

## **PERTUMBUHAN TALAS BENTUL TETRAPLOID DAN DIPLOID PADA MEDIA PERBANYAKAN, AKLIMATISASI DAN KONFIRMASI TINGKAT PLOIDI**

**Dyah Retno Wulandari<sup>1\*</sup>, Ratih Kusuma Ningrum<sup>2</sup>, Aida Wulansari<sup>1</sup>  
dan Tri Muji Ermayanti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI  
Jl. Raya Bogor KM 46 Cibinong Bogor 16911

<sup>2</sup>Departemen Biologi FMIPA-IPB  
Jl. Agathis-Kampus Darmaga Bogor 16680

\*E-mail: [dyahwulandari@yahoo.com](mailto:dyahwulandari@yahoo.com)

Diterima: 07/11/2017

Direvisi: 14/12/2017

Disetujui: 31/12/2017

### **ABSTRAK**

Induksi poliploidisasi secara *in vitro* pada talas kultivar Bentul perlu dilakukan untuk meningkatkan produktivitas, menciptakan genotipe toleran kekeringan dan meningkatkan ketahanan terhadap hama penyakit. Oleh karena itu perlu diketahui pertumbuhannya pada media perbanyakan, daya hidupnya pada tahap aklimatisasi dan stabilitas tingkat ploidinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan tunas tetraploid pada media perbanyakan, daya tumbuh pada proses aklimatisasi di rumah kaca serta uji kestabilan tingkat ploidi. Talas diploid dipergunakan sebagai kontrol. Percobaan perbanyakan tunas dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap pada media optimal dengan 15 ulangan, pertumbuhan tunas dicatat pada minggu ke-6. Aklimatisasi planlet dilakukan juga dengan Rancangan Acak Lengkap menggunakan 9 ulangan dan pertumbuhannya dicatat setiap minggu hingga minggu ke-6. Konfirmasi tingkat ploidi dilakukan dengan alat flowsitometer dan jumlah kromosom diamati dari sel-sel meristem ujung akar planlet dengan metode *squashing*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 2 klon talas Bentul tetraploid memiliki kemampuan multiplikasi tunas lebih rendah dibandingkan dengan klon diploidnya pada media perbanyakan, namun daya adaptasi planlet dalam proses aklimatisasi tetap tinggi. Konfirmasi tingkat ploidi dengan flowsitometer dan *squashing* menunjukkan bahwa kedua klon tersebut tetap stabil tetraploid.

**Kata kunci:** Aklimatisasi, pertumbuhan, *squashing*, talas Bentul, tetraploid

### ***GROWTH OF TALAS BENTUL TETRAPLOID AND DIPLOID AT SHOOT MULTIPLICATION MEDIUM, ACCLIMATIZATION AND PLOIDY LEVEL CONFIRMATION***

#### ***ABSTRACT***

*In vitro* induction of polyploidy on taro cultivars Bentul needs to be developed to increase productivity, create drought tolerant genotype and increase in pest resistance. Therefore, it is necessary to find out the shoot growth in the multiplication media, survival rate at acclimatization stage, and stability of the ploidy level. This study was aimed to determine growth of tetraploid taro shoots on multiplication media, survival rate at acclimatization stage in the greenhouse as well as the level of their ploidy. Experiment on shoot multiplication was performed by Completely Randomized Design

*on optimal media with 15 replicates, its growth was recorded 6 weeks after culture. The plantlet acclimatization was performed by Completely Randomized Design using 9 replications, its growth was recorded weekly and survival rate was observed at week 6. Analysis of ploidy level was performed by flowcytometer and the number of chromosomes was observed from meristem root tip cells by squashing method. The results showed that 2 genotypes of tetraploid taro Bentul had lower shoot multiplication ability compared to the diploid one, however, the survival rate of the plantlets at the acclimation stage remained high. Ploidy level analysis using flowcytometer and squashing showed that all genotypes remained tetraploid.*

**Keywords:** *acclimatization, growth, squashing, taro cv. Bentul, tetraploid*

## PENDAHULUAN

Program penganeekaragaman konsumsi pangan digunakan pemerintah sebagai dasar pemantapan ketahanan pangan untuk peningkatan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) dan pelestarian Sumber Daya Alam (SDA) seperti tertuang pada Permentan No. 12/KPTS/KN.210/K/02/2016 tentang petunjuk teknis gerakan percepatan penganeekaragaman konsumsi pangan tahun 2016.

