

PENGARUH PRA-STERILISASI TERHADAP KEBERHASILAN INISIASI EKSPLAN YANG BERASAL DARI PUCUK SENGON

(Pre Sterilization Effect towards the Successful of the Initiation of Sengon Explant Shoots)

***Y.M.M. Anita Nugraheni, *Ratna Uli Damayanti Sianturi dan/and *Yulianti Bramasto**

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan
Jalan Pakuan Ciheuleut PO BOX 105 , Telp./Fax. 0251 8327768, Bogor, Jawa Barat, Indonesia
e-mail: yosephinmartha@gmail.com

Naskah masuk: 26 Maret 2018; Naskah direvisi: 21 Mei 2018; Naskah diterima: 18 Juni 2019

ABSTRACT

Sengon known as forest product with high market demand. Tissue culture is one multiplication method to get seeds in large quantities. One factors that support the success of reproduction is the health of the plant material. The purpose of the study is to determine the influence of pre-sterilization treatments towards the successful initiation of sengon organogenesis. The research method was done by spraying the seedlings with Pyraclostrobin 50 g.kg⁻¹ + Metiram 550 g.kg⁻¹ of 2,500 ppm every week for 3 months. Each explant was grown on MS medium. The observation was carried out done every 1 week for 12 weeks, including the amount of contamination (bacteria, fungi), browning and the appearance of buds, roots and callus. Data were analyzed by t-test. The next stage is multiplication by using treatments of 24D 0.1 mM, 24D 0.5 mM, BAP 0.5 mM, BAP 2 mM, K 0.1 mM, K 0.5 mM, TDZ 0.1 mM, TDZ 0, 5 mM, and control. Completely randomized design was used and analyzed by using one way ANOVA, and tested with Duncan for the differences at 0,05 significant level. The results showed that pra-sterilization treatment was capable of supporting the successful initiation of sengon shoots characterized by low levels of contamination, increased number of callus and number of sengon shoots explants. Kinetin 0.01 mM in the multiplication media of sengon shoots was able to increase the number of adventitious shoots.

Keywords : explant, Falcataria moluccana, plantlet, tissue culture

ABSTRAK

Sengon dikenal sebagai produk hutan yang memiliki berbagai manfaat. Permintaan pasar yang tinggi akan sengon mendorong perlunya upaya budidaya yang berkelanjutan. Kultur jaringan merupakan salah satu metode perbanyakan untuk mendapatkan bibit dalam jumlah banyak dengan waktu singkat. Salah satu faktor yang mendukung keberhasilan perbanyakan adalah kesehatan bahan tanaman. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh perlakuan prasterilisasi terhadap keberhasilan inisiasi organogenesis eksplan pucuk sengon. Metode penelitian dilakukan dengan penyemprotan Pyraclostrobin 50 g.kg⁻¹ + Metiram 550 g.kg⁻¹ dengan dosis 2.500 ppm pada bibit sengon di rumah kaca setiap 1 minggu sekali selama 3 bulan. Semua eksplan selanjutnya ditanam pada media MS. Pengamatan 1 minggu sekali selama 12 minggu, meliputi jumlah kontaminasi (bakteri, jamur), pencoklatan serta pemunculan tunas, akar, dan kalus. Data dianalisis dengan uji t. Tahapan selanjutnya adalah multiplikasi dengan perlakuan : 24D 0,1 mM, 24D 0,5 mM, BAP 0,5 mM, BAP 2 mM, K 0,1 mM, K 0,5 mM, TDZ 0,1 mM, TDZ 0,5 mM, dan kontrol. Rancangan penelitian yang digunakan rancangan acak lengkap (RAL). Data pengamatan multiplikasi dianalisis menggunakan analisis varian satu arah, selanjutnya diuji dengan Duncan, taraf signifikansi 0,05. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan prasterilisasi mampu mendukung keberhasilan inisiasi eksplan pucuk sengon, yang dicirikan dengan rendahnya tingkat kontaminasi, meningkatnya jumlah kalus dan jumlah tunas eksplan. Penambahan kinetin 0,01 mM dalam media multiplikasi pucuk sengon dapat meningkatkan tunas adventif.

