

Induksi Tunas Tanaman Cendana (*Santalum album L.*) dengan Perlakuan GA3 secara *In Vitro*

EKA CHRISTY WAKANNO
RINDANG DWIYANI^{*)}
ANAK AGUNG MADE ASTININGSIH

Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana
Jl. PB. Sudirman, Denpasar, 80234, Bali

^{*)}Email: rindangdwiyani@unud.ac.id

ABSTRACT

Shoot Induction of Sandalwood (*Santalum album L.*) With GA3 Treatment *In Vitro*

Sandalwood (*Santalum album L.*) is a woody plant with high economic value whose population is decreasing due to overexploitation. Propagation of sandalwood generatively and conventionally has been carried out but the success rate is still low due to the difficulty of obtaining quality adult individuals. This study aims to find the best concentration of GA3 in inducing sandalwood shoots *in vitro*. This research used Completely Randomized Design with 5 levels of treatment concentration of GA3 hormone, E0: WPM without GA3 (control), E1: WPM + 1 ppm GA3, E2: WPM + 2 ppm GA3, E3: WPM + 3 ppm GA3, E4: WPM + 4 ppm GA3. The results showed that the addition of GA3 concentration succeeded in inducing sandalwood shoots. The best 1 ppm GA3 for the variable when the fastest shoots were formed, which was 2.6 (DAT), and the variable number of shoots was (10). The best GA3 concentration of 2 ppm was on the number of explants that grew shoots (2.4), the percentage of explants sprouted (0.2%) and shoot length (1cm). GA3 1 ppm and 2 ppm succeeded in growing leaves.

Keywords: sandalwood, GA3, shoot induction, in vitro

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Cendana (*Santalum album L.*) merupakan salah satu tanaman penghasil kayu bernilai ekonomi tinggi yang berasal dari Nusa Tenggara Timur (NTT). Cendana mengandung senyawa santalol yang menjadi bahan dasar dalam industri kosmetika dan farmasi sehingga bernilai tinggi (Wardani, 2018). Kandungan santalol pada cendana mendorong eksploitasi berlebihan akibat tingginya permintaan pasar. Berdasarkan Data Pemprov NTT tahun 2010 telah terjadi penurunan cendana yang cukup drastis selama 10 tahun terakhir. Sebelumnya terdapat sekitar 1 juta pohon

cedana pada tahun 2000 sementara pada tahun 2010 hanya tersisa sekitar 300.000 pohon cendana (Nurcahyani, 2017).

Perbanyakan cendana secara konvensional baik generatif maupun vegetatif telah dilakukan akan tetapi tingkat keberhasilannya masih rendah. Kultur jaringan (*in vitro*) merupakan salah satu teknik perbanyakan tanaman secara modern yang sangat tepat digunakan untuk menghasilkan tanaman cendana yang berkualitas. Didasari oleh teori totipotensi sel sehingga anakan yang dihasilkan lewat kultur jaringan akan sama dengan induknya (*true-to type*) (Taryono, 2013; Dwiyani, 2015).

Faktor keberhasilan kultur jaringan dipengaruhi oleh Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) dalam media. GA3 merupakan salah satu hormon tanaman yang tersedia secara endogen (alami) maupun eksogen (sintetik). GA3 berperan erat dalam pembelahan sel, pembesaran sel, dan diferensiasi sel tanaman (Wattimena, 1992). Pemberian GA3 sudah pernah dilakukan pada beberapa jenis tanaman *in vitro* dan telah dilaporkan berhasil. GA3 telah berhasil merangsang pemanjangan batang dan terbentuknya tunas muda tanaman karet dalam kurun waktu 24 hari pada penelitian Harahap (2015). Pemberian GA3 dalam media MS menghasilkan persentase bertunas dan berdaun tertinggi pada eksplan mata tunas tanaman anggur pada konsentrasi GA3 20 ppm (Rajagukguk *et al.*, 2018). Selanjutnya, GA3 konsentrasi 4 ppm pada media subkultur pucuk memberikan hasil terbaik terhadap tinggi planlet paprika (Suwitno *et al.*, 2018). Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi GA3 yang paling baik dalam menginduksi tunas cendana secara *in vitro*.

2. Bahan dan Metode

2.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Jalan Pulau Moyo No. 16 X, Denpasar Selatan. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2018 - April 2019.