Komoditas lokal yang penting sebagai sumber karbohidrat adalah tanaman umbi-umbian. Salah satu tanaman umbi-umbian bernilai strategis yang mulai dikembangkan di beberapa daerah di Indonesia adalah talas (Walujo, 2011).

Umbi talas dapat dimanfaatkan secara langsung dengan direbus atau digoreng, daun dan batang talas dapat dimanfaatkan sebagai sayur (Rauf dan Lestari, 2009; Damayanti, 2009; Rudyatmi dan Rahayu, 2014). Umbi talas juga dapat diolah menjadi tepung yang kemudian dapat diolah sebagai pangan pokok mensubstitusi beras dan terigu sebagai sumber karbohidrat. Melalui teknologi pengolahan pangan dapat dikembangkan "nasi non-beras" yang dapat disandingkan dengan "nasi beras" sebagai menu makanan sehari-hari serta mendukung pengembangan pengolahan tepung lokal menjadi pangan "intermediate" (Permentan No. 12/KPTS/KN.210/K/02/2016).

Talas Bentul merupakan salah satu kultivar talas genjah karena dapat dipanen pada umur 7 bulan, dengan berat umbi dapat mencapai 3 kg. Talas ini lebih disukai petani karena jumlah anakan lebih sedikit meskipun jumlah stolon agak banyak, sehingga lebih mudah perawatannya di lapangan. Rasa umbi enak, tekstur daging umbi cukup bagus, agak tahan penyakit namun rentan terhadap serangan hama daun dan penyakit busuk umbi. Kultivar ini juga mudah beradaptasi (Prana dan Kuswara 2002).

Penanganan hama dan penyakit serta peningkatan produksi merupakan target dalam bidang pertanian nasional, termasuk di dalamnya tanaman talas. Pengembangan bibit talas unggul tahan serangan hama, penyakit dan cekaman lingkungan serta berproduksi tinggi dapat dilakukan dengan pendekatan Bioteknologi, antara lain melalui poliploidisasi secara *in vitro*.

Tanaman poliploid memiliki karakter fenotipik yang lebih beragam dari populasi tanaman hibrida hasil persilangan. Karakter tersebut dapat diwujudkan dalam bentuk perubahan karakter biokimia, fisiologis, morfologis dan ekologis yang lebih menguntungkan. Karakter ini berbeda untuk setiap individu tanaman (Soltis *et.al.*, 2015).

Poliploidisasi juga telah diterapkan pada tanaman berumbi lainnya. Poliploidisasi telah berhasil meningkatkan ketahanan terhadap hama, penyakit dan

cekaman lingkungan serta meningkatkan produksi, seperti pada bawang (Suminah *et al.* 2002) dan singkong (Nassar *et al.*, 2008).

Karakteristik pertumbuhan setiap klon talas Bentul tetraploid yang telah dihasilkan oleh Martin *et al.*, (2014) dan Wulansari *et al.*, (2016), harus dapat terinventarisasi dan terkonfirmasi kestabilan tingkat ploidinya untuk pemetaan potensi. Induksi talas Bentul tetraploid telah dilakukan dengan menggunakan eksplan potongan tunas talas *in vitro*.

Induksi kultur talas pada 11 kultivar yang berbeda telah dilakukan oleh Imelda *et al.*, (1992) dari eksplan mata tunas yang tumbuh pada pangkal batang. Respon tumbuh berbeda untuk setiap kultivar yaitu tingkat perbanyakan tunasnya dan pembentukan kalus embrio somatik. Talas Bentul berhasil membentuk 7 tunas anakan selama 6 – 8 minggu pada media MS yang ditambahkan 1 – 2 mg.L<sup>-1</sup> BAP atau 3 – 4 mg.L<sup>-1</sup> Kinetin dan 0.1 mg.L<sup>-1</sup> NAA. Faktor utama penentu keberhasilan aklimatisasi planlet talas adalah kelembaban.