Kata kunci : eksplan, kultur jaringan, Falcataria moluccana, planlet

I. PENDAHULUAN

Sengon merupakan salah satu tanaman penghasil kayu yang sangat diminati di pasar

karena keunggulannya yaitu kayunya mudah diolah, umumnya ditanam oleh masyarakat di hutan rakyat, dan digunakan sebagai penaung

perkebunan kopi maupun kakao (Herliyana, Putra, & Taniwiryo, 2012). Permintaan pasar yang tinggi akan sengon mendorong perlunya upaya budidaya yang berkelanjutan yaitu melalui penyediaan bibit dalam jumlah besar, relatif cepat pengadaannya serta harga yang relatif murah. Perbanyakan menggunakan biji memiliki kekurangan, salah satunya adalah perbedaan karakter awal dari genotipe (Harahap, Siregar, & Husni, 2015).

Perbanyakan sengon secara vegetatif melalui kultur jaringan dapat menjadi salah satu pilihan. Perbanyakan dengan benih dapat menghasilkan anakan tanaman dengan sifat yang relatif beragam sehingga masih memerlukan uji lapangan dalam waktu yang cukup lama untuk mendapatkan keseragaman sifat unggulnya. Sistem perbanyakan kultur jaringan melalui organogenesis tunas pucuk diharapkan mampu memenuhi ketersediaan bibit sengon yang seragam dalam waktu singkat dan dengan harga yang relatif murah. Menurut Yuliani (2001) kultur tunas pucuk memiliki beberapa keuntungan yaitu frekuensi organogenesisnya tinggi, tingkat stabilitas genetiknya relatif tinggi, penggunaan yang luas pada banyak jenis, terbukti berhasil untuk propagasi pohon dewasa, dan secara ekonomi murah.

Materi sumber eksplan yang secara fisiologis telah lengkap dari daun, batang dan akar akan meningkatkan persentase keberhasilan pembentukan planlet pada

perbanyakan kultur jaringan (Putri & Jayusman, 2012). Selain itu, salah satu faktor pendukung keberhasilan teknik perbanyakan melalui kultur jaringan adalah kesehatan materi genetik, yaitu tidak terserang hama dan penyakit. Pada tahap awal teknik kultur jaringan kendala terbanyak adalah bagaimana mendapatkan eksplan dengan tingkat kontaminasi bakteri atau fungi yang rendah di dalam botol kultur. Upaya yang dilakukan dimulai dari isolasi bahan induk tanaman sebagai sumber eksplan di dalam rumah kaca serta perawatan dengan fungisida dan bakterisida. Pada percobaan ini dilakukan prasterilisasi tanaman induk dengan pemberian fungisida dengan kombinasi Pyraclostrobin dan Metiram. Fungisida ini diketahui mampu menekan pertumbuhan jamur dan khamir serta menunjukkan efek tambahan sebagai zat pengatur tumbuh (Rego, Nascimento, Cabral, Silva, & Oliveira, 2009; González-Rodríguez *et al.*, 2011). Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh pemberian fungisida Pyraclostrobin 50 g.kg⁻¹ + Metiram 550 g.kg⁻¹ terhadap keberhasilan inisiasi eksplan pucuk sengon.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Penelitian dilakukan di rumah kaca dan laboratorium Kultur jaringan BP2TPH Bogor sejak bulan Pebruari sampai dengan September 2017. Bahan dan alat yang

diperlukan untuk penelitian adalah bibit sengon asal Cianjur dan Boyolali, media sekam padi, kompos, tanah, media Murashige dan Skoog, MS, Pyraclostrobin 50 g.kg^{-1} + Metiram 550 g.kg^{-1} .

B. Prosedur Penelitian

Bibit sengon yang dipilih memiliki rata-rata tinggi dan diameter yang sama, diusahakan bibit juga memiliki kualitas yang baik. Kriteria bibit berkualitas baik yaitu bibit yang tumbuh normal dan bebas dari hama dan penyakit (Naemah & Susilawati, 2015). Selanjutnya bibit dipindahkan pada media dengan komposisi perbandingan volume tanah : pupuk kandang : arang sekam : sekam padi = 3 : 2 : 2 : 2 (v/v), dan ditanam dalam pot berdiameter 20 cm. Perlakuan yang digunakan yaitu disemprot dan tidak disemprot Pyraclostrobin 50 g.kg^{-1} + Metiram 550 g.kg^{-1} . Penyemprotan dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 3 bulan. Dosis yang digunakan untuk sekali siram untuk semua bibit adalah 1.000 ml dengan konsentrasi 2.500 ppm. Penyemprotan dilakukan menggunakan sprayer agar merata. Tahapan kegiatan selanjutnya yang dilakukan yaitu eksplan diambil dari tunas pucuk dari setiap perlakuan, selanjutnya dipotong sepanjang 2 cm, semua daunnya dipotong dan disisakan daun hanya pada 1 ruas. Eksplan yang diambil dari perlakuan Pyraclostrobin 50 g.kg^{-1} + Metiram 550 g.kg^{-1} sebanyak 34 buah (terdiri dari eksplan asal Cianjur sebanyak 17 buah dan

