

STUDI PENGARUH MEDIA ALTERNATIF UNTUK PERBANYAKAN PISANG BARANGAN (*Musa acuminata* L.) SECARA IN-VITRO

(The Study of the Effect of Alternative Media for In Vitro Propagation for Barangan Banana (*Musa acuminata* L.)

ROSMAINA ROSMAINA^{1*}, RAGIL ENDIKA¹, ZULFAHMI ZULFAHMI¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR Soebrantas No 155 KM 15, Panam, Pekanbaru Riau
*Email: rosmaina@uin-suska.ac.id

ABSTRACT

The main obstacle in the commercialization of seedlings mass propagation through tissue culture techniques is the high cost of the culture media component. Therefore, the production of low-cost tissue culture is required. This study aims to develop low-cost in-vitro media for the production of the seedlings of Barangan banana. This study was composed following Factorial Completely Randomized Design. The first factor was Terra Novalgro liquid fertilizer with three concentrations, namely 1, 2, and 3 ml L⁻¹, while the second factor was Gandasil-D with three concentrations namely 1, 2, and 3 mg L⁻¹, so obtained nine treatments, each treatment was repeated ten times with a total 90 of experimental units. MS media was used as control. The parameter observed was number of shoots, number of leaves and number of roots. The results of this study exhibited that the treatment of 1 ml L⁻¹ liquid fertilizer + 2 mg L⁻¹ foliar fertilizer produced 9.30 shoots/explant and 1.90 leaves/explant, that no significantly different from MS medium (control) which produced 9.0 shoots/explant and 0.3 leaves/explants. Therefore, using completed liquid fertilizers and foliar fertilizers as medium in vitro propagation of barangan bananas can become an alternative replace MS medium, as well as reduced the cost of culture media as 91% -93% compared to MS media.

Keywords: Gandasil, low-cost media, propagation, terra novagro

PENDAHULUAN

Pisang barangan (*Musa acuminata* L.) merupakan anggota Famili *Musaceae*, yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Pisang menempati urutan pertama produksi buah Indonesia yaitu 7.280.658 ton/tahun (BPS, 2020) dan merupakan salah satu komoditas andalan ekspor dengan negara tujuan China, Uni emirat arab, jepang, Malaysia dan singapura. Dari tahun 2017 hingga 2018 Indonesia mengalami peningkatan ekspor pisang sebesar 30.4% (ITC, 2020).

Salah satu permasalahan dalam budidaya pisang secara luas adalah keterbatasan bibit dalam jumlah banyak, seragam dan bebas penyakit. Kebutuhan bibit pisang barangan berkisar 1.100-1.670 bibit/ha tergantung jarak tanam yang digunakan. Perbanyakan tanaman pisang secara konvensional dilakukan melalui anakan dan bonggol yang hanya mampu menghasilkan 1-10 anakan dalam satu tahun (Tilaar dan Sompotan, 2007). Oleh karena itu diperlukan metode perbanyakan yang dapat menghasilkan bibit yang seragam, bebas penyakit, dalam jumlah yang banyak dan waktu yang singkat.

Teknik kultur jaringan merupakan metode perbanyakan vegetative yang dilakukan mengisolasi bagian dari tanaman yang akan digunakan sebagai eksplan untuk ditumbuhkan pada media tertentu dengan kondisi aseptik dan lingkungan terkendali (*in vitro*) hingga menjadi tanaman utuh. Keunggulan dari kultur jaringan yaitu dapat menghasilkan bibit yang seragam, cepat, banyak bebas penyakit dan tidak tergantung musim. Kendala yang dihadapi dalam komersialisasi bibit melalui teknik kultur jaringan adalah mahal biaya komponen media kultur. Sehingga produksi kultur jaringan dengan biaya rendah menjadi kebutuhan saat ini. Biaya produksi kultur jaringan menjadi perhatian bagi laboratorium komersial (Babbar and Jain, 2006). Media Murashige and Skooge (MS) merupakan media yang umum digunakan dalam perbanyakan tanaman secara in vitro karena memiliki komposisi unsur hara yang lengkap. Akan tetapi media ini relatif mahal yaitu berkisar Rp.25.000-30.000 per liter media. Keberhasilan perbanyakan secara in vitro salah satunya dipengaruhi oleh komposisi media yang digunakan. Secara umum komposisi media kultur terdiri dari garam anorganik, garam

mineral, zat pengatur tumbuh, bahan pematat, sumber karbon dan supplement organik.