Peningkatan multiplikasi tunas talas Bentul dilakukan dengan penambahan Thiamin 1 mg.L<sup>-1</sup> dan Adenin 2 mg.L<sup>-1</sup> pada media MS dengan 2 BAP mg.L<sup>-1</sup>. Media tersebut merupakan media optimal untuk perbanyakan tunas talas Bentul, karena mampu menggandakan tunas menjadi 4 kali dalam waktu 1 bulan (Wulansari *et al.*, 2014).

Jumlah kromosom talas yang pernah dilaporkan adalah adalah  $2n = 22, 26, 28, 38$  dan  $42$ . Perbedaan jumlah tersebut dimungkinkan karena adanya perilaku kromosom yang tidak normal pada saat pembelahan sel. Jumlah kromosom yang umum dilaporkan adalah  $2n = 28$  atau  $42$  (Onwueme, 1999). Talas tetraploid diharapkan memiliki jumlah kromosom yang mengganda dari tetua diploidnya.

Induksi tahap awal tunas talas Bentul poliploid dengan perlakuan orizalin 7.5 – 75  $\mu\text{m}$  selama 3 hari menghasilkan tunas dengan berbagai tingkat ploidi (Martin *et al.*, 2014). Orizalin konsentrasi 60  $\mu\text{m}$  menghasilkan tunas tetraploid terbanyak (50%). Tunas poliploid berhasil hidup 100% pada media perbanyakan optimal, namun semakin tinggi konsentrasi orizalin yang diterapkan, maka terjadi penurunan tingkat proliferasi tunas, panjang petiol, jumlah daun dan jumlah akar (Wulansari *et al.*, 2016).

Oleh karena itu, perlu dilakukan konfirmasi karakter pertumbuhan tunas talas Bentul tetraploid dari berbagai klon yang telah disubkultur berulang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan tunas dari 2 klon talas Bentul tetraploid dibandingkan talas Bentul diploid pada media perbanyakan, daya tumbuh pada proses aklimatisasi di rumah kaca serta uji kestabilan tingkat ploidi. Penelitian ini berkontribusi terhadap ketersediaan bibit talas Bentul unggul dalam jumlah banyak, berkelanjutan, level ploidi stabil dan siap ditanam di lapangan.

## METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biak Sel dan Jaringan Tanaman-Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI. Dua klon talas tetraploid 10.3.3, dan 12.2.2 dibandingkan dengan talas kontrol diploid. Perbanyakan tunas dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap pada media optimal (Wulansari *et al.*, 2014) dengan 15 ulangan, pertumbuhannya dicatat pada minggu ke 6. Semua kultur diinkubasikan di dalam ruang kultur dengan suhu 26 – 27 °C dengan penyinaran kontinyu. Data pertumbuhan dianalisis dengan analisis ragam. Apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan.

Aklimatisasi planlet dilakukan juga dengan Rancangan Acak Lengkap

menggunakan 9 ulangan dan pertumbuhannya dicatat setiap minggu hingga minggu ke-6. Aklimatisasi dilakukan dengan menanam planlet talas pada media tanam berupa campuran tanah, kompos dan sekam dengan perbandingan 3:1:1/2 bagian. Aklimatisasi menggunakan pot plastik berdiameter 8 cm. Untuk menjaga kelembaban maka setiap pot disungkup dengan plastik bening. Pot tersebut diletakkan di rumah kaca.