eksplan asal Boyolali 17 buah), sedangkan eksplan yang diambil dari perlakuan kontrol sebanyak 17 buah. Jumlah eksplan yang digunakan hanya sedikit karena keterbatasan eksplan *juvenile* yang tersedia di rumah kaca. sebanyak 17 buah. Masing-masing eksplan yang telah dibersihkan selanjutnya ditanam pada media MS di dalam LAF. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap kondisi eksplan serta kontaminasi yang muncul.

Tahapan selanjutnya yang dilakukan adalah tahapan multiplikasi. Eksplan yang telah tumbuh menjadi individu baru selanjutnya disubkultur ke dalam botol-botol berisi media MS dengan beberapa perlakuan multiplikasi : 24D 0,1 mM, 24D 0,5 mM, BAP 0,5 mM, BAP 2 mM, K 0,1 mM, K 0,5 mM, TDZ 0,1 mM, TDZ 0,5 mM, dan kontrol. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap persen hidup, jumlah tunas, jumlah berkalus, serta kontaminasi yang muncul.

C. Analisis Data

Pengamatan terhadap eksplan dilakukan setiap 1 minggu sekali sampai 12 minggu, meliputi kontaminasi (bakteri, jamur, khamir), *browning* (pencoklatan), jumlah akar, dan kalus yang muncul. Pada akhir pengamatan juga dilakukan penghitungan jumlah tunas yang tumbuh. Data pengamatan inisiasi yang telah terkumpul dianalisis menggunakan uji *t student* dengan taraf signifikansi 0,05. Pengamatan terhadap multiplikasi tunas sengon dilakukan setiap 1 minggu sekali

sampai 12 minggu, meliputi jumlah yang hidup, jumlah tunas, kalus yang muncul, serta kontaminasi yang muncul (bakteri, jamur, khamir). Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL). Data pengamatan hasil multiplikasi dianalisis menggunakan analisis varian satu arah, selanjutnya diuji dengan Duncan. Taraf signifikansi 0,05.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil pengamatan selama 12 minggu pada kultur *in vitro* tunas pucuk sengon terhadap beberapa peubah dapat dilihat pada Tabel 1. Pengaruh perlakuan prasterilisasi pada tanaman induk sebagai sumber eksplan dengan

penyemprotan fungisida yang berbahan aktif Pyraclostrobin 50 g.kg⁻¹ + Metiram 550 g.kg⁻¹ menghasilkan tingkat kontaminasi rendah yang berbeda nyata terhadap kontrol ($\alpha < 0,05$). Pengaruh lain juga terlihat pada inisiasi tunas aksilar pada eksplan yang menunjukkan bahwa perlakuan penyemprotan fungisida memberikan jumlah tunas aksilar yang tumbuh pada eksplan lebih banyak dibandingkan dengan kontrol yaitu 1,4 tunas lebih banyak ($\alpha < 0,05$). Demikian juga pengaruh perlakuan pada induksi kalus pada eksplan menunjukkan berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol yaitu sebesar 182,7 persen lebih tinggi ($\alpha < 0,01$). Namun pada peubah jumlah eksplan yang berakar tidak lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol ($\alpha > 0,05$).

Tabel (Table) 1. Pengaruh perlakuan prasterilisasi terhadap jumlah kontaminasi eksplan serta pemunculan tunas, akar dan kalus (*Pre sterilization effect on the number of explant contamination as well as bud, root and callus appearance*)

No	Peubah (Variables)	Kode (Code)	n	Rataan (Average)	Ragam (Varians)	P-value	Keterangan (Remarks)
1	Kontaminasi (Contamination)	T0	17	0,41	0,26	0,02	*
		T1	34	0,08	0,08		
2	Tunas (Bud)	T0	17	0,71	0,60	0,04	*
		T1	34	1,35	2,05		
3	Akar (Root)	T0	17	0,24	0,19	0,20	Ns
		T1	34	0,41	0,25		
4	Kalus (Callus)	T0	17	0,29	0,22	0,00	**
		T1	34	0,82	0,15		