Modifikasi media kultur guna menekan biaya produksi telah banyak dilakukan pada beberapa tanaman dengan memodifikasi sumber carbon, sumber air, sumber vitamin, sumber agar, dan komponen media lainnya (Mulia *et al.*, 2020; Daud *et al.*, 2011; Raghu *et al.*, 2007; Peña-Rojas *et al.*, 2020; Wati dan Djenal, 2020; Bano *et al.*, 2020; Ded & Pongener, 2013; Mengesha *et al.*, 2013; Sahu and Sahu, 2013; Datta *et al.*, 2017; Ayenew *et al.*, 2012; Khorsha *et al.*, 2016;). Beberapa peneliti berfokus kepada pengganti unsur hara makro dan unsur hara mikro yang tersedia pada pasar lokal dengan harga yang murah dan terjangkau, diantaranya Ogero *et al.*, (2012) pada tanaman ubi jalar; Amien dan Wiguna, (2016) pada tanaman nilam, Biwas and Biwas (2017) pada *Lilium asiati*, Budiyanti *et al.*, (2016) pada tanaman Krisan dan Hasanah *et al.*, (2014) pada tanaman anggrek. Bano *et al.*, 2020 melaporkan, modifikasi media menggunakan ekstrak *mentha* mampu menurunkan biaya media hingga 75% dibandingkan media dasar MS. George and Manuel, (2013) melaporkan modifikasi yang dilakukan secara menyeluruh meliputi media dan peralatan dapat menghemat biaya kultur hingga 92%.

Penggunaan pupuk anorganik dan bahan organik sebagai pengganti media MS dalam kultur *in vitro* telah dilaporkan pada tanaman nilam menggunakan pupuk Gandasil, Growmore, Hyponex dan Vitabloom tetapi hasilnya tidak lebih baik dari media MS (Amien dan Wiguna, 2016). Pada tanaman krisan menggunakan pupuk majemuk dan pupuk cair (Budiyanti *et al.*, 2016; Shintiavira *et al.*, 2012; Sutarto *et al.*, 2003) pada tanaman anggrek menggunakan pupuk daun, hyponex, air kelapa, bubur papaya dan bubur pisang (Hasanah *et al.*, 2014; Afriani 2006; Rachmatullah, 2009) dan pada tanaman ubi jalar (Laisiana, 2010).

Pupuk cair Terra Novalgro memiliki kandungan unsur hara dan asam humik yang berperan meningkatkan serapan unsur hara (Santi, 2016) dan meningkatkan kerja enzim sebagai katalis organik (Andalasari, 1997) sedangkan pupuk daun Gandasil-D memiliki kandungan Nitrogen (20%), Kalium (15%) Fosfor (15%), Magnesium (1%), dan sisanya terdiri dari unsur hara mikro (B, Mn, Cu, Co Zn), dan beberapa vitamin (Nicotimide, Lactoflavine dan Anerine) yang berperan dalam pertumbuhan tanaman terutama pada masa vegetatif. Penggunaan Terra-Novalgro dan Hyponex sebagai media kultur *in-vitro* telah dilaporkan Laisina (2010) pada perbanyak in-vitro ubi jalar, dimana perlakuan 2 ml/L hyponex

mampu meningkatkan jumlah buku dan jumlah daun, tetapi tidak meningkatkan jumlah akar. Sejauh ini belum ada laporan penggunaan media murah untuk pengembangan kultur jaringan pisang Barangan. Penelitian ini dirancang untuk mendapatkan media kultur murah, tanpa mengurangi kualitas pertumbuhan dan perbanyak pisang barangan menggunakan pupuk cair lengkap (Terra Novalgro) dan pupuk daun (Gandasil D).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Maret-Juli 2016 di Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah planlet steril pisang Barangan hasil kultur pada Media MS0 selama 2 bulan, pupuk daun Gandasil D yang memiliki kandungan N (20%), P₂O₅ (15%), K₂O (15%), MgSO₄ (1%), unsur hara mikro dan vitamin (Mn, Co, Cu, Zn, B, Lactoflavin, Nicotinic Acid, Aneurine), dan pupuk cair lengkap Terra Novalgro yang memiliki kandungan unsur C (12,90%), N (0,51%), P (0,04%), K (109,00 ppm), Ca (8,23 ppm), Mg (0,08 ppm), Fe (44,85 ppm), Zn (4,05 ppm), Bahan organik (22,29%), Asam humic (0,55%) dan Fulvic Acid (74,26%).

