

Organogenesis Bunga Aksis Pisang Bergenom AAB dan ABB (Organogenesis of Floral Axis of AAB and ABB Group Banana)

Lisnandar, DS¹⁾, Fajarudin, A²⁾, Efendi, D¹⁾, dan Roostika, I³⁾

¹⁾Departemen Agronomi dan Hortikultura Institut Pertanian Bogor, Fakultas Pertanian, IPB, Jln. Meranti, Dramaga, Bogor 16680

²⁾Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jln. Raya Jakarta - Bogor Km. 46 Cibinong, Bogor 16911

³⁾Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Jln. Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111

E-mail: sylvadee@ymail.com

Naskah diterima tanggal 15 Oktober 2014 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 5 Februari 2015

ABSTRAK. Penyimpanan *in vitro* merupakan teknik yang cocok diterapkan pada tanaman pisang yang berkembang biak secara vegetatif. Namun demikian, perlu adanya optimasi regenerasi tanaman pisang terlebih dahulu. Regenerasi tanaman pisang melalui bunga aksis masih belum banyak dikembangkan. Tingginya tingkat kontaminasi pada eksplan yang berasal dari anakan (*sucker*) dan tingkat pencokelatan pada biakan pisang yang mengandung genom B menjadi kendala dalam perbanyak tanaman pisang secara masal melalui kultur jaringan. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan formulasi media yang efektif untuk morfogenesis bunga aksis pisang yang bergenom AAB (Kosta dan Raja Bulu) dan ABB (Kepok, Siem, dan Ayam) yang diregenerasikan secara organogenesis. Percobaan dirancang secara faktorial menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga ulangan. Eksplan yang digunakan dalam penelitian ini adalah potongan bunga aksis dari bunga jantan. Perlakuan pada percobaan ini adalah konsentrasi 6-benzil adenin (BA) (0, 1, 3, dan 5 mg/l), thidiazuron (TDZ) (0 dan 0.1 mg/l) serta kombinasi BA dan TDZ. Hasil sidik ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi yang nyata antara BA dan TDZ terhadap pertumbuhan nodul dan tunas pada semua pisang. Benzil adenin secara nyata memengaruhi induksi organogenesis dari bunga aksis dengan taraf terbaik 3 mg/l (varietas Kepok dan Kosta) serta 5 mg/l (Varietas Raja Bulu). Eksplan yang mengalami pencokelatan paling parah adalah Siem dan Ayam, sehingga regenerasinya terhambat atau nodul tidak terbentuk pada formulasi media yang diujikan. Pencokelatan dapat diatasi dengan menambahkan asam askorbat pada media.

Katakunci: Pisang bergenom AAB dan ABB; Bunga aksis; Organogenesis

ABSTRACT. *In vitro* preservation is the one of technique can be applied for plant which reproduce vegetatively, like banana. However, before *in vitro* preservation can be applied, the plant regeneration must be optimized. Regeneration of banana by using floral axis explant is still not widely practiced. The high level of contamination of sucker explants and the high rate of browning commonly found in ABB banana cultures become a survivals constraints on mass propagation of banana seedling through *in vitro* culture. This study aimed to obtain the optimal method of organogenesis of floral axis of AAB (Kosta and Raja Bulu varieties) and ABB (Kepok, Siem, and Ayam varieties). Experiment was arranged in factorial by using completely randomized design (CRD) with three replications. The explants used in this research were slice male bud floral axis, in wich stage the treatment consisted of two factors, first factor was BA (0, 1, 3, and 5 mg/l) and the second factor was TDZ (0 and 0.1 mg/l). There was no significant interaction between BA and TDZ to the number of nodule and shoot for all bananas. Benzyl adenine significantly affected organogenesis of floral axis of Kepok and Kosta with the best concentration was 3 mg/l and 5 mg/l for Raja Bulu. Explants which suffered from browning were Siem and Ayam so that regeneration was inhibited or nodule failed to form. Browning can be reduced by adding ascorbic acid in to the media.

Keywords: AAB and ABB banana group; Floral axis; Organogenesis

Tanaman pisang merupakan tanaman herba, banyak terdapat di Asia Tenggara, termasuk Indonesia. Jenis pisang di Indonesia sangat beragam, yang merupakan pisang liar yaitu *Musa acuminata* dan *M. balbisiana* serta hasil persilangan antarsesama atau keduanya yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Hasil persilangan tersebut membentuk kombinasi genom AA, BB, AB, AAB, ABB, AAA, BBB, AABB, dan ABBB (Simmonds & Shepherd 1955, Valmayor *et al.* 2000, Heslop-Harrison 2011).

Koleksi secara *ex-situ* di lapangan berisiko terhadap hilangnya plasma nutfah disebabkan oleh faktor biotik dan faktor abiotik (Panis 2009). Faktor biotik merupakan organisme pengganggu tanaman pisang yang menyebabkan penyakit layu fusarium, layu bakteri, bercak sigatoka, kerdil *bunchy top*, dan *gall* nematoda. Faktor abiotik ialah kondisi lingkungan

pertanaman yang dapat menyebabkan cekaman, antara lain kekeringan, kemasaman, dan salinitas (Daly *et al.* 2006)

Penyimpanan secara *in vitro* merupakan teknologi yang dapat diterapkan. Teknologi penyimpanan secara *in vitro* memiliki kelebihan daripada penyimpanan secara konvensional, yaitu memerlukan area, tenaga, waktu, dan biaya yang relatif lebih kecil sehingga penyimpanan dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Sebelum aplikasi penyimpanan *in vitro*, sistem regenerasi perlu dikuasai terlebih dahulu. Kultur *in vitro* melalui jalur organogenesis telah banyak dilaporkan dan eksplan yang biasa digunakan adalah anakan atau *suckers* (Khalil *et al.* 2002, Roy *et al.* 2010). Organogenesis melalui bunga jantan juga telah dilakukan (Darvari *et al.* 2010, Sultan *et al.* 2011). Regenerasi melalui *scalp* juga telah dilaporkan (Elhory

et al. 2009) dan melalui meristem apikal (Al Amin et al. 2009). Dilaporkan bahwa regenerasi tanaman pisang dipengaruhi oleh genotip tanaman. Studi organogenesis pisang menggunakan bunga aksis masih cukup terbatas (Krikorian et al. 1993, Martin 2005).