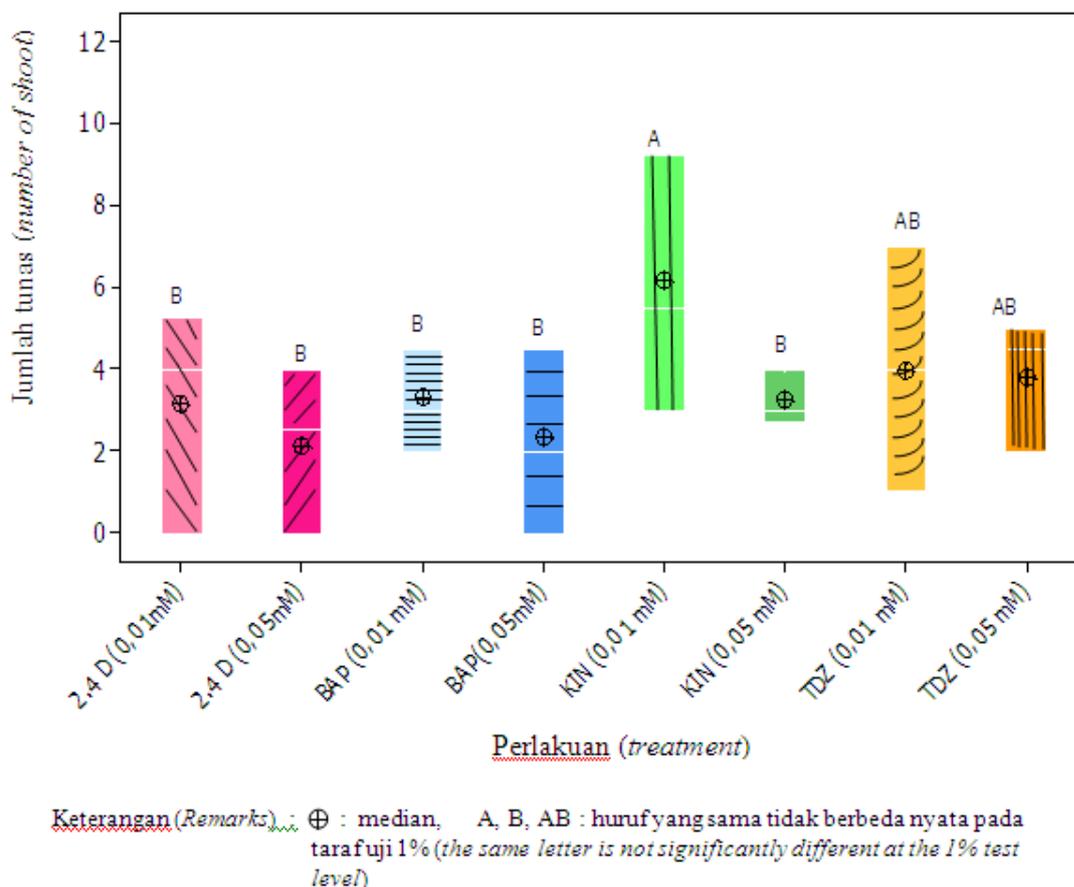
Keterangan (Remarks) : T0 Kontrol; T1 Perlakuan prasterilisasi. Peubah yang menunjukkan tanda “*” berbeda nyata pada uji T taraf $\alpha : 0.05$ dan “**” berbeda nyata pada uji T taraf $\alpha 0.01$ (T0 Control; T1 Pre-Treatment Treatment. The variables exhibiting “*” are significantly different in the T tests $\alpha: 0.05$ and “**” significantly different in the T test $\alpha 0.01$).

Hasil percobaan menunjukkan adanya kontaminasi jamur dan bakteri pada eksplan kultur *in vitro*. Perlakuan prasterilisasi tanaman induk sebagai sumber eksplan pada

percobaan ini merupakan suatu usaha awal yang ditujukan untuk mengurangi potensi kontaminan yang mungkin terbawa pada bagian tunas pucuk sebagai eksplan.

Kontaminan yang dimaksud dalam percobaan ini adalah total kontaminasi baik dari jamur dan bakteri. Pada perlakuan kontrol, kontaminasi bakteri lebih tinggi (6 eksplan