2.2 Alat dan Bahan

Bahan dalam penelitian ini adalah mata tunas cendana, *detergen*, *clorox* (*sodium hypochloride*), akuades, spirtus, tisu, alkohol 70 %, vitamin C, arang aktif 2 g/L, gula 30g/L, agar sebagai pematat 7 g/L, media WPM (*Woody Plant Medium*), dan hormon GA3 konsentrasi 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm.

Alat yang digunakan antara lain *autoclave*, LAFC (*Laminar Air Flow Cabinet*), timbangan analitik, *magnetic stirrer*, mesin *stirrer*, pipet ukur, pensil, kertas label, *scalpel*, *blade*, pH meter, botol kultur, pembakar bunsen, pinset, *erlenmayer*, gelas ukur, plastik, karet, *aluminium foil*, *plastic wrap*, cawan petri, *handsprayer*, masker, sarung tangan, jas lab.

2.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 5 taraf perlakuan konsentrasi, yaitu E0 (kontrol), E1 (WPM + 1 ppm GA3), E2 (WPM + 2

ppm GA3), E3 (WPM + 3 ppm GA3), dan E4 (WPM + 4 ppm GA3). Percobaan diulang 5 kali, sehingga akan didapatkan 25 botol percobaan. Tiap botol ditanam 3 eksplan mata tunas. Total eksplan yang dibutuhkan sebanyak 75 buah.

2.4 Pelaksanaan Penelitian

2.4.1 Pembuatan Media dan Sterilisasi Media

Masukan semua bahan yang telah ditimbang ke dalam erlenmeyer dan tambahkan akuades steril hingga volumenya 1000 ml. Aduk media sampai homogen sambil dipanaskan hingga suhu 80⁰ C dengan kisaran pH 5,6 – 5,8. Bagi media ke dalam gelas ukur yang berisi pipetan GA3 konsentrasi 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan kontrol. Setiap perlakuan mendapatkan 200 ml media. Tuang media cair ke dalam botol-botol kultur kurang lebih 25 ml setiap botol. Tutup media menggunakan plastik dan ikat dengan karet. Sterilisasi media di autoklaf selama 30 menit dengan suhu 121⁰C tekanan 17,5 psi. Media steril harus didiamkan selama 3 hari sampai 1 minggu untuk memastikan media bebas kontaminasi jamur dan bakteri.

2.4.2 Penanaman eksplan

Induksi tunas cendana dimulai dari pemeliharaan cabang cendana dengan cara direndam dalam baskom berisi air sampai tumbuh tunas. Setelah tumbuh, pilih tunas yang baik dan sehat sebagai calon eksplan. Buang daun sekitar mata tunas dengan cara digunting. Potong mata tunas dengan panjang kisaran 2 cm, cuci dengan detergen dan bilas dengan air bersih. Selanjutnya, sterilisasi mata tunas menggunakan *clorox* 5 % selama 5 menit dan bilas dengan akuades steril. Bawa eksplan ke dalam laminar dan sterilkan kembali dengan *clorox* 10 % selama 1 menit, kemudian bilas eksplan dengan akuades steril. Potong eksplan ukuran 1 cm usahakan seragam saat ditanam. Selanjutnya, celupkan ke alkohol 70% selama 1 menit, bilas lagi dengan akuades steril. Rendam eksplan dalam vitamin C dan tanam pada media. Setiap botol ditanam 3 eksplan.

2.5 Variabel Pengamatan dan Analisis Data

Variabel pengamatan dalam penelitian ini adalah saat terbentuk tunas (hst/ hari setelah tanam), jumlah eksplan tumbuh tunas (buah), persentase eksplan bertunas (%), jumlah tunas (buah/eksplan), jumlah daun (helai/eksplan), panjang tunas (cm).

Variabel pengamatan sebagai data pendukung, yaitu jumlah eksplan kontaminasi (buah), persentase eksplan kontaminasi (%), jumlah eksplan *browning* (buah), persentase eksplan *browning* (%). Data hasil penelitian akan ditabulasi dan dijelaskan secara deskriptif kualitatif.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Tabel 1. Menunjukkan pemberian GA3 pada media dasar WPM telah berhasil merangsang pembentukan tunas cendana secara *in vitro*. Saat terbentuk bakal tunas tercepat pada penelitian ini ditemukan pada perlakuan E1 (1 ppm GA3) yaitu, 2,6 HST. Saat terbentuk tunas paling lama ada pada perlakuan E3 (3 ppm GA3) yaitu, 6,6 hari setelah tanam. Bakal tunas dalam penelitian ini berbentuk kuncup dan berwarna hijau. Jumlah eksplan yang berhasil menumbuhkan tunas cendana ditemukan pada perlakuan E2 (2 ppm GA3) sebanyak 2,4 buah dengan persentase eksplan bertunas sebesar 0,2%.