Selain kendala kontaminasi, pencokelatan juga menjadi faktor penghambat dalam kultur *in vitro* pisang, khususnya yang mengandung genom B (Resmi & Nair 2011). Pencokelatan yang terjadi selama kultur *in vitro* dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan biakan atau bahkan menimbulkan kematian.

Pada regenerasi pisang, selain modifikasi media melalui penggunaan zat pengatur tumbuh (ZPT), tipe eksplan juga dapat memengaruhi keberhasilan kultur *in vitro* pisang. Pada umumnya, *sucker* digunakan sebagai sumber eksplan. Pada penelitian ini digunakan jenis eksplan lainnya, yaitu bunga aksis yang diharapkan dapat mengatasi masalah pencokelatan dan rendahnya faktor multiplikasi tunas. Bunga aksis pisang ialah jaringan meristematik yang masih aktif membelah dan tidak adanya kontak dengan tanah sehingga pertumbuhan biakan pisang yang bergenom AAB dan ABB dapat dioptimalkan.

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan formulasi media yang efektif untuk morfogenesis bunga aksis pisang bergenom AAB (Kosta dan Raja Bulu) dan ABB (Kepok dan Siem) yang diregenerasikan secara organogenesis.

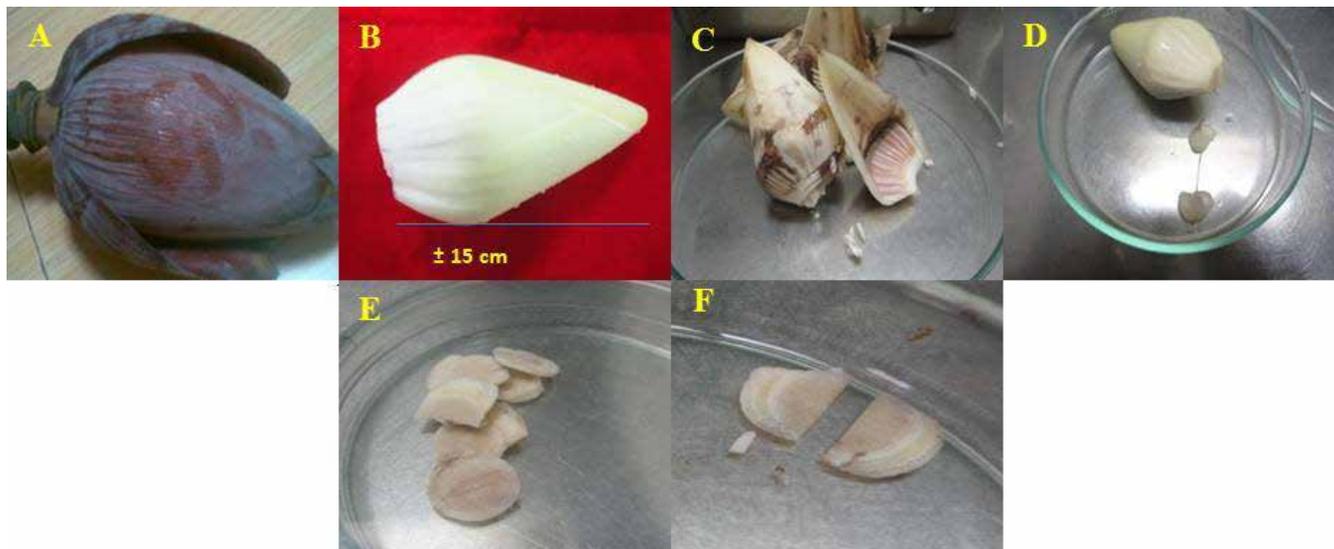
BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Maret 2013 sampai April 2014 di Laboratorium Kultur Jaringan, kelompok peneliti biologi sel dan jaringan, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian, Bogor.

Preparasi Bahan Tanam

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah bunga aksis pisang yang sehat dan bebas penyakit (Gambar 1). Bunga aksis yang digunakan adalah dari pisang Kepok (ABB) dan Raja Bulu (AAB) yang diperoleh dari kebun petani di Bogor (Jawa Barat) pada bulan Agustus 2013, pisang Ayam (ABB) yang diperoleh dari kebun petani di Tanah Datar (Sumatera Barat) serta Kosta (AAB) dan Siem (ABB) yang diperoleh dari kebun koleksi milik Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong pada bulan September 2013. Braktea dari bunga jantan dan stamen dibuang sehingga diperoleh aksis dari bunga jantan (*floral axis*). Jantung pisang dipotong hingga berukuran ± 15 cm, kemudian didesinfestasi dengan campuran detergen selama 1 jam, lalu direndam dalam larutan fungisida (benomyl 50,4%) dan bakterisida (steptomycin sulfat 20%) selama 1 jam. Selanjutnya, jantung direndam dalam alkohol teknis 70%, clorox