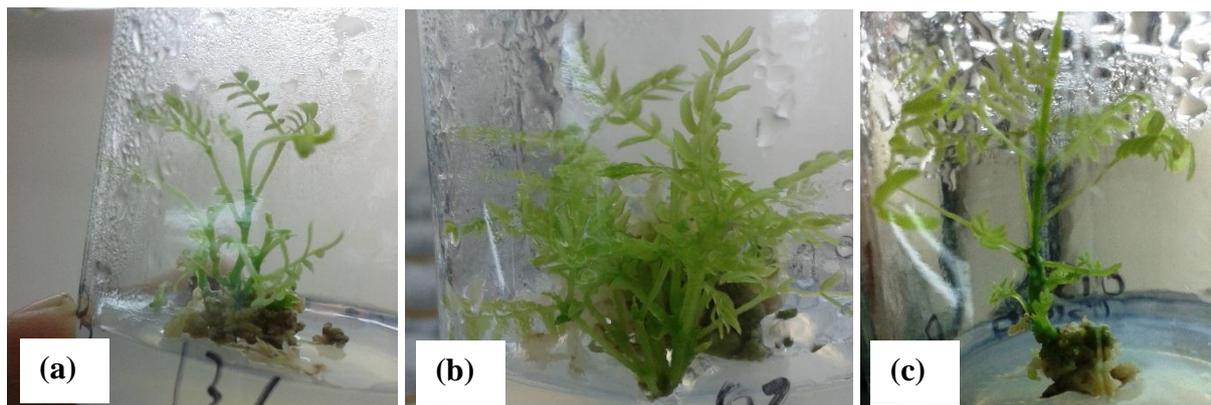
terkontaminasi) dibandingkan dengan jamur (1 eksplan terkontaminasi). Pada perlakuan prasterilisasi menunjukkan kontaminasi terjadi hanya 1 eksplan yaitu kontaminasi bakteri.



Gambar (Figure) 1. Pengaruh perlakuan hormon terhadap jumlah tunas sengon (Effect of hormone treatment on the number of sengon shoots)

Tabel (Table) 2. Analisis varian jumlah tunas dan kalus yang muncul (Varian analysis of number of shoot and callus)

Sumber keragaman (Source of variation)	Db (df)	Jumlah kuadrat (Sum square)	Rerata kuadrat (Mean square)	Nilai P (P value)
Jumlah tunas (number of shoot)	8	102.53	12.81	2.49
Kalus (callus)	8	2.08	0.26	0.31
Error	61	262.20	5.14	



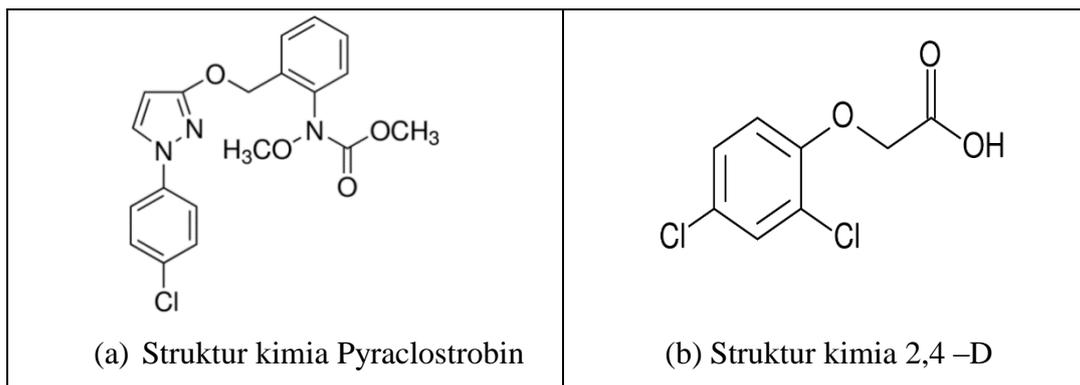
Gambar (Figure) 2. Pertumbuhan tunas sengon dengan perlakuan (a) TDZ 0.1 mM, (b) K 0.1 mM, (c) BAP 2.0 mM (*Growth of sengon shoots with treatment (a) TDZ 0.1 mM, (b) K 0.1 mM, (c) BAP 2.0 mM*)

B. Pembahasan

Tingkat kontaminasi jamur pada eksplan sengon yang digunakan dalam penelitian ini termasuk rendah. Ada dua dugaan terkait hal tersebut selain dari perlakuan prasterilisasi yang diberikan, yaitu pengaruh isolasi tanaman induk di rumah kaca dimana cukup memberi perlindungan pada tanaman induk dari perubahan kondisi udara luar dan kedua dipengaruhi oleh teknik sterilisasi menggunakan bahan kimia di dalam laboratorium yang sudah cukup sesuai untuk eksplan sengon yang digunakan. Namun demikian, pengaruh prasterilisasi dengan penyemprotan fungisida di rumah kaca diduga berpengaruh terhadap rendahnya kontaminasi bakteri pada perlakuan dibandingkan dengan kontrol. Walaupun pada percobaan ini menggunakan fungisida namun terjadi penekanan pada kontaminasi bakteri pada eksplan yang digunakan. Hal ini diduga karena adanya pengaruh ganda senyawa aktif pada