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial, dimana faktor pertama adalah pupuk cair Terra Novalgro dengan 3 konsentrasi yaitu 1 ml L⁻¹, 2 ml L⁻¹ dan 3 ml L⁻¹, sedangkan faktor kedua yaitu Gandasil dengan 3 konsentrasi yaitu 1 ml L⁻¹, 2 ml L⁻¹ dan 3 ml L⁻¹, terdapat 9 perlakuan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 10 kali, sehingga terdapat 90 satuan percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari 1 botol kultur dan 1 eksplan/botol. Planlet yang digunakan merupakan tunas yang berukuran ± 1 cm. Komposisi media yang digunakan adalah masing-masing perlakuan dengan tambahan 3% sukrosa dan 6,5 gr agar sebagai pematat. Selanjutnya media MS akan digunakan sebagai kontrol.

Pengamatan dilakukan setiap minggu selama delapan minggu. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah tunas, jumlah daun dan jumlah akar. Selanjutnya data yang dianalisis adalah data pada minggu ke-8 menggunakan ANOVA, jika terdapat perbedaan pada taraf 5% dilakukan uji lanjut DMRT. Kemudian hasil terbaik dari perlakuan ini akan dibandingkan dengan media MS0 sebagai kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksplan mulai mengalami pertumbuhan sejak 1 MST yang ditandai dengan tumbuhnya tunas, daun dan akar. Beberapa eksplan juga mengalami browning dimana eksplan menjadi coklat selanjutnya diikuti oleh media sehingga media menghitam. Eksplan yang mengalami browning tidak berhasil tumbuh. Browning atau pencoklatan jaringan tanaman terjadi karena adanya aktivitas oksidasi yang biasanya terjadi pada tanaman yang mengandung senyawa fenol yang tinggi. Oksidasi senyawa fenolik bersifat reaktif dan toxic terhadap jaringan tanaman (Ahmad *et al.*, 2013). Akumulasi fenol yang terjadi secara terus menerus akan terakumulasi pada media menyebabkan penyerapan unsur hara terhambat dan kematian pada eksplan (Hutami, 2008; Marlin *et al.*, 2012 dan Santoso & Nursandi, 2002).

Jumlah Tunas

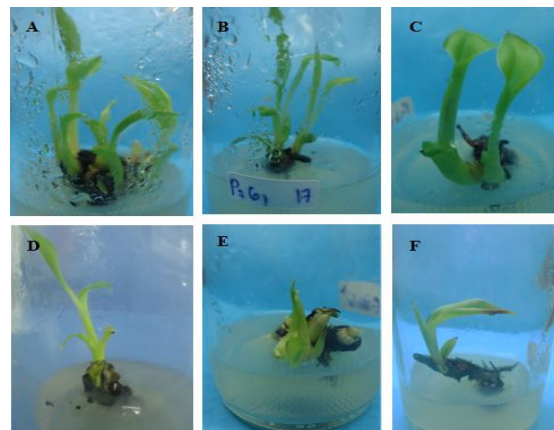
Jumlah tunas secara nyata dipengaruhi oleh konsentrasi pupuk cair (Terra Novalgro), pupuk daun (Gandasil-D) dan interaksi keduanya. Perlakuan 1 ml L⁻¹ pupuk cair + 2 ml L⁻¹ pupuk daun (gandasil) menghasilkan rata-rata jumlah tunas terbanyak yaitu 9.30 tunas/eksplan dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sedangkan perlakuan 3 ml L⁻¹ pupuk cair + 3 ml L⁻¹ pupuk daun menghasilkan rata-rata jumlah tunas terendah yaitu 0.20 tunas/eksplan. Peningkatan konsentrasi pupuk cair dan gandasil menurunkan jumlah tunas yang terbentuk (Tabel 1). Perlakuan 1 ml L⁻¹ pupuk cair + 2 ml L⁻¹ pupuk daun (Gandasil D) menghasilkan 9.3 tunas/eksplan, tidak berbeda nyata dengan tanaman kontrol (media MS) yang menghasilkan rata-rata 9.00 tunas/eksplan pada 8 MST (Gambar 1).

