm mT	2,30 c	2,73 c	3,5 d
(b ₅) 2,00 ppm mT	1,96 bc	2,40 bc	3,2 cd

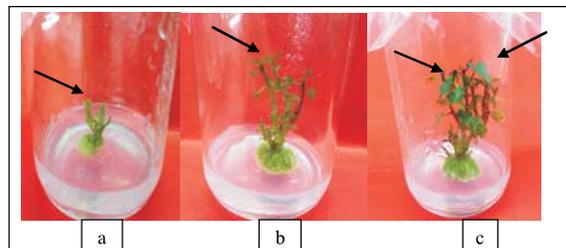
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%.

Meta-topolin dengan konsentrasi 1,50 ppm mampu merangsang pertumbuhan tunas sejak eksplan berumur 4 MST. Pada penelitian Wojtania (2010), pemberian 1,00 ppm mT menghasilkan jumlah tunas paling banyak pada tujuh kultivar geranium. Hasil penelitian Werbrouck *et al.* (1996) menunjukkan *meta*-topolin merupakan sitokinin yang lebih aktif dalam pembentukan tunas *Spathiphyllum floribundum* (bunga salju) dibandingkan dengan *benzyl adenin* (BA)

Beberapa hasil penelitian tersebut menunjukkan konsentrasi *meta*-topolin yang optimal untuk pembentukan tunas berbeda-beda pada setiap tanaman. Sitokinin mampu bekerja meningkatkan pembelahan sel dan pembentukan tunas pada tanaman tertentu dan pada konsentrasi tertentu juga (Nisler, 2010). Keseimbangan hormon terjadi pada kedua aksesi sehingga semua eksplan dapat tumbuh membentuk tunas. Interaksi antara zat pengatur tumbuh yang diberikan pada media dengan yang diproduksi secara endogen berpengaruh pada perkembangan kultur (Schumlling, 2004). Perkembangan tunas ubi jalar aksesi 218 dengan pemberian 1,5 ppm mT ditunjukkan pada Gambar 1. Perkembangan tunas ubi jalar aksesi 219 dengan pemberian 1,5 ppm mT ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Pembentukan tunas ubi jalar aksesi 218: dengan pemberian 1,5 mT pada tunas berumur 4 MST (a), 8 MST (b) dan 12 MST (c)



Gambar 2. Pembentukan tunas ubi jalar aksesi 219 dengan pemberian 1,5 mT pada tunas 4 MST (a), 8 MST (b) dan 12 MST (c)

Warna Daun

Warna daun diamati dengan menggunakan *color chart Royal Horticultural Society, Fifth Edition, FAN 3*,

London, 2007. Pengamatan warna daun dilakukan pada akhir penelitian (12 MST). FAN 3 merupakan *color chart* yang terdiri dari tiga jenis warna yaitu biru kehijauan, hijau dan kuning kehijauan.

Tabel 3. Pengaruh Jenis Aksesori dan Konsentrasi *Meta*-topolin terhadap Warna Daun 12 MST Menurut *Color Chart Royal Horticultural Society*

Perlakuan	Warna
a ₁ b ₁ (aksesi 218 + 0,00 ppm mT)	Hijau
a ₁ b ₂ (aksesi 218 + 0,50 ppm mT)	Hijau Kekuningan
a ₁ b ₃ (aksesi 218 + 1,00 ppm mT)	Hijau Kekuningan
a ₁ b ₄ (aksesi 218 + 1,50 ppm mT)	Hijau
a ₁ b ₅ (aksesi 218 + 2,00 ppm mT)	Hijau Kekuningan
a ₂ b ₁ (aksesi 219 + 0,00 ppm mT)	Hijau Kekuningan
a ₂ b ₂ (aksesi 219 + 0,50 ppm mT)	Hijau Kekuningan
a ₂ b ₃ (aksesi 219 + 1,00 ppm mT)	Hijau Kekuningan
a ₂ b ₄ (aksesi 219 + 1,50 ppm mT)	Hijau Kekuningan
a ₂ b ₅ (aksesi 219 + 2,00 ppm mT)	Hijau Kekuningan

Hasil percobaan pada tabel 3 menunjukkan pada perlakuan aksesori 218. tanpa dan dengan pemberian 1,50 ppm *meta*-topolin menghasilkan warna daun lebih hijau (*Green Group 143A*) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga karena pembentukan klorofil pada kedua perlakuan tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain.

Perbedaan warna daun disebabkan oleh perbedaan jumlah klorofil yang terbentuk. Distribusi klorofil pada daun juga berbeda-beda. Kandungan klorofil akan mempengaruhi laju fotosintesis pada tanaman. Semakin hijau daun semakin tinggi laju fotosintesisnya. Menurut Palavan-Unsal *et al.* (2003), kandungan klorofil paling banyak terdapat pada pemberian 0,24 ppm mT pada daun gandum tua (*Triticum aestivum*). Mutui *et al.* (2011) menyatakan pemberian 0,50 mT pada daun *Pelargonium* (geranium) menunjukkan klorofil lebih tinggi dibandingkan dengan daun yang tidak diberikan *meta*-topolin. Hasil dari penelitian tersebut menyatakan bahwa *meta*-topolin mampu meningkatkan kandungan klorofil pada daun.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil percobaan adalah tidak ada interaksi antara jenis aksesori ubi jalar dengan konsentrasi *meta*-topolin. Aksesori 219 dengan pemberian 1,50 ppm *meta*-topolin menghasilkan jumlah tunas paling banyak, yaitu 4 buah.