Gambar 1. Tahapan sterilisasi dari eksplan bunga aksis pisang Kepok: (A) jantung pisang utuh, (B) jantung yang sudah dibuang beberapa lapis brakteanya hingga berukuran 15 cm, (C) jantung yang sudah disterilisasi, (D & E) irisan bunga aksis, dan (F) kepingan bunga aksis yang dijadikan sebagai eksplan [Steps of explant sterilization in Kepok banana (A) male bud flower, (B) male bud has been peeled from bractea, (C) male bud flower has been sterilized, (D & E) the transversal slice of floral axis, and (F) the section of floral axis which become the explant]

30% (NaOCl 15,75%), dan 20% (NaOCl 10,5%) selama masing-masing 5 menit kemudian dibilas dengan akuades sebanyak tiga kali masing-masing selama 5 menit. Bunga aksis diiris secara melintang dengan ketebalan sekitar 1 mm. Potongan melintang tersebut dibelah menjadi dua keping yang berbentuk setengah lingkaran. Kepingan tersebut dijadikan sebagai eksplan. Media pertumbuhan *in vitro* yang digunakan adalah media Murashige dan Skoog (MS) yang ditambah dengan BA dengan taraf 0, 1, 3, dan 5 mg/l serta dikombinasikan dengan TDZ dengan taraf 0 dan 0,1 mg/l dan *polyvinylpyrrolidone* (PVP) dengan taraf 100 mg/l.

Organogenesis Tanaman Pisang

Perlakuan pada penelitian ini adalah ZPT BA dengan konsentrasi 0, 1, 3, dan 5 mg/l dan TDZ dengan konsentrasi 0 dan 0,1 mg/l. Percobaan dirancang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dua faktor. Setiap perlakuan diulang tiga kali dan setiap satu ulangan terdiri atas dua keping eksplan.

Media yang digunakan adalah media yang mengandung BA dan TDZ sesuai taraf yang ditentukan. Eksplan ditanam pada media perlakuan kemudian diinkubasi dalam ruang kultur dengan suhu 25°C, fotoperioditas 16 jam, dan intensitas cahaya 800–1.000 lux. Eksplan kemudian disubkultur setelah 1

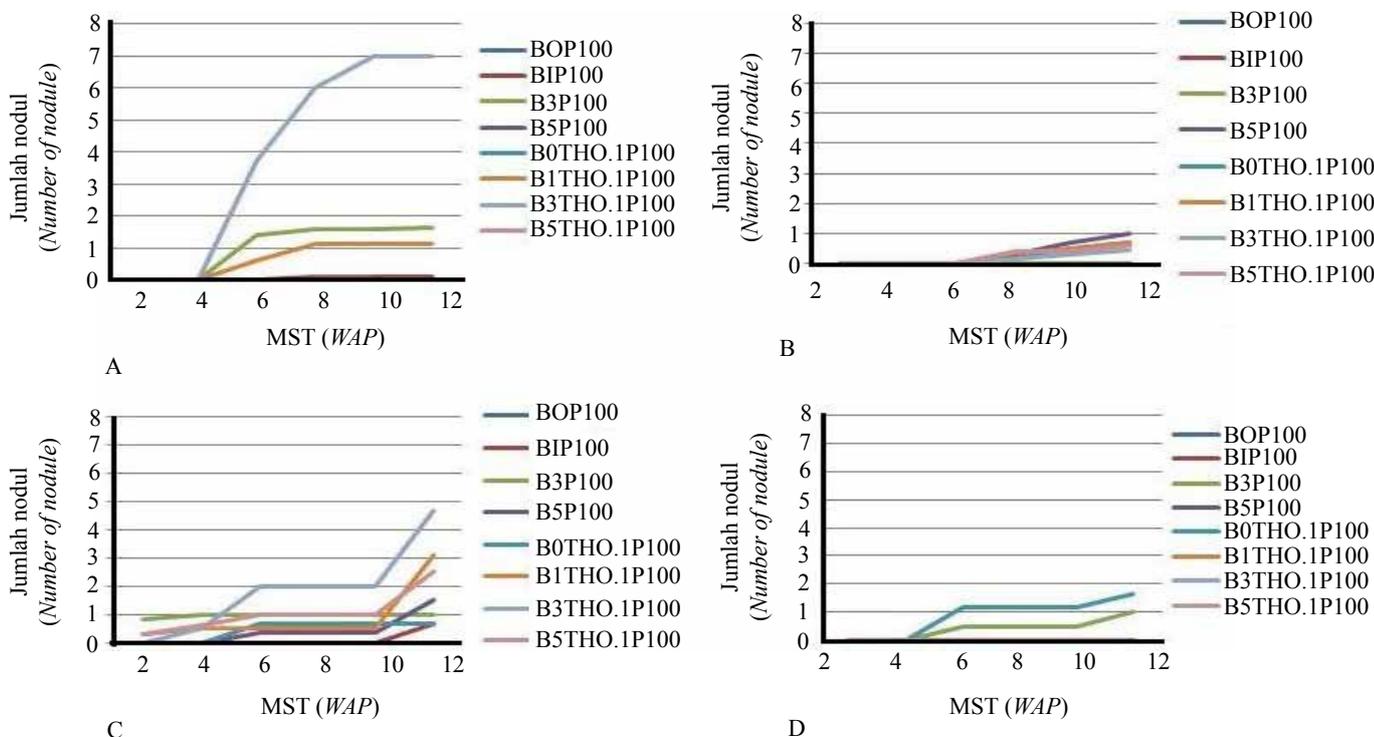
bulan pada media perlakuan yang sama. Nodul yang terbentuk pada eksplan diregenerasikan menjadi tunas dan pemanjangan tunas serta perakaran dilakukan pada media yang mengandung BA 2,253 mg/l, IAA (*3-indol acetic acid*) 0,175 mg/l, dan asam askorbat 100 mg/l.