fungisida tersebut yaitu sebagai zat pengatur tumbuh dan sebagai *elicitor*. *Elicitor* memicu persinyalan sistemik terkait pertahanan tanaman untuk melawan mikroorganisme, melalui produksi senyawa metabolit sekunder seperti fitoaleksin, terpenoid, flavanoid dan fenolik. Hal ini didukung oleh penelitian Skandalis *et al.*, (2016) bahwa penggunaan pyraclostrobin sebagai fungisida kelompok strobilurin mampu menginduksi ketahanan tanaman tomat melawan virus dan bakteri melalui aktivasi awal gen-gen terkait pertahanan tanaman. Di Kanada, Pyraclostrobin merupakan salah satu fungisida yang telah banyak digunakan secara luas (Bowness *et al.*, 2015).

Menurut Korlina, (2016) dan Lagunas-Allué *et al.* (2012) Pyraclostrobin direkomendasikan untuk pencegahan dan pengobatan embun tepung dan jamur berbulu halus pada tanaman buah dan tanaman merambat.



Sumber (Source) : Sigma Aldrich (2017)

Gambar (Figure) 3. (a) Struktur kimia Pyraclostrobin dan (b) struktur kimia 2,4 -D (auksin) ((a) *Pyraclostrobin and (b) 2,4 -D chemical structure*)

Tabel 1 menunjukkan perbedaan nyata pada peubah jumlah tunas pada eksplan dan jumlah eksplan yang berkalus. Hasil tersebut menunjukkan terdapat pengaruh tambahan pada tingkat regenerasi eksplan pada lingkungan *in vitro*. Hal ini diduga terdapat fungsi ganda pada bagian struktur kimia Pyraclostrobin yang mirip dengan struktur kimia auksin (asam 2,4 diklorofenoksi asetik) pada dua gugus fungsi rantai cincin jenuh ganda dengan struktur rantai asam di bagian lainnya (Gambar 3). Adanya inisiasi pertumbuhan kalus pada eksplan yang diberi perlakuan Pyraclostrobin 50 g.kg⁻¹ + Metiram 550 g.kg⁻¹ diduga karena adanya perbedaan rasio kandungan sitokinin dan auksin pada eksplan dimana diketahui media MS yang digunakan pada penelitian ini tidak diberi tambahan hormon. Secara teori kondisi dimana suatu eksplan akan menghasilkan kalus ketika rasio hormon auksin dan sitokinin dalam kekuatan yang seimbang dalam mempengaruhi regenerasi sel. Menurut Rosita, Siregar, &

Kardhinata (2015) salah satu hal yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman adalah konsentrasi sitokinin dan auksin yang seimbang. Pada hasil penelitian juga diperoleh perbedaan nyata pada jumlah tunas yang tumbuh pada perlakuan dibandingkan kontrol (Tabel 1).

Pyraclostrobin merupakan salah satu fungisida sistemik, rumus senyawanya yaitu C₁₉H₁₈ClN₃O₄ (Sigma-Aldrich, 2017). Fungisida sistemik merupakan fungisida yang dapat terserap ke dalam jaringan tanaman dan terdistribusi melalui jaringan xilem. Pyraclostrobin merupakan senyawa kimia yang termasuk dalam anggota fungisida kelompok strobilurin (Krieger, Doull, Ecobichon, Gammon, Hodgson, Reiter, 2001; Tsialtas, Theologidou, & Karaoglanidis, 2017). Fungsi fungisida pyraclostrobin diketahui pada penghambatan respirasi mitokondria dengan menghalangi transfer elektron pada rantai respirasi jamur (Kanungo & Joshi, 2014). Hal ini merusak proses

biokimia selular yang penting sehingga mampu menghentikan pertumbuhan jamur penyebab penyakit cacar daun teh (Krieger, Doull, Ecobichon, Gammon, Hodgson, Reiter, & Ross, 2001).