DAFTAR PUSTAKA

Antarlina S.S. dan J.S. Utomo. 1999. Proses Pembuatan dan Penggunaan Tepung Ubi jalar untuk Produk Pangan. *Dalam* : Pemberdayaan Tepung Ubi Jalar sebagai

Substitusi Terigu dan Potensi Kacang-Kacangan untuk Pengayaan Kualitas Pangan. Edisi khusus Balitkabi. No 15

Amoo, S.O., Finnie J.F., Van Staden J., 2010. The Role of *Meta*-topolins in Alleviating Micropropagation Problems. *Plant Growth Regulator* 63: 197-206.

Armini., G. A Wattimena dan L.W. Gunawan 1992. Perbanyak Tanaman. PAU Bioteknologi IPB. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Badan Pusat Statistik, 2013. Luas Panen – Produktivitas – Produksi Tanaman Ubi Jalar Seluruh Provinsi. Diakses <http://www.bps.go.id> pada tanggal 20 Maret 2013.

Bairu, M.W, Strik W.A., Dolezal K., Van Staden J. 2008. The Role of Topolins in Micropropagation and Somaclonal Variation of Banana cultivars “Williams” and “Grand Naine” (*Musa spp.* AAA). *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 95: 373-379.

Fitrah, E.P.J. 2013. Pemanfaatan Antioksidan dan Betakaroten Ubi Jalar Ungu pada Pembuatan Minuman Non-beralkohol. *Media Gizi Masyarakat Indonesia*, Vol.2, No. 2. Puskesmas Lantari Jaya. Sulawesi Tenggara.

Gaba, V.B. 2005. Plant Growth Regulators in Plant Tissue Culture and Development In : R.J. Trigiano dan D.J. Gray (Eds). *Plant Development and Bioechnology*. CRC Press. London.

- Karjadi, A.K. dan Buchory A. 2005. Pengaruh Auksin dan Sitokinin terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Jaringan Meristem Kentang Kultivar Granola. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung.
- Karuniawan, Agung. 2013. Komunikasi Pribadi.
- Nisler, J. 2010. Development and Biological Characterization of Cytokinin Receptor Antagonists. Department of Botany. Czech Republic.
- Salisbury, F. B., and C.W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid I. Penerjemah Diah R. Lukman dan Sumaryono. Bandung: Institut Teknologi Bandung. Hal: 143-148.
- Schmulling, T. 2004. Cytokinin. Encyclopedia of Biological Chemistry. Academic Press/Elsevier Science. Free University of Berlin.
- Shaheenuzzaman, M., M. S. Haque, M. M. Karim and Z. U. Noor. 2011. *In Vitro* Shoot Proliferation and Development of Micropropagation Protocol from Leaf Disc of Gladiolus. J. Bangladesh Agril. Univ. 9 (1): 21-26.
- Shaumi, U., W. Chandria, B. Waluyo, A. Karuniawan. 2011. Keragaman Genetik Ubi Jalar Unggulan Laboratorium Pemuliaan Tanaman Unpad Berdasarkan Analisis Kluster Karakter Morfologi. Diakses di www.academia.edu pada tanggal 16 September 2013.
- Strnad, M., Hanus J., Vanek T., Kaminek M., Ballantine J. A., Fussel B., Hanke D. E., 1997. *Meta*-topolin, a Highly Active Aromatic Cytokinin from Poplar Leaves (*Populus x Canadensis* Moench., cv Robusta). Phytochemistry 2: 213-218.
- Teklehaymanot, T., Wannakrairoj S., Pipattanawong N., 2010. *Meta*-topolin for Pineapple Shoot Multiplication under Three *In Vitro* System. American-Eurasia Journal Agriculture and Environment Science. 2: 157-162.
- Ubalau, A. O. and U. E. Okoroafor. 2013. Micropropagation and Postflask Management of Sweet Potato Using Locally Available Materials as Substrates for Hardening. Plant Knowledge Journal 2(2): 56-61.
- Van Staden J. and Drewes F. E. 1991. The Biological Activity of Cytokinin Derivatives in Soybean Callus Bioassay. Plant Growth Regul 10:109-115.
- Verma, K., B. Y. Bahtiyar, G. Sahin, G. Songul, and G. Ekrem. 2011. Direct Shoot Regeneration from Leaf Explants of *Digitalis lamarckii* an Endemic Medicinal Species. Turk J Bot(35): 689-695.
- Werbrouck, S.P.O., M.S. Strnad, H.A. van Onckelen, and P.C. Debergh. 1996. *Meta*-topolin, An Alternative to Benzyladenine in Tissue Culture. Physiology Plant. 98:2.
- Wojtania, A. 2010. Effect of *Meta*-Topolin On *In Vitro* Propagation Of Pelargonium x Hortorum and Pelargonium x Hederaefolium Cultivars. Acta Societas Botanicorum Poloniae. Vol. 79, No. 2 : 101-106.
- Yusnita. 2005. Kultur Jaringan Cara Memperbanyak Tanaman secara Efisien. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta. 105 hlm.
- Zuraida, N. 2003. Sweet Potato as an Alternative Food Supplement During Rice Shortage. Jurnal litbang pertanian. 22 (4).