Pengamatan dan Analisis Data

Pengamatan dilakukan setiap minggu selama 8–12 minggu setelah tanam (MST). Peubah yang diamati meliputi jumlah nodul, jumlah tunas, waktu terbentuknya nodul dan tunas serta warna tunas. Data dianalisis menggunakan program *statistical analysis system (SAS)* 9,0. Nilai rerata dihitung dan dibandingkan menggunakan uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5% ($P < 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa respons *in vitro* dari eksplan bunga aksis diawali dengan pembentukan nodul pada area yang awalnya terhubung dengan pangkal braktea. Eksplan dari pisang Kepok dan Kosta memberikan respons *in vitro* yang cukup efektif terhadap formulasi media yang diujikan, ditandai dengan pembentukan nodul. Sebaliknya,



Gambar 2. Waktu inisiasi dan jumlah nodul yang terbentuk dari eksplan bunga aksis pisang bergenom AAB [(A) Kosta dan (B) Raja Bulu] dan ABB [(C) Kepok, dan (D) Siem] [Initiation times and number of nodules derived from floral axis of AAB (A) Kosta and (B) Raja Bulu) and ABB (C) Kepok and (D) Siem banana)]

Tabel 1. Jumlah nodul yang terbentuk dari bunga aksis empat pisang bergenom AAB dan ABB, 12 MST (Number of nodules derived from floral axis explants of four varieties of AAB and ABB banana, 12 WAP)

Perlakuan (Treatments)	Pisang (Banana) AAB		Pisang (Banana) ABB	
	Kosta	Raja Bulu	Kepok	Siem
BA (mg/l)				
0	0,06 b	0,28 a	0 b	0,71 a
1	1,31 b	0,4 a	0,3 b	0 a
3	5,06 a	0,3 a	1,93 a	0,5 a
5	0,5 b	0,72 a	0,19 b	0 a
TDZ (mg/l)				
0	1,06 a	0,31 a	0,84 a	0,21 a
0,1	2,40 a	0,57 a	0,37 a	0,41 a
KK (CV), %	276,82	263,56	295,94	498,05

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT (The number at the same column followed by the same letter were not significantly different based on 5% DMRT)

Tabel 2. Jumlah tunas yang terbentuk dari bunga aksis pisang Kepok, Raja Bulu, Kosta, dan Siem, 12 MST (Number of shoots derived from banana floral axis of Kepok, Raja Bulu, Kosta, and Siem varieties, 12 WAP)

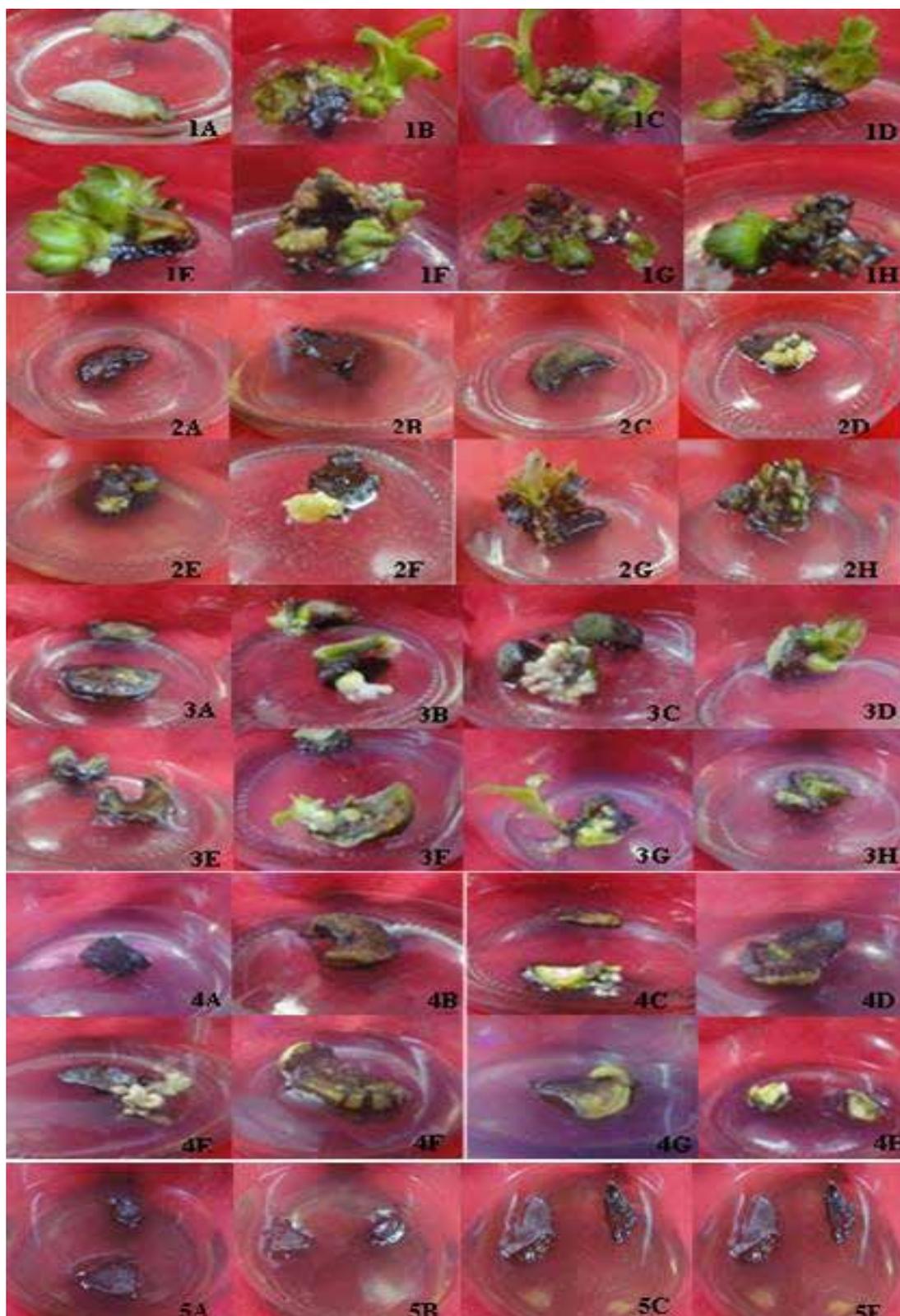
Perlakuan (Treatments)	Pisang (Banana) AAB		Pisang (Banana) ABB	
	Kosta	Raja Bulu	Kepok	Siem
BA (mg/l)				
0	0 b	0 a	0,58 a	0 a
1	0,3 b	0,3 a	0,31 a	0 a
3	1,93 a	0,6 a	0,25 a	0 a
5	0,18 b	0,5 a	0,43 a	0 a
TDZ (mg/l)				
0	0,84 a	0,57 a	0,26 a	0 a
0,1	0,37 a	0,05 a	0,50 a	0 a
KK (CV), %	295,94	392,92	229,89	