Tabel 1. Rata-rata jumlah tunas pada 8 minggu setelah kultur

Pupuk Cair (ml L ⁻¹)	Gandasil (ml L ⁻¹)			Rataan
	1	2	3	
1	5.30b	9.30a	0.40c	5.00a
2	4.40b	2.00c	0.40c	2.27b
3	5.70b	2.10c	0.20c	2.67b
Rataan	5.13a	4.47a	0.33b	
Kontrol (MS0)	9.00a			

Perpaduan antara pupuk cair dan pupuk daun Gandasil dengan konsentrasi yang tepat mampu mengimbangi komposisi media MS. Hal ini karena Gandasil memiliki komposisi unsur hara makro yang cukup tinggi yaitu N (20%), K₂O (15%), P₂O₅ (15%), MgSO₄ (1%), dan unsur hara mikro (Mn, Co, Cu, Zn, B) serta vitamin (Lactoflavin, Nicotinic Acid, Aneurine) demikian juga pupuk cair Terra Novalgro memiliki

kandungan unsur Carbon (12,90%), Nitrogen (0,51%), Pospor (0,04%), Kalium (109,00 ppm), Ca (8,23 ppm), Mg (0,08 ppm), Fe (44,85 ppm), Zn (4,05 ppm), Bahan organik (22,29%), Asam humic (0,55%) dan Fulvic Acid (74,26%), sehingga penambahan pupuk daun dan pupuk cair tersebut mampu mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman seperti pembentukan tunas, daun dan akar.



Gambar 1. Jumlah tunas hasil pada media alternatif (a) 1 ml/L pupuk lengkap cair + 2g/L Gandasil D, [b] 2 ml/L pupuk lengkap cair + 1g/L Gandasil, [c] media dasar MS (kontrol), [d] 2 ml/L pupuk lengkap cair + 2 g/L Gandasil, [e] 1 ml/L pupuk lengkap + 1 g/L Gandasil, [f] 3 ml/L pupuk lengkap cair+3 g/L Gandasil.

Beberapa penelitian lain juga pernah melaporkan penggunaan media alternatif sebagai pengganti MS mampu menghasilkan tunas yang tidak berbeda dengan media dasar MS bahkan lebih baik dari MS seperti Nuraini *et al.*, (2014) pada tanaman kentang menggunakan 2 mg/l pupuk daun+ekstrak pisang mampu menghasilkan 10.87 tunas/eksplan berbeda nyata dengan media dasar MS yang menghasilkan 8.47 tunas/eksplan.

Pada perlakuan ini media belum ditambahkan zat pengatur tumbuh, sehingga peningkatan jumlah tunas diduga dapat lebih tinggi jika diberi tambahan zat pengatur tumbuh yang berperan terhadap induksi tunas. Modifikasi media pengganti MS yang diberi tambahan zat pengatur tumbuh menghasilkan tunas yang lebih tinggi dilaporkan oleh Biwas and Biswas, (2017) pada tanaman *Lilium Asiatic*, Rasal-monir *et al.*, (2020) pada *Gynura Procumbens*, dan Biswas *et al.*, (2014) pada *Mentha sp.*

Peningkatan konsentrasi pupuk cair dan Gandasil menyebabkan penurunan jumlah tunas, dan eksplan juga mengalami browning, dan beberapa tunas mengalami vitrifikasi. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Supriati, (2010)

pada pisang kapok, dimana peningkatan dosis pupuk cair (Growmore, Hyponex dan Rosasol) hingga 8 g/L menyebabkan kematian eksplan pisang kapok.

Hasil penelitian ini lebih baik dari laporan Budiyantri *et al.*, (2016) pada tanaman krisan menggunakan beberapa pupuk majemuk (Growmore, Hortigro dan Kristalon) belum mampu menghasilkan tunas yang tunas lebih baik dari media media MS. Walaupun demikian penggunaan pupuk gandasil sebagai sumber nitrogen pada media kultur dan menghasilkan jumlah tunas yang tidak berbeda nyata dengan media MS dilaporkan oleh Meriyanto, *et al.*, (2016) pada tanaman ubi jalar. Penggunaan 2 gr/L Gandasil menghasilkan waktu muncul tunas, panjang tunas, jumlah daun, jumlah akar dan panjang akar yang tidak berbeda nyata dengan media MS. Shintiavira *et al.* (2012) pada tanaman krisan menggunakan 2-3 Hyponex + 0.1 mg IAA menghasilkan tinggi planlet, jumlah daun, jumlah nodus, jumlah akar dan Panjang akar yang tidak berbeda nyata dengan media MS.