Tabel 1. Pengaruh GA3 terhadap saat terbentuk tunas, jumlah eksplan tumbuh tunas, dan persentase eksplan bertunas pada media dasar WPM

Perlakuan	Saat Terbentuk Bakal Tunas (HST)	Jumlah Eksplan Tumbuh Tunas (buah)	Persentase Eksplan Bertunas (%)
E0 (0 ppm)	3,2	1,8	0,1
E1 (1 ppm)	2,6	1,8	0,1
E2 (2 ppm)	3,4	2,4	0,2
E3 (3 ppm)	6,6	2,2	0,1
E4 (4 ppm)	3,4	2,0	0,1

Tabel 2. Menunjukkan jumlah tunas cendana yang tumbuh terbanyak ditemukan pada perlakuan E1 (1 ppm GA3) sebanyak 10 buah, dan jumlah tunas paling sedikit pada perlakuan E0 (0 ppm GA3) sebanyak 7 buah. Panjang tunas cendana tertinggi ada pada perlakuan E2 (2 ppm GA3) yaitu 1 cm. Jumlah daun cendana yang tumbuh dari tunas cendana terbanyak ada pada perlakuan E1 dan E2 sebanyak (8 helai). Daun yang dihitung berwarna hijau dan telah terbuka sempurna.

Tabel 2. Pengaruh GA3 terhadap jumlah tunas, panjang tunas, dan jumlah daun pada media dasar WPM

Perlakuan	Jumlah Tunas (buah)	Panjang Tunas (cm)	Jumlah Daun (helai/eksplan)
E0 (0 ppm)	7,0	0,9	7,4
E1 (1 ppm)	10,0	0,8	8,0
E2 (2 ppm)	9,0	1,0	8,0
E3 (3 ppm)	9,8	0,7	4,4
E4 (4 ppm)	8,4	0,2	-

Keterangan: - (tidak tumbuh daun)

Tabel 3. Merupakan variabel pengamatan sebagai data pendukung dalam penelitian ini. Eksplan kontaminasi dan eksplan *browning* beserta persentasenya dalam penelitian ini sangat rendah, dan ditemukan pada perlakuan E2.

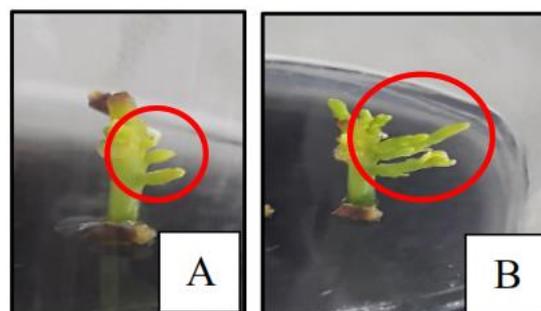
Tabel 3. Jumlah eksplan yang mengalami kontaminasi dan *browning* beserta persentasenya pada tiap perlakuan

Perlakuan	Jumlah Eksplan Kontaminasi (buah)	Persentase Eksplan Kontaminasi (%)	Jumlah Eksplan <i>Browning</i> (buah)	Persentase Eksplan <i>Browning</i> (%)
E0	1,0	0,06	0	0
E1	1,2	0,08	0	0
E2	0,6	0,04	0	0
E3	0,6	0,04	0,2	0,01
E4	0,6	0,04	0,2	0,01

Keterangan: Kolom yang berisi (0) menunjukkan bahwa tidak terjadi kontaminasi dan *browning* pada eksplan yang ditanam.

3.2 Pembahasan

Tahap pembentukan tunas dimulai dari munculnya bakal tunas pada eksplan. Bakal tunas yang dimaksud berbentuk kuncup dan berwarna hijau. Pembentukan tunas dalam penelitian ini termasuk organogenesis langsung (*direct organogenesis*). Tunas yang tumbuh pada eksplan cendana berupa tunas aksilar maupun tunas adventif. Pada penelitian ini tunas adventif tumbuh dari lentisel pada batang eksplan cendana. Pada gambar 1. (A) dapat dilihat bakal tunas adventif yang masih berbentuk kuncup umur 24 hari setelah tanam akan berkembang dan beregenerasi menjadi tunas adventif umur 48 hari setelah tanam (B).