Raja Bulu, Siem, dan Ayam memberikan respons yang kurang efektif, yaitu mengalami pencokelatan sehingga pembentukan nodul terhambat. Eksplan pisang Ayam bahkan sama sekali tidak memberikan respons *in vitro*, kecuali pencokelatan. Nodul Kepok sudah muncul pada 2 MST, nodul Kosta dan Siem muncul pada 4 MST, sedangkan nodul Raja Bulu muncul pada 6 MST (Gambar 2).

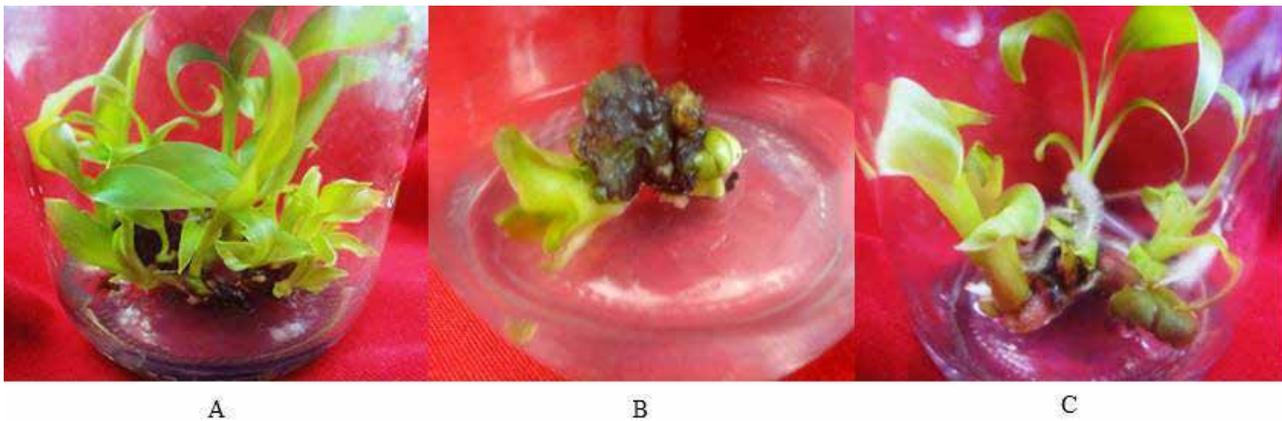
Nodul terbentuk dari pangkal brakhtea sebagai respons dari adanya BA dan TDZ pada media perlakuan, nodul ini juga menandakan adanya proses pertumbuhan yang nantinya akan berkembang menjadi tunas. Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi yang nyata antara BA dan TDZ. Secara tunggal, BA berpengaruh terhadap pembentukan nodul varietas Kosta dan Kepok (Tabel 1). Pada varietas Kosta dan Raja Bulu, nodul muncul pada seluruh media yang mengandung BA atau TDZ maupun kombinasinya, sedangkan varietas Kepok dan Siem hanya memberikan respons dari perlakuan tertentu. Pada varietas Ayam nodul tidak terbentuk karena mengalami pencokelatan yang sangat parah

sehingga menyebabkan kematian pada eksplan. Perbedaan respons dari varietas-varietas pisang tersebut sesuai dengan yang dilaporkan Arinatwe *et al.* (2000), yaitu respons terhadap ZPT ditentukan oleh genotip atau bersifat *genotype dependent*. Sifat *genotype dependent* tersebut menyebabkan adanya perbedaan pola pertumbuhan tiap varietas walaupun bergenom sama dan menggunakan ZPT yang sama. Perlakuan BA yang terbaik untuk membentuk nodul pada pisang Kepok dan Kosta adalah BA 3 mg/l dengan rerata jumlah nodul tertinggi masing-masing 1,93 dan 5,06 nodul/eksplan (Tabel 1). Peningkatan taraf TDZ dapat meningkatkan jumlah nodul yang terbentuk, namun lebih rendah daripada yang diberi perlakuan BA. Secara umum, Raja Bulu dan Siem hanya menghasilkan nodul kurang dari 1 nodul/eksplan sehingga formulasi media tumbuhnya perlu dimodifikasi kembali.