Jumlah daun

Jumlah daun dipengaruhi oleh konsentrasi Gandasil, sedangkan pupuk cair dan interaksi dengan pupuk Gandasil tidak mempengaruhi jumlah daun yang terbentuk (Tabel 2). Jumlah daun tertinggi diperoleh pada perlakuan 2 ml L⁻¹ Gandasil yaitu rata-rata 2.97 daun/eksplan, tetapi tidak berbeda signifikan dengan pemberian 1 ml L⁻¹ Gandasil yang menghasilkan rata-rata 1.70 daun/eksplan. Gandasil-D merupakan salah satu pupuk daun yang berperan dalam pertumbuhan vegetatif, hal ini dapat terlihat dari kandungan N yang cukup tinggi pada Gandasil yaitu 20% atau 200 mg/L. Amien dan Wiguna, (2016) melaporkan penggunaan Gandasil pada tanaman nilam sebagai media pengganti MS menghasilkan rata-rata jumlah daun yang lebih rendah dibandingkan dengan media MS. Berbeda dengan Hasanah *et al.*, (2014) pada kultur anggrek, melaporkan penggunaan Gandasil hanya menghasilkan 1-2 daun/eksplan yang lebih rendah dari media MS.

Peningkatan Gandasil menjadi 3 ml L⁻¹ signifikan menurunkan jumlah daun yang terbentuk yaitu 0.80 daun/eksplan. Penggunaan Nitrogen yang terlalu tinggi menghambat pertumbuhan vegetatif tanaman juga dilaporkan Mukaromah *et al.*, (2013) pada kultur anggrek. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Shintiavira *et al.*, (2012) pada tanaman krisan, peningkatan pupuk daun 3 ml/L menurunkan jumlah daun yang terbentuk. Nitrogen (amonium dan nitrat) dalam kondisi berlebih akan bersifat toxic pada tanaman (Dijk

and Eck, 1995). Sehingga pemberian konsentrasi yang tepat akan sangat membantu penyerapan N kedalam sel tanaman.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan Gandasil terhadap rata-rata jumlah daun terbentuk pada 8 minggu setelah kultur

Gandasil (ml L ⁻¹)	Rataan Jumlah Daun
1	1.70ab
2	2.97a
3	0.80b
Kontrol (MS0)	00.30 c

Gandasil yang diberikan pada konsentrasi 1-3 ml L⁻¹ menghasilkan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan media MS yang hanya menghasilkan rata-rata 0.3 tunas/eksplan (Tabel 2). Berbeda dengan hasil penelitian Supriati, (2010) pada pisang Kepok dilaporkan penggunaan media alternatif (Growmore, Hyponex, Rosasol) menghasilkan jumlah daun yang lebih rendah dibandingkan media MS. Selanjutnya Shintiavira *et al.* (2012) melaporkan pada tanaman krisan pemberian pupuk Hyponex 1-3 g/liter menghasilkan jumlah daun yang tidak berbeda dengan MS. Berdasarkan hal tersebut respon tanaman sangat dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi media alternatif yang digunakan serta jenis dan genotype tanaman yang diujikan. Sehingga sangat penting dilakukan optimasi untuk mendapatkan media dan konsentrasi yang tepat. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Zhang *et al.*, (2019) bahwa sangat penting melakukan optimalisasi terhadap jenis dan komponen media kultur pada masing-masing tanaman.

Jumlah akar

Jumlah akar tidak dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan. Rata-rata perlakuan menghasilkan 0.0-1.5 akar/eksplan (Tabel 3). Pada *in vitro* induksi tunas lebih dulu dilakukan dan induksi akar biasanya dilakukan sebelum aklimatisasi. Pada penelitian ini media dasar MS dan 1 ml Pupuk cair + 1 ml Gandasil tidak membentuk akar. Pada pisang kepok dilaporkan induksi akar pada media alternatif (Growmore dan Hyponex) dapat dilakukan tanpa tambahan zat pengatur tumbuh sehingga biaya produksi menjadi lebih murah (Supriati, 2010). Berbeda dengan pisang Barangan, pada penelitian ini menggunakan Gandasil dan Terra Novagro jumlah akar yang terbentuk masih sangat rendah, sehingga untuk induksi akar dibutuhkan tambahan zat pengatur tumbuh yang berperan untuk induksi perakaran. Hasil penelitian serupa juga pernah dilaporkan Amien dan Wiguna,

(2016) pada kultur Nilam, penggunaan Gandasil-D+vitamin MS pada kultur Nilam menghasil akar yang paling rendah yaitu 9 akar/eksplan, berbeda nyata dengan MS yang mampu menginduksi 31 akar/eksplan.