Konfirmasi tingkat ploidi dilakukan dengan alat flowsitometer (CyFlow (R) Space, Partec, Germany). Bahan tanaman yang digunakan adalah daun ketiga dari pucuk tanaman talas Bentul. Analisis menggunakan metode yang dikembangkan untuk pisang (Doleel *et al.* 2004). Daun dipotong dengan ukuran sekitar 0.4 cm<sup>2</sup>, kemudian dicacah dengan bufer ekstraksi menggunakan pisau silet. Cairan ekstraksi disaring menggunakan saringan nilon berukuran pori 30 µm dan diwarnai dengan pewarna fluorescen yaitu Propidium Iodida (Partec, Jerman). Pada histogram yang dihasilkan flowsitometer, posisi puncak G0/G1 pada *channel* 200 ditetapkan sebagai posisi puncak diploid. Tunas tetraploid diidentifikasi dengan dihasilkannya puncak pada *channel* 400.

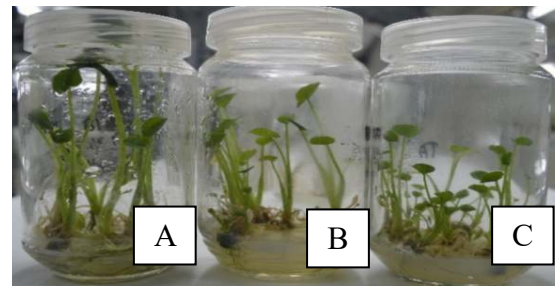
Jumlah kromosom diamati dari sel-sel meristem di ujung akar planlet talas dengan metode *squashing* (Karp, 1991). Ujung akar terpilih, dipotong sepanjang 1 – 1.5 cm kemudian direndam dalam larutan jenuh PDB selama 3 jam. Setelah itu, ujung akar dibilas dengan akuades sebanyak 3 kali. Ujung akar difiksasi dalam larutan asam asetat : ethanol (1:3) selama 1 malam. Setelah fiksasi selama 1 malam, ujung akar dibilas dengan akuades sebanyak 3 kali. Ujung akar kemudian direndam dalam larutan etanol 70% dan disimpan dalam kulkas untuk penyim-

panan hingga proses pewarnaan kromosom akan dilakukan. Pewarnaan dilakukan dengan merendam ujung akar (0.5 mm) dalam larutan pewarna Aceto orcein 2%. Ujung akar tersebut, diletakkan pada kaca preparat dan ditutup menggunakan kaca objek, kemudian akar ditekan (*squashing*) menggunakan ibu jari dan diketuk-ketuk menggunakan batang korek api atau penghapus yang ada pada ujung pensil. Preparat diamati di bawah mikroskop cahaya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertumbuhan Tunas Talas Bentul Diploid dan Tetraploid Pada Media Perbanyakan Optimal

Pertumbuhan 2 klon tunas talas Bentul tetraploid yaitu 10.3.3, dan 12.2.2 dibandingkan dengan tunas talas diploid (kontrol) berbeda. Pada umur 6 minggu, talas tetraploid lebih pendek dibandingkan dengan talas diploid (Gambar 1).



**Gambar 1.** Kultur *in vitro* talas Bentul umur 6 minggu (A) Diploid, (B) Tetraploid 10.3.3, (C) Tetraploid 12.2.2)

Hasil analisis ragam terhadap jumlah anakan, jumlah daun, panjang petiol dan jumlah akar talas tetraploid pada umur 6 minggu berbeda nyata dengan talas diploid. Dan 2 klon talas Bentul tetraploid memiliki laju pertumbuhan tunas yang tidak berbeda nyata (Tabel 1).

**Tabel 1.** Hasil Analisis Ragam pada Perbanyak Tunas Talas Bentul dalam Media Tumbuh Optimal (Umur 6 Minggu)

Klon	Jumlah Anakan	Jumlah Daun	Panjang Petiol (cm)	Jumlah Akar
Diploid	4.80a	3.40a	4.02a	4.60a
Tetraploid 10.3.3	0.66b	1.20b	3.22b	0.06b
Tetraploid 12.2.2	0.40b	1.26b	2.20c	0.06b

Nilai yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata (P=0.5) berdasarkan uji DMRT

Perbedaan pertumbuhan tunas tetraploid dengan diploid, sesuai dengan hasil penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa pada umur 4 minggu, semakin tinggi tingkat ploidi mengakibatkan pertumbuhan dan morfologi tunas menjadi tidak normal (Wulansari *et.al.*, 2016). Perbedaan pertumbuhan tunas pada tanaman yang memiliki tingkat ploidi lebih tinggi, diakibatkan oleh reorganisasi dan restrukturisasi genom tanaman poliploid sehingga mengakibatkan berubahnya pola ekspresi gen (Soltis, 2015).