Gambar 1. *Santalum* pada perlakuan E3 (3ppm GA3). (A) Bakal tunas adventif umur 24 HST, (B) Tunas adeventif cendana umur 48 HST. Skala = 3cm. (Sumber: dokumentasi pribadi, 2019).

Pada penelitian ini GA3 mampu merangsang pembentukan bakal tunas pada perlakuan E1 (1 ppm GA3). Eksplan mata tunas cendana yang digunakan bersifat meristematik dan terdapat calon bakal tunas sehingga lebih mudah dalam merangsang

pembentukan tunas oleh GA3. GA3 merangsang terbentuknya enzim amilase yang bertugas untuk menghidrolisis pati yang menyebabkan kadar gula dalam sel naik dan membuat air lebih banyak masuk ke dalam sel sehingga terjadi pembengkakan diikuti pemanjangan sel (Revis dan Ubaidillah, 2012). Pembengkakan yang terjadi akan memunculkan bakal tunas. Selain itu, GA3 yang ditambahkan pada media dengan kepadatan rendah akan berpengaruh seperti hormon auksin sehingga akan mempercepat proses pembelahan sel (Davies, 1995 dalam Sutejo *et al.*, 2017). Kandungan GA3 alami pada eksplan juga diduga mempengaruhi pertumbuhan tunas. Pertumbuhan tunas yang terjadi adalah sebagai akibat respon terhadap zat tumbuh yang diberikan dan hormon dalam eksplan (Arif *et al.*, 2017).

Jumlah eksplan tumbuh tunas tertinggi dan persentasenya ditemukan pada perlakuan E2 (2 ppm GA3). Pengaruh GA3 pada jumlah eksplan bertunas dan persentasenya dalam penelitian ini belum diketahui secara pasti. Diduga dipengaruhi oleh kemampuan eksplan dalam menyerap hara pada media. Pendugaan lainnya adalah eksplan yang digunakan pada perlakuan E2 memiliki tingkat resistensi tertinggi terhadap kontaminasi dan *browning* dibandingkan eksplan lainnya. Kondisi fisiologis setiap tanaman terhadap perubahan lingkungan dan kemampuannya melewati fase-fase pertumbuhan adalah berbeda-beda secara alami. Hal ini dapat dilihat pada tabel 3 di mana dari semua perlakuan GA3 hanya E2 2 ppm yang tingkat *browning* dan kontaminasinya sangat rendah.

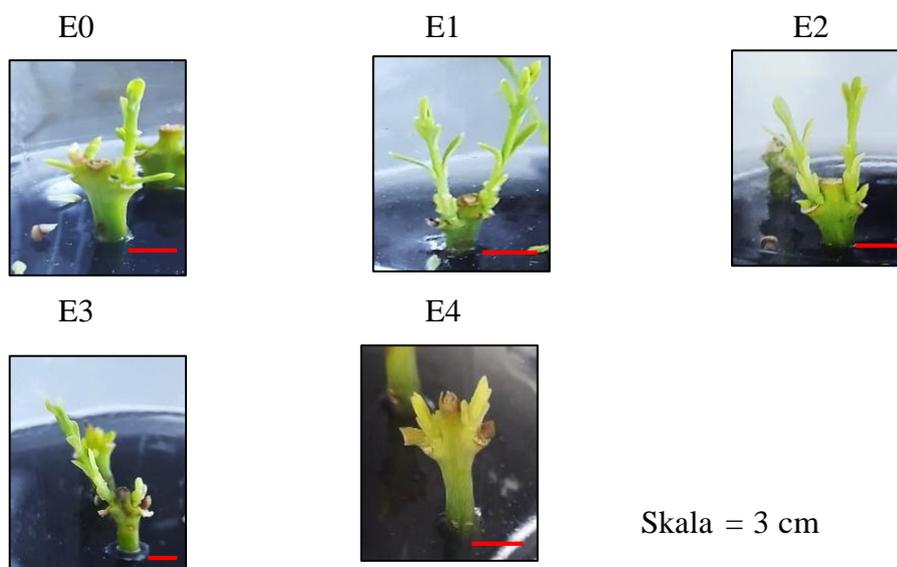
Pada variabel jumlah tunas perlakuan E1 memberikan hasil tertinggi sebanyak 10 tunas (Tabel 2). Sifat eksplan yang meristematik dan merupakan tempat sintesis GA3 diduga memudahkan dalam merangsang pembentukan tunas. Penambahan GA3 mampu meningkatkan jumlah dan ukuran sel, dengan hasil fotosintat yang meningkat di awal masa tanam akan mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman (termasuk pertumbuhan tunas-tunas baru) (Rachmawati, 2013).