Fungsi Pyraclostrobin sebagai zat pengatur tumbuh dan *elicitor* juga diperkuat oleh penelitian Hasanah (2016), aplikasi fungisida Pyraclostrobin meningkatkan aktivitas nitrat reduktase, serapan N, indeks luas daun, durasi luas daun, aktivitas fotosintesis total, laju pertumbuhan tanaman, bobot kering, dan bobot umbi bawang merah saat panen. Hasil ini menunjukkan bahwa Pyraclostrobin berfungsi dalam pengendalian serangan jamur dan sekaligus sebagai *elicitor* dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Fungsi Pyraclostrobin sebagai zat pengatur tumbuh dan *elicitor* juga diperkuat oleh penelitian (Siniwi, Putra, & Respatie, 2017) dimana pada tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) yang disemprot dengan senyawa Pyraclostrobin memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengakumulasi N dalam bentuk nitrat pada jaringannya. Ketersediaan N dalam bentuk nitrat yang melimpah dalam jaringan daun secara otomatis menstimulasi aktivitas enzim nitrat reduktase, lebih lanjut pemberian Pyraclostrobin pada konsentrasi 126 ppm menunjukkan aktivitas nitrat reduktase dalam jaringan daun yang nyata lebih tinggi jika dibandingkan dengan kontrol. Enzim nitrat reduktase berfungsi

untuk merubah nitrat menjadi nitrit yang kemudian setelah melalui serangkaian kerja enzim lain nitrit ini akan diubah menjadi asam amino dan protein yang terlibat dalam metabolisme (Siniwi *et al.*, 2017). Mekanisme ini diduga memicu terbentuknya asam amino triptopan sebagai bahan dasar auksin. Salah satu peran Pyraclostrobin sebagai zat pengatur tumbuh adalah meningkatkan kemampuan tanaman dalam mensintesis N dan protein. Peningkatan tersebut merupakan dampak dari perbaikan kinerja nitrat reduktase pada tanaman yang mendapatkan aplikasi Pyraclostrobin. Sintesis N dan protein yang tinggi berpotensi memperbaiki mutu produk tanaman khususnya yang berkaitan dengan variabel protein, lemak, dan fenolik total (Siniwi *et al.*, 2017).

Pemberian kinetin 0,01 mM pada media multiplikasi tunas sengon berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas yang diperoleh dibandingkan pengaruh ZPT lainnya kecuali tidiazuron 0,01 dan 0,05 mM (Gambar 1 dan 2). Zat pengatur tumbuh kinetin menunjukkan aktivitas positif terhadap multiplikasi tunas adventif sengon pada konsentrasi 0,01 dibandingkan pada konsentrasi 0,05 mM. Setiap zat pengatur tumbuh memiliki rentang konsentrasi yang berbeda-beda terhadap peubah pertumbuhan kultur *in vitro*. Pada penelitian ini, kinetin dapat digunakan sebagai salah satu ZPT untuk multiplikasi tunas sengon. Namun demikian, kisaran konsentrasi

yang terbaik masih dapat dievaluasi pada percobaan selanjutnya. Kinetin merupakan ZPT kelompok sitokinin yang lebih umum ditemukan pada tanaman secara alami. Pada perolehan jumlah tunas perlakuan TDZ masih menunjukkan pengaruh yang hampir sama dengan kinetin.

IV. KESIMPULAN

Perlakuan prasterilisasi dengan penyemprotan Pyraclostrobin 50 g.kg⁻¹ + Metiram 550 g.kg⁻¹ mampu mendukung keberhasilan inisiasi eksplan pucuk sengan ditandai dengan rendahnya tingkat kontaminasi, meningkatnya jumlah kalus serta meningkatnya jumlah tunas eksplan sengan. Pemberian kinetin 0,01 mM pada media multiplikasi tunas sengan mampu meningkatkan jumlah tunas adventif sengan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. H.M. Zanzibar M.M., Dr. Dede J. Sudrajat, S.Hut, M.T., Ir. Danu M.Si., Dra. Dharmawati Djam'an, Kurniawati Purwaka Putri, S.Hut, M.Si, Dina Agustina, Wildani Asfari Hanifah, Suherman, Emuy Supardi, Abay, dan Sutrisno atas bantuan, saran dan masukannya selama penelitian di rumah kaca dan di laboratorium BP2TPTH, serta semua pihak sehingga terselesaikannya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bowness, R., Gossen, B. D., Chang, K.-F., Goswami, R., Willenborg, C. J., Holtz, M., & Strelkov, S. E. (2015). Sensitivity of

Mycosphaerella pinodes to Pyraclostrobin Fungicide. *Plant Disease*, 100(1), 192–199. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-15-0350-RE>

González-Rodríguez, R. M., González-Barreiro, C., Rial-Otero, R., Regueiro, J., Torrado-Agrasar, A., Martínez-Carballo, E., & Cancho-Grande, B. (2011). Influence of new fungicides - Metiram and pyraclostrobin - On *Saccharomyces cerevisiae* yeast growth and alcoholic fermentation course for wine production. *CYTA - Journal of Food*, 9(4), 329–334.