Tabel 3. Pengaruh perlakuan Pupuk Cair terra Novagro dan Gandasil D terhadap jumlah Akar

Pupuk Cair (ml/l)	Gandasil (mg/l)			Rataan
	1	2	3	
1	0,00	0,40	1,00	0,46
2	1,30	1,20	0,20	0,90
3	0,30	1,50	0,60	0,80
Rataan	0,53	1,03	0,60	
Kontrol	0,00			

Penggunaan pupuk lengkap dan pupuk caik organik dapat memberikan solusi terhadap mahalnya biaya media dasar MS yang biasa digunakan dalam perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan. Selain biaya yang relatif murah media alternatif juga dapat diperoleh di pasar lokal dengan mudah. Penggunaan media dasar MS membutuhkan biaya Rp.25.000-30.000 per liter media, sedangkan menggunakan pupuk daun Gandasil dan pupuk cair hanya membutuhkan biaya Rp. 2.160 per liter atau terjadi penurunan biaya sebesar 91%-93% dibandingkan media MS.

Pengembangan protokol kultur jaringan dengan biaya produksi murah melalui modifikasi komposisi kimia dalam media telah banyak dilaporkan diantaranya George and Manuel (2013) pada beberapa tanaman. Supriati, (2010) melaporkan penurunan biaya produksi bibit pada pisang kapok mencapai 83% dengan menggunakan media alternatif Growmore dan Hyponex. Ogero *et al.*, 2012 pada tanaman Ubi jalar berhasil mengembangkan media murah di Afrika mampu menghemat biaya produksi hingga 92% dibandingkan media dasar MS. Pengembangan media murah pada tanaman kentang juga dilaporkan signifikan menurunkan biaya produksi hingga 90% (Peña-Rojas *et al.*, 2020). Penurunan biaya produksi bibit pada *Lillium asiatic* menggunakan media modifikasi 10 kali lebih rendah dibandingkan media MS (Biwas and Biwas, 2017), Selanjutnya Gitonga *et al.*, (2010) melaporkan penggunaan bahan anorganik lokal sebagai pengganti unsur hara makro dan mikro mampu mengurangi biaya produksi kultur jaringan pisang hingga 94%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penggunaan 1 ml L⁻¹ pupuk lengkap cair Terra Novegro dan 2 ml L⁻¹ pupuk daun Gandasil-D dapat dijadikan sebagai media

alternatif pengganti MS untuk perbanyak *in vitro* pisang barangan dengan menghasilkan 9.3 tunas/eksplan dan rata-rata 1.90 daun/eksplan. Media ini dapat mengurangi komponen biaya media kultur hingga 91%-93% dibandingkan media dasar MS

Saran

Untuk melihat kemampuan multiplikasi media 1 ml L⁻¹ pupuk lengkap cair + 2 ml L⁻¹ pupuk daun Gandasil, sebaiknya diberi tambahan zat pengatur tumbuh yang berperan dalam induksi tunas.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, T. A. 2006. Penggunaan Gandasil, Air Kelapa dan Ekstrak Pisang pada Perbanyakan Tunas dan Perbesaran Plantlet Anggrek Dendrobium (*Dendrobium kanayao*) Secara *In-Vitro*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Ahmad, I., T. Hussain., I. Ashraf., M. Nafees., M. Maryam, Rafay and M. Iqbal 2013. Lethal Effect of Secondary Metabolites On Plant Tissue Culture. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science, 13(4): 539-547
- Amien, S., and M.F. Wiguna. 2016. An Inorganic Fertilizer as Alternative for Growing Explant of Pogostemon (*Pogostemon cablin* Benth.) Sidikalang and Tapaktuan Cultivars *In-Vitro*. Jurnal Kultivasi, 15(2):65-69
- Andalasari, T.D. 1997. Regenerasi Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Pada Beberapa Media Dengan Asam Humat. Tesis. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Ayenuw, B., A. Mengesha., T. Tadesse., E.G. Mariam. 2012. Ensete ventricosum (WELW.) Cheesman: A Cheap and Alternative Gelling Agent for Pineapple (*Ananas comosus* VAR. Smooth Cayenne) *In Vitro* Propagation. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 2 (2): 640-652
- Babbar, S.B., and R. Jain. 2006. Xanthan gum: An Economical Partial Substitute for Agar in Microbial Culture Media. Curr. Microbiol. 52: 287-292
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2020. <https://www.intracen.org/layouts/searchresults.aspx?searchtext=Banana%20export>
- Bano A, A.H. Shah., S.A Shah., I. Khan., S. Attacha., W. Khan., S. Anjum., A. Bibi., R. Masood., S.A. Jan. 2020. An Efficient Cost-Effective Protocol for