Pengaruh GA3 terhadap tinggi tunas erat kaitannya dengan fungsi giberalin dalam pemanjangan dan pembelahan sel. Pada batang muda, GA3 meningkatkan jumlah ruas sehingga terjadi pemanjangan batang pada tunas (Heddy, 1989). GA3 konsentrasi 2 ppm adalah yang terbaik dalam merangsang pembelahan sel diikuti pemanjangan sel. Menurut Setiawan dan Wahyudi (2014) seperti halnya auksin, giberalin menyebabkan pelunakkan pada dinding sel, namun tidak mengasamkan dinding sel. Giberalin membentuk enzim pelunak dinding sel, dan memfasilitasi penetrasi protein ke dalam dinding sel untuk meningkatkan perpanjangan sel. Sel yang memanjang akan meningkatkan panjang batang.

Hal ini berbanding terbalik dengan penelitian Suwitno *et al.*, (2018) di mana konsentrasi GA3 4 ppm adalah yang terbaik untuk merangsang pertumbuhan batang. Diduga objek penelitian yang menjadi sebab berbedanya hasil penelitian yang didapatkan. Penelitian Suwitno *et al.*, (2018) menggunakan planlet paprika pada media subkultur yang mengandung GA3. Jumlah hormon endogen dalam planlet paprika diduga masih rendah dan membutuhkan pemberian GA3 dengan konsentrasi cukup tinggi untuk merangsang pertumbuhan planlet. Pada penelitian ini objek yang

digunakan masih berupa eksplan belum menjadi planlet dan pemberian GA3 konsentrasi 2 ppm sangat efektif untuk merangsang pertumbuhan tunas. Dapat dilihat perbedaan tinggi tunas cendana pada gambar 2. Dari semua perlakuan, E4 (4 ppm GA3) tidak terjadi pemanjangan tunas maupun pembentukan daun umur 48 HST (hari setelah tanam).

Pada variabel jumlah daun GA3 dan media WPM berhasil merangsang pembentukan daun pada perlakuan E1 (GA3 1 ppm) dan E2 (GA3 2 ppm) sebanyak 8 helai (Tabel 2). Gibberalin mampu membentuk enzim yang dapat melunakan dinding sel tanaman, salah satunya adalah enzim proteolitik yang akan melepaskan amino triptofan sebagai prekursor atau pembentuk auksin sehingga kadar auksin endogen dalam tanaman meningkat (Taiz dan Zeiger, 2007). Auksin yang meningkat akan menginduksi tunas, diferensiasi sel, dan organ tanaman. Kadar auksin dapat ditemukan pada titik tumbuh tanaman seperti titik tumbuh akar dan daun, tunas dan ujung koleoptil dalam jumlah yang tinggi (Setiawan dan Wahyudi, 2014). Sintesis auksin pada bagian meristem yang terdapat primordia daun, akan mendorong terbentuknya daun. Hal ini menunjukkan hormon satu dengan lainnya bersinergis dalam mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.



Gambar 2. Pertumbuhan tunas pada semua jenis perlakuan umur 48 HST (Sumber : dokumentasi pribadi, 2019).

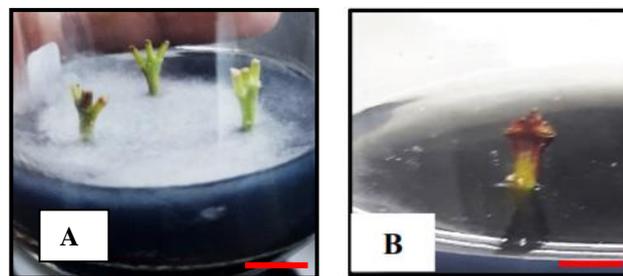
Dapat dilihat pertumbuhan daun setiap perlakuan umur 48 hari setelah tanam pada gambar 2. Pada perlakuan E4 (Gambar 2) tidak terjadi perkembangan tunas sebagaimana mestinya dan tunas yang tumbuh tidak mampu beregenerasi membentuk batang dan daun jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya dalam hal ini perlakuan E1 dan E2 yang mendapatkan jumlah daun tertinggi dan sama yaitu 8 helai. Sesuai