### Pertumbuhan Planlet Talas Bentul Diploid dan Tetraploid pada Tahap Aklimatisasi

Hasil analisis ragam terhadap jumlah daun pada umur planlet 6 minggu, menunjukkan bahwa pertumbuhan planlet talas Bentul tetraploid klon 12.2.2 berbeda nyata dengan talas Bentul diploid, namun jumlah daun planlet talas klon 10.3.3 tidak berbeda nyata dengan talas diploid maupun tetraploid klon 12.2.2. Sedangkan uji statistik terhadap panjang petiol menunjukkan bahwa pertumbuhan planlet 2 klon talas Bentul tetraploid tidak berbeda nyata dengan talas Bentul diploid (Tabel 2).

Pertumbuhan planlet pada fase aklimatisasi umur 6 minggu, ditampilkan dalam Gambar 2. Pertumbuhan planlet tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa planlet tetraploid mampu beradaptasi pada lingkungan *ex vitro* sehingga dapat dilanjutkan untuk tahap

pembesaran dan siap dijadikan bibit untuk ditanam di lapangan.

Tahap aklimatisasi merupakan tahap penting dalam perbanyak *in vitro*. Perubahan kondisi lingkungan tumbuh berubah secara bertahap dari lingkungan buatan menuju lingkungan alami. Kondisi planlet harus dipastikan optimal agar mampu bertahan hidup dalam lingkungan *ex vitro*, sehingga harus dipastikan metode aklimatisasi sesuai dengan jenis tanamannya (Clapa *et.al.*, 2013).

**Tabel 2.** Hasil Analisis Ragam Pertumbuhan Planlet Talas Bentul pada Tahap Aklimatisasi (Umur 6 Minggu)

Klon	Jumlah Daun (helai)	Panjang Petiol (cm)
Diploid	2.44b	8.66a
Tetraploid 10.3.3	2.66ab	8.01a
Tetraploid 12.2.2	3.22a	6.80a

Nilai yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata (P=0.5) berdasarkan uji DMRT