- Micropropagation of Potato Using Natural Mentha Extract. *Fresenius Environmental Bulletin*. 29 (06/2020):4253-4261
- Biswas, K., R. Biswas., and P. Negil. 2014. Novel Low-Cost Media KFA and KFA Plus for Micropropagation of Mentha sp. *International Journal of current Microbiology and Applied Science*. 3(4):172-182
- Biswas, K and R. Biswas. 2017. Micropropagation of *Lilium Asiatic* in an Efficient Low-Cost Novel Medium "KFA and KFA plus". *International Journal of Applied Agricultural Research*. 12(1): 33-41
- Budiyanti, H.K.L., N. Kendarini and L. Soetopo. 2016. The Effect of Compound Fertilizer on Crysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) Plant Growth by *In Vitro*. *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(5): 352-360.
- Datta, S.K., D. Chakraborty., and S. Janakiran. 2017. Low Cost Tissue Culture: An Overview. *Journal Plant Science Research*. 33 (2): 181-199
- Datta, S.K., D. Chakraborty., and T. Janakiram. 2017. Low Cost Tissue Culture: An Overview. *The Journal of Plant Science Research*, 33 (2):181-199
- Daud, N., R.M. Taha., N.F.M. Noor., H. Alimon. 2011. Provision of Low-Cost Media Option for In Vitro Culture of *Celosia* sp. *African Journal of Biotechnology*, 10(80): 18349-18355
- Dijk, E., and N. Eck. 1995. "Ammonium Toxicity and Nitrate Response of Axenically Grown *Dactyloctenium aegyptium* Incarnate Seedlings". *Laboratory of Plant Ecology, Department of Plant Biology, Biological Centre, University of Groningen, Haren, The Netherland*. *New Phytot*. 131, 361-367
- George, P. and J. Manuel. 2013. Low Cost Tissue Culture Technology for the Regeneration of Some Economically Important Plants for Developing Countries. *International Journal of Agriculture, Environment & Biotechnology*. 6: 703-711.
- Gitonga, N.M., O. Ombori., K.S.D. Murithi., and M. Ngugi. 2010. Low Technology Tissue Culture Materials for Initiation and Multiplication of Banana Plants. *African Crop Science Journal*, 18(4): 243 – 251
- Hasanah, U., E. Suwarsi., and R. Sumadi. 2014. Utilization of Fertilizer Leaves, Coconut Water and Banana Porridge as Component *Dendrobium kelemense* Orchid Plantlet Growth Medium. *Biosaintifika* 6 (2):160-168
- Hutami, S. 2008. Ulasan: Masalah Pencoklatan pada Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen* 4(2): 83-88
- International Trade Centre (ITC)*. 2020. <https://www.intracen.org/layouts/searchresults.aspx?searchtext=Banana%20export>.
- Khorsha, S., M. Alizadeh., K. Mashayekhi. 2016. The Usefulness of Apricot Gum as an Organic Additive In Grapevine Tissue Culture Media. *Adv. Hort. Sci*, 30(2): 111-118. DOI: 10.13128/ahs-19137.
- Laisina, K. J. 2010. Perbanyak Ubi Jalar Secara In Vitro Dengan Menggunakan Media Yang Murah. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 6: 63 – 67.
- Mengesha, A., B. Ayenew., and T. Tadesse. 2013. Energy Sources Affect In Vitro Propagation and Subsequent Acclimatization of Ananas Comosus, Var. Smooth Cayenne Plants. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2 (6) 2372-2376
- Meriyanto, M. Trinawaty, and N. Fitriani. 2016. Effect of Some Foliar Fertilizer to Growth of Axillary Buds of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Cilembu Variety as In Vitro. *Jurnal Agroekotek*, 8 (2): 104-112
- Mukaromah, L., T. Nurhidayati., dan S. Nurfadilah. 2013. Pengaruh Sumber dan Konsentrasi Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Biji *Dendrobium laxiflorum* J.J Smith secara In Vitro. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 2(1):26-29
- Mulia, P.I., T. Nopsagiarti., dan A. Alatas. 2020. Respon Pertumbuhan Eksplan Tanaman Pisang (*Musa sp.*) Varietas Roti dengan Penambahan Ekstrak Kentang pada Media MS. *Jurnal Green Swarnadwipa*, 9(2):303-310
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassay with Tobacco Tissue Cultures. *Plant Physiol*, 15(3), 473-497
- Nuraini, A., W.H. Rizky., dan D. Susanti. 2014. Pemanfaatan Pupuk Daun sebagai Media Alternatif dan Bahan Organik pada Kultur in vitro Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Kultivar Granola. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung 24 Mei 2014* ISBN 978-602-70530-0-7 halaman 189-196.
- Ogero, K.O., G.N. Mburugu., M. Mwangi., M.M. Ngugi., and O. Ombori. 2012. Low Cost