dengan pernyataan Irvan dan Adriana (2017) konsentrasi GA3 yang diberikan pada tanaman harus sesuai dengan kebutuhan tanaman, karena jika konsentrasinya terlalu tinggi maka akan menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada penelitian ini daun yang tumbuh pada eksplan cendana seperti pada gambar 2, perlakuan E0-E3 memiliki ciri-ciri berukuran kecil dan berwarna hijau muda.

Permasalahan yang sering ditemukan dalam kultur *in vitro* ialah kontaminasi oleh jamur dan bakteri serta pencoklatan (*browning*). Kontaminasi dapat disebabkan oleh proses sterilisasi yang tidak sempurna sehingga mikroba masih dapat tumbuh dan menurunkan potensi eksplan untuk tumbuh. Kontaminasi pada penelitian ini disebabkan oleh jamur. Kontaminasi jamur ditandai dengan munculnya gumpalan kecil atau hifa berwarna putih terlihat jelas pada media dan eksplan diselimuti oleh spora berbentuk seperti kapas putih (Gambar 3). Kontaminasi yang bersumber dari eksplan juga menjadi salah satu indikator penyebab tumbuhnya mikroba pada kultur *in vitro*. Mikroba yang berada di luar eksplan kontaminasinya sangat cepat, namun bila bersifat internal (berasal dari eksplan) respon munculnya lebih lama (Santoso dan Nursadi 2001).

Tingkat persentase eksplan kontaminasi pada penelitian ini sangat rendah dapat dilihat pada tabel 3. Diduga kandungan santalen pada eksplan yang menyebabkan tingkat kontaminasi menjadi sangat rendah. Santalen pada cendana berfungsi sebagai senyawa antitoksin dari jamur dan bakteri (Ariyanti dan Asbur, 2018). Kontaminasi mikroba dalam penelitian ini sudah diminimalisir lewat proses sterilisasi berulang kali baik eksplan maupun lingkungan kerja.

Browning (pencoklatan) terjadi akibat terlepasnya senyawa fenol saat pelukaan eksplan. Luka bekas irisan akan memacu eksplan untuk melakukan usaha pertahanan diri. Usaha yang dimaksud, yaitu dengan meningkatkan aktifitas metabolik sehingga dihasilkan senyawa metabolit sekunder, yaitu fenol (Saputra *et al.*, 2016). Senyawa fenol yang terbentuk mengalami oksidasi dan menimbulkan warna coklat pada eksplan (Pierck, 1987). Gambar 3 menunjukkan eksplan cendana yang mengalami *browning*.



Gambar 3. (A) Kontaminasi oleh jamur pada perlakuan E1 (1 ppm GA3) umur 8 HST, (B) Browning pada eksplan cendana pada perlakuan E4 (4 ppm GA3) umur 48 HST.

(Sumber : dokumentasi pribadi, 2019).

Konsentrasi ZPT pada media juga mempengaruhi tingkat *browning* pada eksplan. *Browning* ditemukan pada GA3 konsentrasi 3 ppm dan 4 ppm (Tabel 3). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Yusnita (2004) bahwa proses sterilisasi berpengaruh terhadap tingkat kontaminasi dan konsentrasinya berpengaruh nyata terhadap pencoklatan pada eksplan. Beberapa upaya telah dilakukan untuk menghindari *browning*, yaitu pemberian arang aktif pada media, dan merendam eksplan dalam vitamin C untuk menghilangkan senyawa fenol.

4. Kesimpulan

Pemberian GA3 berhasil menginduksi tunas tanaman cendana terbaik pada perlakuan E1 (1 ppm GA3) dan E2 (2 ppmGA3). GA3 1 ppm terbaik pada variabel saat terbentuk tunas tercepat yaitu 2,6 (HST), dan jumlah tunas sebanyak 10 buah. GA3 2 ppm terbaik pada variabel panjang tunas 1 cm, jumlah eksplan tumbuh tunas 2,4 buah dan persentase eksplan bertunas 0,2%. GA3 1 ppm dan 2 ppm berhasil menumbuhkan daun dengan rata-rata jumlah daun sama yaitu sebanyak 8 helai.