Tunas yang terbentuk pada penelitian ini berasal dari nodul yang telah terbentuk sebelumnya. Pembentukan tunas terjadi pada media yang sama, setelah 1 bulan nodul-nodul tersebut kemudian disubkultur, diharapkan dapat membentuk tunas. Pembentukan tunas dapat



Gambar 3. Pembentukan nodul dan tunas pisang AAB dan ABB (1) Kepok, (2) Raja Bulu, (3) Kosta, (4) Siem, dan (5) Ayam yang berasal dari bunga aksis pada media yang mengandung BA dan TDZ, 12 MST: (A) B0P100, (B) B1P100, (C) B3P100, (D) B5P100, (E) B0TH0, 1P100, (F) B1TH0, 1P100, (G) B3TH0, 1P100, dan (H) B5TH0, 1P100 [Nodules and shoots formation of ABB banana (1) Kepok, (2) Raja Bulu, (3) Kosta, (4) Siem, and (5) derived from floral axis planted on medium containing of BA and TDZ, 12 WAP: (A) B0P100, (B) B1P100, (C) B3P100, (D) B5P100, (E) B0TH0, 1P100, (F) B1TH0, 1P100, (G) B3TH0, 1P100, and (H) B5TH0, 1P100]



Gambar 4. Tunas pisang (A) Kepok, (B) Raja Bulu, dan (C) Kosta yang terbentuk pada media regenerasi yang mengandung BA 2,253 mg/l, IAA 0,175 mg/l, dan asam askorbat 100 mg [Shoot formation of (A) Kepok, (B) Raja Bulu, and (C) Kosta on regeneration medium which containing BA 2,253 mg/l, IAA 0,175 mg/l dan 100 mg]

diinduksi karena adanya BA dan TDZ yang merupakan ZPT dari golongan sitokinin yang dapat menginduksi pembelahan sel sehingga nodul yang telah terbentuk dapat beregenerasi menjadi tunas (Arinatwe *et al.* 2000). Hasil analisis ragam menunjukkan tidak ada interaksi yang nyata antara BA dan TDZ terhadap jumlah tunas yang terbentuk dari bunga aksis varietas Kepok, Raja Bulu, dan Siem. Pemberian BA memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah tunas pisang Kosta, dengan taraf terbaik sebesar 3 mg/l dengan jumlah tunas sebesar 1,93 tunas/eksplan (Tabel 2). Peningkatan BA menjadi 5 mg/l menyebabkan penurunan jumlah tunas. Muhammad *et al.* (2007) juga melaporkan fenomena yang sama ketika meregenerasikan *sucker* pisang Basrai untuk meningkatkan proliferasi tunas. Hasil penelitian pada kultivar Yangambi menunjukkan bahwa proliferasi tunas tertinggi dihasilkan dari perlakuan BA 6 mg/l, namun peningkatan konsentrasi BA menurunkan tingkat proliferasi tunas (Ngomuo *et al.* 2013). Dengan demikian, perlakuan BA 3 mg/l merupakan perlakuan terbaik untuk regenerasi bunga aksis pisang Kosta pada penelitian ini. Anbazhagan *et al.* (2014) melaporkan bahwa penggunaan BA pada konsentrasi 3 mg/l dapat meningkatkan proliferasi tunas pisang (*Musa sp.*). Pada pisang Barangan, konsentrasi BA yang optimal yaitu sekitar 4,9 mg/l (Jafari *et al.* 2011), sedangkan pada kultivar Oniaba dan Apantu (*plantain*), konsentrasi BA yang terbaik yaitu 4,5 mg/l. Benzil adenin sudah secara umum digunakan dalam kultur jaringan. Penggunaan BA yang umum diterapkan pada kultur jaringan pisang diduga karena BA memiliki persistensi yang tinggi di dalam jaringan sehingga tidak mudah terdegradasi dan memiliki aktivitas yang tinggi (Rahman *et al.* 2004).

Pembentukan tunas selain dipengaruhi oleh konsentrasi BA pada media diduga juga dipengaruhi

oleh TDZ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan TDZ hingga 0,1 mg/l tidak dapat meningkatkan pembentukan tunas. Youmbi *et al.* (2006) melaporkan bahwa TDZ pada konsentrasi rendah (0,01 sampai 0,4 mg/l) dapat memacu proliferasi tunas pisang Topala, Fougamou, Gros-Michel, Dwarf-Kalapua, Pelipita, dan Kalapua.