- Tissue Culture Technology in the Regeneration of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L) Lam). Research Journal of Biology, 02 (02): 51-58
- Peña-Rojas, G., H. Sánchez-Sotomayor., I.R Barahona., V. Andía-Ayme., M. Segura-Turkowsky., and R. Estrada-Jiménez. 2020. Alternative Inputs for Micropropagation of *Solanum tuberosum*, *Ullucus tuberosus* and *Oxalis tuberosa* in Semisolid and Liquid Medium and Temporary Immersion System. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 23(41): 1-15
- Racmatullah. 2009. Penggunaan Hyponex dan Bubur Papaya dalam Pemesaran Planlet Anggrek *Dendrobium canayo* secara *In-Vitro* dan Perlakuan Media Aklimatisasi. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Raghu, A.V., G. Martin., V. Priya., S.P. Geetha., and I. Balachandran. 2007. Low Cost Alternatives for The Micropropagation of *Centella asiatica*. Journal of Plant Sciences, 2(6):592-599.
- Rasal-monir, M.D., N.H. Sani., J. Uddain., S. Modak., S. Biswas., and M.H. Kabir. 2020. Low-Cost Media is an Alternative Novel Technique to Regenerate In Vitro *Gynura procumbens* (Lour.) Merr. Inimitable Medicinal Plant. Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology, 21(15&16):12-22
- Sahu, J., and R.K. Sahu. 2013. A Review on Low Cost Methods for In Vitro Micropropagation of Plant through Tissue Culture Technique. *UK Journal of Pharmaceutical and Biosciences*. 1(1), 38-41.
- Santi, L.P. 2016. Pengaruh Asam Humat terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao*) dan Populasi Mikroorganisme di dalam tanah. Jurnal Tanah dan Iklim, 4(2): 87-94
- Shintiavira., H. Soedarjo., M. Suryawati., dan B. Witarto. 2012. Studi Pengaruh Substitusi Hara Makro dan Mikro Media MS dengan Pupuk Majemuk dalam Kultur *In-Vitro* Krisan. Jurnal Hortikultura, 21: 334 – 341.
- Supriati, Y. 2010. Efisiensi Mikropropagasi Pisang Kepok Amorang melalui Modifikasi Formula Media dan Temperatur. Jurnal AgroBiogen, 6(2):91-100
- Sutarto, 1., N. Supriatna., and Yuliasti. 2003. Penggunaan Media Alternatif pada Kultur In Vitro Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) Varietas Gajah. *Buletin Agronomi*. 31(1):1-7
- Tilaar, W., and S. Sompotan. 2007. Multiplication In Vitro of Banana Crop (*Musa paradisiaca* var. Sapiantum L.) in Murashige and Skoog Medium With Supplemented Benzyleaminopurine. Eugenia, 13 (2) :127-131.
- Wati, D.W., dan Djenal. 2020. Optimasi Konsentrasi Ammonium Nitrat dan Sukrosa pada Media Cair terhadap Pembentukan Umbi. Journal of Applied Agricultural Science, 4(1):40-45.
- Zhang, K., Y. Wu., and H. Hang. 2019. Differential Contribution of NO₃-/NH₄⁺ to Nitrogen Use in Response to a Variable Inorganic Nitrogen Supply in Planlets of Two Brassicaceae Species In Vitro. Plant methods, 15(86):1-12. doi.org/10.1186/s13007-019-0473-1