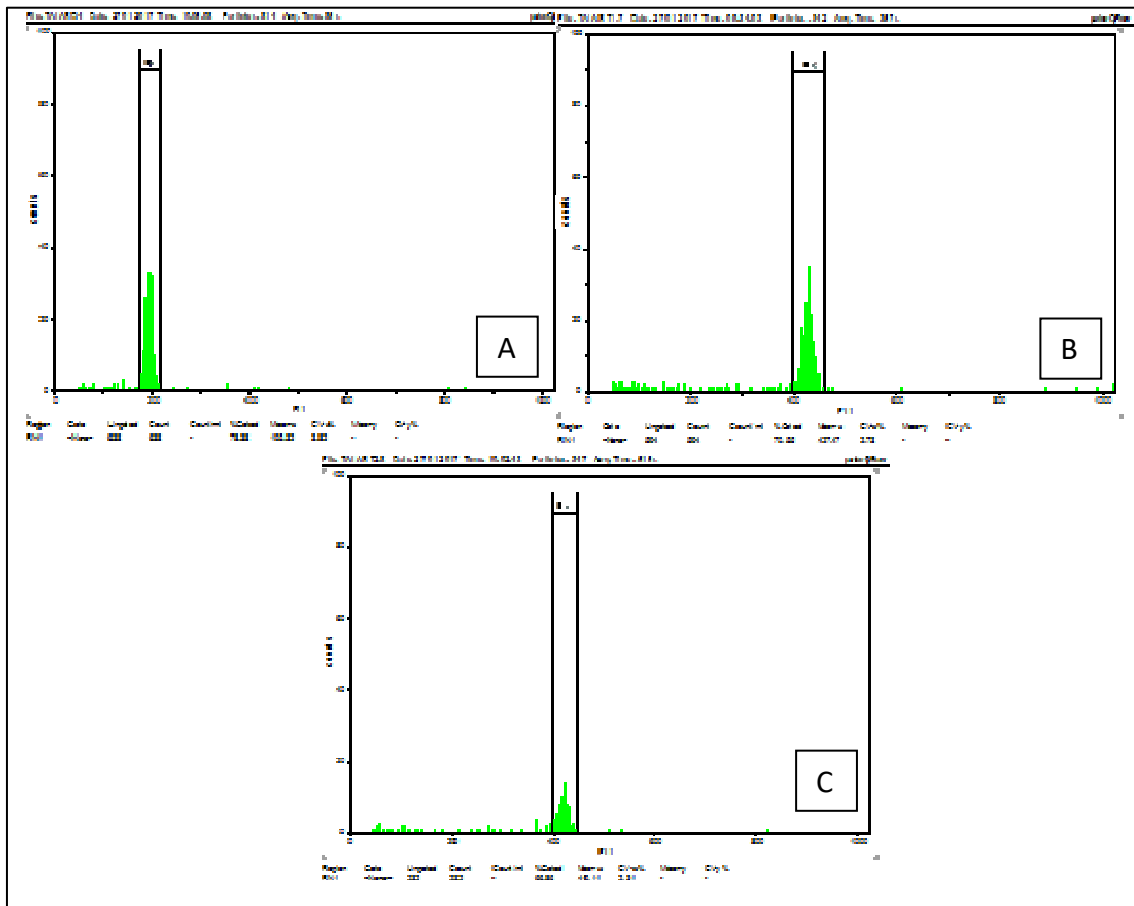
**Gambar 2.** Aklimatisasi talas Bentul umur 6 minggu (A) Diploid, (B) Tetraploid 10.3.3, (C) Tetraploid 12.2.2)

### Konfirmasi Kestabilan Tingkat Ploidi dengan Alat Flowsitometer

Hasil analisis tingkat ploidi masing-masing jenis talas menggunakan flowsitometer ditampilkan dalam bentuk histogram, dengan sumbu x adalah kandungan DNA dan sumbu y adalah jumlah inti sel yang teramati. Semakin besar kandungan DNA berarti tingkat ploidi semakin tinggi (Gambar 3). Kandungan DNA klon talas diploid berada di *channel* 200 dan talas tetraploid berada di *channel* 400 (2 kali lipat). Hal ini membuktikan bahwa jumlah kromosom talas tetraploid adalah 2 kali lipat jumlah kromosom talas diploid.

2 klon talas tetraploid yang dianalisis memiliki tingkat ploidi yang stabil setelah subkultur berulang.

Stabilitas tingkat ploidi dari generasi ke generasi menjamin stabilitas sifat fenotipik klon talas hasil manipulasi sel somatik dengan orizalin. Karena genom tanaman poliploid masih dapat mengalami perubahan karena ketidakstabilan kromosom sesaat setelah duplikasi genom (Soltis *et al.*, 2015). Costich *et.al.*, 2010 merekomendasikan metode analisis kestabilan kromosom dengan flowsitometer harus dilengkapi dengan penghitungan kromosom dari semua kisaran ukuran genom.