Resmi & Nair (2011) melaporkan bahwa pisang dengan genom AAA memiliki faktor multiplikasi tunas yang lebih tinggi daripada yang bergenom AAB, ABB, BB, dan BBB. Hal ini dapat disebabkan oleh tingginya kandungan senyawa fenolik pada pisang bergenom B (Resmi & Nair 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kepok menghasilkan nodul dan tunas yang lebih banyak daripada pisang lainnya (Gambar 3). Pencokelatan yang parah teramati pada biakan pisang Raja Bulu dan Siem, ditandai dengan mencokelatnya biakan dan media. Pencokelatan tersebut terbukti menghambat regenerasi bunga aksis pisang Siem sehingga tidak satupun eksplan membentuk tunas. Sementara itu, pencokelatan yang terjadi pada eksplan Raja Bulu mengakibatkan nodul dan tunas yang telah terbentuk menguning kemudian mati (Gambar 3) dan yang terjadi pada pisang Ayam menyebabkan nodul tidak terbentuk. Diduga bahwa eksplan pisang Ayam, Siem, dan Raja Bulu mengandung senyawa fenolik yang tinggi sehingga terjadi akumulasi *quinon* setelah mengalami oksidasi oleh enzim *polifenol oksidase*. *Quinon* dapat menghambat pertumbuhan bahkan menyebabkan biakan mati sehingga dibutuhkan senyawa antioksidan untuk menghambat oksidasi senyawa fenolik (Nisyawati & Kariyana 2013, Ko *et al.* 2009). Pada penelitian ini, digunakan media perlakuan yang mengandung PVP 100 mg/l. Oleh karena pencokelatan yang terjadi pada biakan Raja Bulu dan Siem masih tinggi dan biakan masih sulit



Gambar 5. Tahapan organogenesis pada pisang Kepok, (A) pertumbuhan kultur pada 1 MST, (B) pertumbuhan kultur pada 6 MST, (C) pertumbuhan kultur pada 12 MST, (D) tahap pemanjangan (E) perakaran pada media BA 2,253 mg/l + IAA 0,175 mg/l + asam askorbat 100 mg/l, dan (F) aklimatisasi planlet [Steps of organogenesis in Kepok banana, (A) culture growth on 1 WAP, (B) culture growth on 6 WAP, (C) culture growth in 12 WAP, (D) shoot elongation, (E) rooting on medium containing BA 2,253 mg/l + IAA 0,175 mg/l + ascorbic acid 100 mg/l, and (F) plantlet acclimatization]

beregenerasi maka biakan disubkultur pada media yang mengandung asam askorbat 100 mg/l.

Pada Kepok, Raja Bulu, dan Kosta, biakan disubkultur pada media yang mengandung BA 2,253 mg/l dan IAA 0,175 mg/l yang ditambahkan dengan asam askorbat 100 mg/l (Gambar 4). Hasil pengamatan visual menunjukkan bahwa setelah disubkultur pada media yang mengandung asam askorbat, nodul Kepok, Raja Bulu, dan Kosta mengalami proliferasi dan membentuk tunas. Pada media yang sama, tunas mengalami elongasi dan perakaran (Gambar 4) karena media tersebut mengandung IAA. Auksin dilaporkan memberikan pengaruh fisiologis berupa elongasi sel dan induksi perakaran (Muhammad *et al.* 2007). Media yang mengandung asam askorbat tersebut mampu mencegah pencokelatan pada pisang Raja Bulu, namun masih belum mampu mengatasi pencokelatan pada pisang Siem. Gambar 4 menunjukkan bahwa dengan menurunkan konsentrasi BA dan mengombinasikannya dengan IAA dapat meningkatkan proliferasi tunas pada pisang Kepok, Raja Bulu, dan Kosta. Pembentukan tunas dari Raja Bulu lebih lambat dibandingkan dengan Kepok dan Kosta pada media pertumbuhan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan senyawa fenol yang tinggi sehingga pembentukan tunas terhambat. Menurut Nisyawati & Kariyana (2013), penambahan asam askorbat dalam media dapat menekan pencokelatan pada tunas pisang Barangan. Selain penggunaan

asam askorbat, arang aktif dilaporkan dapat menekan pencokelatan biakan pisang (Nisyawati & Kariyana 2013). Untuk pisang Siem dan Ayam, formulasi media perlu dioptimasi untuk meningkatkan daya regenerasi eksplan. Penggunaan media cair yang mengandung antioksidan diharapkan dapat meningkatkan daya regenerasi tersebut. Secara keseluruhan tahapan organogenesis dari bunga aksis pisang yang dilakukan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 5, dimulai dari respons awal eksplan hingga aklimatisasi planlet.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Berdasarkan hasil uji ragam tidak ada interaksi yang nyata antara BA dan TDZ dalam induksi organogenesis bunga aksis pisang bergenom AAB dan ABB.
2. Perlakuan yang terbaik untuk induksi organogenesis bunga aksis pisang Kepok dan Kosta adalah BA 3 mg/l sedangkan untuk Raja Bulu, Siem, dan Ayam masih perlu dioptimasi formulasi media tumbuhnya karena nodul yang terbentuk hanya sedikit (kurang dari satu nodul/eksplan) dan tingkat pencokelatan masih tinggi.
3. Pada percobaan ini pencokelatan dapat ditekan dengan penambahan asam askorbat dengan

taraf 100 mg/l sehingga senyawa fenol tidak menghambat pertumbuhan.

4. Bunga aksis dapat digunakan sebagai eksplan untuk organogenesis karena pada penelitian ini pembentukan nodul dan tunas lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan *sucker* dan pencokelatannya dapat ditekan dengan baik.
5. Disarankan untuk menggunakan media cair yang mengandung antioksidan dan TDZ lebih dari 0,1 mg/l untuk menekan pencokelatan dan meningkatkan faktor multiplikasi tunas.