Daftar Pustaka

- Arif, N., Bahari., Suaib. 2017. Induksi Tunas Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* L.) Secara *In Vitro*. Prosiding Seminar Nasional PERIPI, Oktober 2017. Halaman 147-156.
- Ariyanti, M & Asbur, Y. 2018. *Sandalwood (Santalum album L.) as essential oil producing plant*. ©Department of Crop Science, Padjadjaran University. Jurnal Kultivasi Vol. 17 (1) Maret 2018.
- Dwiyani, R. 2015. Kultur Jaringan Tanaman. Pelawasari, Denpasar. 88 hal.
- Harahap, L., Siregar, M. A. L., Hanafiah, S, D. 2015. Respon GA3 Terhadap Induksi Tunas Mikro Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* (Muell). Arg). Jurnal Agroekoteknologi Vol.4. No.1, Desember 2015. (558) : 1689 – 1694.
- Heddy, S. 1989. Hormon Tumbuhan. Edisi I. Cetakan kedua. Rajawali Press. Jakarta.
- Nurcahyani. 2017. Pohon Cendana di Indonesia Terancam Punah. <https://dik.fkt.ugm.ac.id/2017/11/09/pohon-cendana-di-indonesia-terancam-punah/> (Diakses 24 April 2019).
- Pierck, R. L. M. 1987. *In Vitro Culture of Higher Plant*. Kluwer Academic Publisher. London.
- Rachmawati, D. R. 2013. Pengaruh Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Giberalin (GA3) dan Kompos Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Keriting (*Capisum Annum* L.). UIN.
- Rajagukguk, S., Dwiyani, R., Astawa, G. N. I. 2018. Pengaruh Konsentrasi GA3 Terhadap Induksi TunasTanaman Anggur (*Vitis vinivera* L.) Secara *In Vitro*. E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika ISSN: 2301-6515 Vol. 7, No. 2, April 2018.
- Revis, A. & Ubaidillah. 2012. Pengaruh Konsentrasi Giberalin (GA3) Terhadap Nutrisi *Calopogonium caeruleum*. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan. Vol. XV (2).
- Santoso, U. & F. Nursadi. 2001. Kultur Jaringan Tanaman, Malang.
- Saputra, A. C. M. I., Dwiyani, R., Yuswanti, H. 2016. Mikropropagasi Tanaman Stroberi (*Fragaria* sp.) melalui Induksi Organogenesis. E-Journal Agroekoteknologi Tropika ISSN: 2301-6515 Vol.5, No. 4, Oktober 2016.

- Setiawan & Wahyudi, A. 2014. Pengaruh Giberalin Terhadap Pertumbuhan Beberapa Varietas Lada Untuk Penyediaan Benih Secara Cepat. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bul. Littro, Volume 25, Nomor 2, Desember 2014.
- Sutejo, E. L. A. N., Wicaksono, P. K., Widaryanto, E. 2017. Pengaruh Pemberian Larutan Giberalin (GA3) dan Perbedaan Bobot Bonggol Terhadap Pertumbuhan Tunas Pada Perbanyakan pisang Mas Kirana (*Musa acuminata* L.). Jurnal Produksi Tanaman. Vol. 5 No. 12, Desember 2017: 1996-1971. ISSN: 2527-8452.
- Suwitno, M. R., Situmeang, D., Matanari, A. E. 2018. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Pada Media Tanam Subkultur Pucuk Terhadap Tinggi Planlet Paprika (*Capsium annum* var *Grossum* L.) Secara *In Vitro*. Jurnal Sains dan Teknologi 1 (2). Hal 14-22.
- Taiz, L & Zeiger, E. 2007. *Plant Physiology. Fourth Edition*. Spektrum. Germany
- Taryono. 2013. Pengantar Bioteknologi untuk Pemuliaan Tanaman. Universitas Gadjah Mada. 122 hal.
- Wardani, M. D. 2018. Cendana, Minyaknya Berkhasiat Menenangkan. <http://www.satuharapan.com/read-detail/read/cendana-minyaknya-berkhasiat-menenangkan> (Diakses pada 12 Januari 2019).
- Wattimena, G. A. 1992. Bioteknologi tanaman. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Dirjen Pendidikan Tinggi. PAU IPB Bioteknologi. ITB. Bandung.
- Yusnita. 2004. Kultur Jaringan. Agromedi. Pustaka. Jakarta.