Gambar 3. Histogram hasil analisis tingkat ploidi dengan flowsitometer pada talas Bentul (A. Diploid, B. Tetraploid 10.3.3, C. Tetraploid 12.2.2)

### Konfirmasi Stabilitas Tingkat Ploidi dengan Metode Squashing

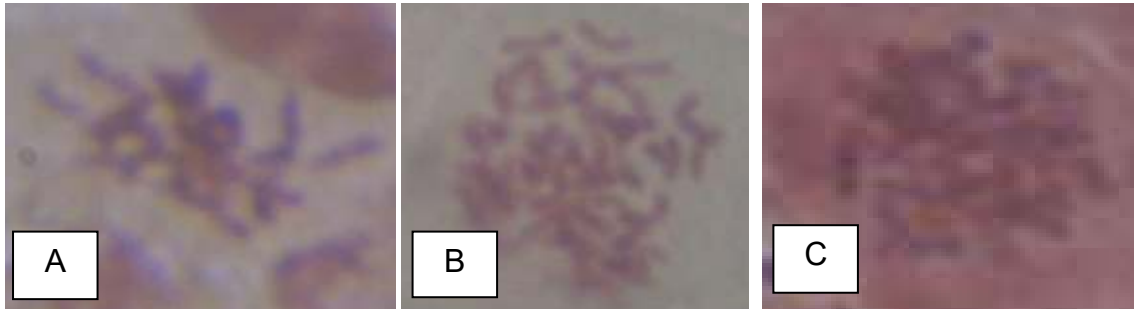
Hasil analisis stabilitas ploidi dengan metode squashing, menghasilkan foto

kromosom dalam fase metafase (Gambar 4). Pada fase ini, kromosom tersebar pada bidang ekuator sel, kromosom menebal, memendek dan mampu menyerap warna merah dari

orcein dengan baik, sehingga pada fase ini jumlah kromosom paling mudah untuk dihitung (Karp, 1991).

Gambar 4 menunjukkan jumlah kromosom talas diploid lebih sedikit

dibandingkan 2 klon talas tetraploid. Dari jumlah kromosom tersebut telah dibuktikan bahwa 2 klon tetraploid tetap stabil tingkat ploidinya.



**Gambar 4.** Kromosom talas Bentul pada fase metafase, dilihat dengan mikroskop cahaya pada perbesaran 400 kali. ( A. Diploid, B. Tertraploid 10.3.3, C. Tetraploid 12.2.2)

## SIMPULAN

Pada media perbanyakan optimal dua klon talas Bentul tetraploid memiliki kemampuan multiplikasi tunas lebih rendah dibandingkan dengan klon diploidnya, namun daya adaptasi planlet selama proses aklimatisasi tetap tinggi. Analisis kestabilan tingkat ploidi dengan flowsitometer maupun *squashing* menunjukkan bahwa klon tersebut tetap stabil tetraploid. Namun peningkatan kemampuan multiplikasi tunas talas Bentul tetraploid secara *in vitro* masih harus dilakukan melalui modifikasi komposisi media perbanyakan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Evan Maulana, Lutvinda Ismanjani, Meta Irliyanti dan Hoerudin atas bantuannya dalam pembuatan media, pemeliharaan kultur *in vitro* dan pemeliharaan tanaman di Rumah Kaca. Terimakasih disampaikan pula kepada Andri Fadillah Martin, M.Si. untuk analisis tingkat ploidi dengan flowsitometer. Penelitian ini didanai oleh kegiatan DIPA Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI tahun anggaran 2016-2017.

## DAFTAR PUSTAKA

- Costich, D.E., B. Friebe, M.J. Sheehan, M.D. Casler and E.S. Buckler. 2010. *Genome-size Variation in Switchgrass (Panicum virgatum): Flow Cytometry and Cytology Reveal Rampant Aneuploidy*. The Plant Genome, Vol. 3 (3): 130 – 141.
- Clapa, D., A. Fira and N. Joshee. 2013. *An Efficient Ex Vitro Rooting and Acclimatization Method for Horticultural Plants Using Float Hydroculture*. HortScience., Vol. 48 (9): 1159 – 1167.
- Damayanti, F. 2009. Karakterisasi Morfologi dan Analisis Jumlah Kromosom Beberapa Plasma Nutfah Talas Asal Kabupaten Kutai Barat Kalimantan Timur. Majalah Ilmiah Faktor Juli-Agustus 2009. Hal: 11 – 19.
- Doleel, J., M. Valárik, J. Vrána, M.A. Lysák, E. Høibová, J. Bartoš, N. Gasmanová, M. Doleelová, J. Šafář and H. Šimková. 2004. *Molecular Cytogenetics and Cytometry of Bananas (Musa spp.)*. In Banana Improvement: Cellular, Molecular Biology, and Induced Mutation. Plymouth, UK, Science Publishers. Hal. 229 – 244.