DAFTAR PUSTAKA

1. Al Amin, MD, Karim, MR, Amin, MR, Rahman, S & Mamun, ANM 2009, 'In vitro micropropagation of banana (*Musa spp.*)', *Bangladesh J. Agril. Res.*, vol. 34, no. 4, pp. 645-59.
2. Arinatwe, G, Rubaihayo, PR & Magambo, MJ 2000, 'Proliferation rate effects of cytokinins on banana (*Musa spp.*) cultivars', *Sci. Hort.*, vol. 86, pp. 13-21.
3. Anbazhagan, M, Balachandran, B & Arumugam, K 2014, 'In vitro propagation of *Musa sp.* (banana)', *Int.J.Curr.Microbiol. App.Sci.*, vol. 3, no.7, pp. 399-404.
4. Daly, A & Walduck, G 2006, *Fusarium wilt of bananas (panama disease) (Fusarium oxysporum f. sp. Cubense)*, *Agnote*, Northern Territory Government.
5. Darvari, FM, Sariah, M, Puad, MP & Maziah, M 2010, 'Micropropagation of some Malaysian banana and plantain (*Musa sp.*) cultivars using male flowers', *African J. of Biotech.*, vol. 9, no. 16, pp. 2360-66.
6. Elhory, SMA, Aziz MA, Rashid, AA & Yunus, AG 2009, 'Prolific plant regeneration through organogenesis from scalps of *Musa sp* cv. Tanduk', *African J. of Biotech.*, vol. 8, no.22, pp. 6208-13.
7. Heslop-Harrison, JS 2011, 'Genomics, banana breeding and super domestication', *Acta Hort.*, vol.100, no. 5, pp. 1073-84.
8. Jafari, N, Othman, RY & Khalid, N 2011, 'Effect of benzylaminopurine (BAP) pulsing on *in vitro* shoot multiplication of *Musa acuminata* (banana) cv. Berangan', *African J. of Biotech.*, vol. 10, no. 13, pp. 2446-50.
9. Khalil, SM, Cheah, KT, Perez, EA, Gaskill, DA & Hu, JS 2002, 'Regeneration of banana (*Musa spp.* AAB cv. Dwarf Brazilian) via secondary somatic embryogenesis', *Plant Cell Rep.*, vol. 20, pp. 1128-34.
10. Ko, WH, Su, CC, Chen, LC & Cao, CP 2009, 'Control of lethal browning of tissue culture plantlets of cavendish banana cv. Formosana with ascorbic acid', *Plant Cell Tiss Organ Cult.*, vol. 96, pp. 137-41.
11. Krikorian, AD, Irizarry, H, Sandra, S, Mitra, C & Rivera, E 1993, 'Clonal fidelity and variation in plantain (*Musa AAB*) regenerated from vegetative stem and floral axis tips *in vitro*', *Ann of Bot.*, vol. 71, pp. 519-35.
12. Martin, PK 2005, 'Cost effective *in vitro* propagation of *Musa ornate* ROXB, though floral tip axis segment culture', *Prog. of Ornamental Plants*, vol. 5, no. 2, pp. 84-8.
13. Muhammad, AH, Rashid & Hussain, I 2007, 'Proliferation-rate effects of BAP and kinetin on banana (*Musa spp.* AAA Group) 'Basrai'', *Hort Sci.*, vol. 42, no. 5, pp. 1253-5.
14. Ngomuo, M, Mneney, E & Ndakidemi, P 2013, 'The effects of auxins and cytokinin on growth and development of (*Musa sp.*) Var. "Yangambi" explants in tissue culture', *American J. of Plant Sci.*, vol. 4, pp. 2174-80.
15. Nisyawati & Kariyana, K 2013, 'Effect of ascorbic acid, activated charcoal and light duration on shoot regeneration of banana cultivar Barangan (*Musa acuminata*.L) *in vitro culture*', *IJRRAS*, vol. 15, no. 1, pp. 13-7.
16. Panis, B 2009, 'Cryopreservation of *Musa* germplasm', 2nd edition, (Engelmann, F & Benson, E (eds.), *Technical Guidelines No. 9*, Bioversity International, Montpellier, France.
17. Rahman, MZ, Nasrudin, KM, Amin, MA & Islam, MN 2004, 'In vitro response and shoot multiplication of banana with BAP and NAA', *Asian J. Plant Sci*, vol. 3, pp. 406-9.
18. Resmi, L & Nair, AS 2011, 'Differential effect of cytokinins in micropropagation of diploid and triploid *Musa* cultivar', *Int J. of Integrative Biol*, vol.11, no. 1, pp. 35-8.
19. Roy, SO, Bantawa, P, Gosh, SK, da Silva, JAT, DebGosh, P & Mondal, TK 2010, Micropropagation and field performance of 'Malbhog' (*Musa paradisiaca*, AAB group) : A popular Banana cultivar with high keeping quality of North East India, *Tree and Forestry Sci and Biotech.*, vol. 4, no.1, pp. 52-8.
20. Simmonds, NW & Shepherd, K 1955, 'The taxonomy and origins of the cultivated banana', *J. Linn. Soc. (Botany)*, vol. 55, pp. 302-12.
21. Sultan, MdT, Khan, MH, Hakim, MdL, Mamun, ANK, Morshed, Md, Islam, MdR & Islam, MdR 2011, 'In vitro plant regeneration from male flowers of banana', *Int. J. of Biosci (IJB)*, vol. 1, no. 1, pp. 1-11.
22. Valmayor, RV, Jamaluddin, SH, Silayoi, B, Kusumo, S, Danh, LD, Pascua, OC & Espino, RRC 2000, *Banana cultivar names and synonyms*, diliris 2000, <<http://www.promusa.org.id>>.
23. Youmbi, E, Ella, B & Tomekpe, K 2006, 'Effect of thidiazuron on *in vitro* proliferation capacities of some banana (*Musa spp.*) cultivars with weak multiplication potential', *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, vol. 19, no. 2 pp. 255-59.