<https://doi.org/10.1080/19476337.2011.604135>

Harahap, P.S., Siregar, L.A.M., & Husni, Y. (2015). Kajian Awal : Respon Eksplan Nodus dalam Inisiasi Tunas Mikro Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) dalam Medium MS. *Agroekoteknologi*, 3(2337), 229–237.

Hasanah, U. (2016). *Pengaruh Bahan Aktif Pyraclostrobin terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (Allium cepa L. Aggregatum group)*. Universitas Gadjah Mada.

Herliyana, E.N., Putra, I.K., & Taniwiryono, D. (2012). Uji Patogenitas Ganoderma terhadap Bibit Tanaman Sengon (*Paraserienthes falcataria* (L) Nielsen). *Jurnal Silvikultur Tropika*, 3(1), 37–43.

Kanungo, M., & Joshi, J. (2014). Impact of Pyraclostrobin (F-500) on Crop Plants. *Plant Science Today*, 1(3), 174–178. <https://doi.org/10.14719/pst.2014.1.3.60>

Korlina, E. (2016). Efektifitas Fungisida Berbahan Aktif Pyraclostrobin 50 g/Kg + Metiram g/Kg untuk Mengendalikan Penyakit Embun Tepung (*Podosphaera leucotrica*) pada Tanaman Apel. *Agrovigor*, 9(1), 19–23.

Krieger, R., Doull, J., Ecobichon, D., Gammon, D., Hodgson, E., Reiter, L., & Ross, J. (2001). *Handbook of Pesticide Toxicology*. Academic Press, London.

Lagunas-Allué, L., Martínez-Soria, M. T., Sanz-Asensio, J., Salvador, A., Ferronato, C., & Chovelon, J. M. (2012). Degradation intermediates and reaction pathway of pyraclostrobin with TiO₂ photocatalysis. *Applied Catalysis B: Environmental*, 115–116, 285–293.

<https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2011.12.015>

- Naemah, D., & Susilawati, S. (2015). Identifikasi Kesehatan Bibit Sengon (*Paraserianthes falcataria* L.) di Persemaian. *Jurnal Hutan Tropis*, 3(2), 158–165.
- Putri, A. I., & Jayusman, D. (2012). Inisiasi Tunas Aksiler serta Kalus *Toona sinensis* dan *Toona sureni* dengan Sumber Bahan Stek Cabang. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 6(3), 167–180.
- Rego, C., Nascimento, T., Cabral, A., Silva, M. J., & Oliveira, H. (2009). Control of grapevine wood fungi in commercial nurseries. *Phytopathologia Mediterranea*, 48(1), 128–135.
https://doi.org/10.14601/phytopathol_mediterr-2881
- Rosita, E., Siregar, L. A. M., & Kardhinata, E. H. (2015). Pengaruh Jenis Eksplan dan Komposisi Media terhadap Pembentukan Tunas Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) Secara In Vitro. *Agroteknologi*, 4(1), 1756–1761.
- Sigma-Aldrich. (2017). Chemical Structure Catalogue. Retrieved from <http://www.sigmaaldrich.com/>
- Siniwi, R. A., Putra, E. T. S., & Respatie, D. W. (2017). Pengaruh Konsentrasi Pyraclostrobin terhadap Kandungan Protein, Lemak dan Fenolik Total Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) Klon ICCRI 04 dan Scavina 6. *Vegetalika*, 6(2), 25–39.
- Skandalis, N., Dimopoulou, A., Beri, D., Tzima, A., Malandraki, I., Theologidis, I., ... Vassilakos, N. (2016). Effect of Pyraclostrobin Application on Viral and Bacterial Diseases of Tomato. *Plant Disease*, 100(7), 1321–1330.
<https://doi.org/10.1094/PDIS-10-15-1216-RE>
- Tsialtas, J. T., Theologidou, G. S., & Karaoglanidis, G. S. (2017). Effect of pyraclostrobin on disease control, leaf physiology, seed yield and quality of sunflower. *Crop Protection*, 99, 151–159.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.022>
- Yuliani, S. E. (2001). *Perbanyakan Sengon (Paraserianthes falcataria (L) Nielsen) yang Berasal dari Tanaman Dewasa dengan Teknik Kultur Jaringan: Pengaruh Prosedur Sterilisasi dan Zat Pengatur Tumbuh*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.