- Imelda, M., T.M. Ermayanti dan S. Atmowidjojo. 1992. Perbanyak Talas (*Colocasia esculenta* L. SCHOTT) secara In Vitro. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi. Bogor, 11 – 12 Februari 1992. Hal: 227 – 233.
- Karp, A. 1991. *Cytological Techniques*. Plant Cell Culture Manual. Kluwer Academic Publishers. Hal: 503 – 515.
- Kementerian Pertanian RI. 2016. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 12/Kpts/Kn.210/K/02/2016 tentang Petunjuk Teknis Gerakan Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan Tahun 2016. Ditetapkan di Jakarta, 17 Februari 2016.
- Martin, A.F., N.S. Hartati, A. Wulansari, S. Noorohmah, P.D. Aryaningrum dan Witjaksono. 2014. Manipulasi Sel Somatik dan Transgenesis Tanaman Talas. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Unggulan Bidang Pangan Nabati. Bogor, 25 September 2014. Hal 75 – 90.
- Murashige T and F. Skoog. 1962. *A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays With Tobacco Tissue Cultures*. Physiologia Plantarum. Vol. 15 (3): 473 – 497.
- Nassar, N.M.A., D. Graciano-Ribeirio, S.D.C. Fernandes and P.C. Araujo. 2008. *Anatomical Alterations due to Polyploidy in Cassava, Manihot esculenta Crantz*. Genetics and Molecular Research, Vol. 7 (2): 276 – 283.
- Onwueme, I. 1999. *Taro Cultivation in Asia and the Pacific*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Regional Office for Asia and the Pasific. Bangkok. Thailand.
- Prana, M.S. dan T. Kuswara. 2002. Budidaya Talas: Diversifikasi untuk menunjang Ketahanan Pangan Nasional. Medikom Pustaka Mandiri.
- Rauf, A.W. dan M.S. Lestari. 2009. Komoditas Pangan Lokal Sebagai Sumber Pangan Alternatif di Papua. Jurnal Litbang Pertanian, Vol. 28 (2): 54 – 62.
- Rudyatmi, E. dan E.S. Rahayu. 2014. Karakterisasi Talas Lokal Jawa Tengah (Identifikasi Sumber Plasma Nutfah sebagai Upaya Konservasi Tanaman Pangan Alternatif). Jurnal Sain dan Teknologi, Vol. 12 (1): 1 – 8.
- Suminah, Sutarno dan A.D. Setyawan. 2002. Induksi Poliploidi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan Pemberian Kolkisin. Biodiversitas. 3(1): 174-180.
- Soltis, P.S., D. B. Marchant, Y.V. de Peer and D.E. Soltis. 2015. *Polyploidy and Genome Evolution in Plants*. Current Opinion in Genetics & Development, Vol. 35: 119 – 125.
- Wulansari, A., A.F. Martin dan T.M. Ermayanti. 2014. Peningkatan Multiplikasi Tunas Beberapa Aksesori Talas Indonesia Menggunakan Tiamin dan Adenin serta Preservasinya Secara In Vitro pada Suhu Rendah. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Unggulan Bidang Pangan Nabati. Bogor, 25 September 2014. Hal: 355 – 365.
- Wulansari, A., A.F. Martin dan T.M. Ermayanti. 2016. Induksi Tanaman Poliploid Talas (*Colocasia esculenta* L.) dengan Perlakuan Orizalin secara In Vitro. Jurnal Biologi Indonesia, Vol. 12 (2): 297 – 305.
- Walujo, E.B. 2011. Keanekaragaman Hayati untuk Pangan. Konggres Ilmu Pengetahuan Nasional X. Jakarta, 8 – 10 November 2011. Hal: 1 – 9.