

Respon Eksplan Biji Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) Terhadap Pemberian 2,4-D Secara *In Vitro*

(Effect of Plant Growth Regulator 2,4-D on Seed Explant *A. malaccensis* in vitro)

Itonamy Boru Tonga^a, Edy Batara Mulya Siregar^b, Nelly Anna^c

^a Alumni Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara 20155
(Email: itonamyborutonga@gmail.com)

^b Staf Pengajar Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara 20155
(Email: ebms12@yahoo.com)

^c Staf Pengajar Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara 20155
(Email: anna_nelly@gmail.com)

ABSTRACT

ITONAMY BORU TONGA. Effect of Plant Growth Regulator 2,4-D on Seed Explant *A. malaccensis* in vitro. Guided by Dr. Ir. Edy Batara Mulya Siregar Ms. And Nelly Anna S. Hut. Msi.

Aquilaria malaccensis Lamk. is one of the tree forest that are continuously exploited. Currently, the Indonesian export of the agarwood was decreasing because its population was endangered by excessive logging. Agarwood propagation need technology for reproduction of agarwood multiplication.

Research was undertaken to determine effect of plant growth regulator 2,4-D on seed explant *A. malaccensis* in vitro has been performed. This research had purpose to determine response of seed explant of gaharu by giving different concentration 2,4-D and to measure growth and development result of seed explant of gaharu. This research used a complete Randomized Non Factorial Design with using MS as basic media by added 2 ppm of BAP. The treatment consisted of 2,4-D 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm and 8 ppm. Observation made explants forty two days after planting. The parameter observed were the emergence of callus, callus color and texture of the callus. The result showed that callus was obtained as response of *A. malaccensis* seed explant with 2,4 D and BAP. The concentration 2,4-D 2 ppm showed the best result for the emergence of callus. Callus color is dominated by white and a bit yellow or scoring 4, and the callus texture is dominated by compact callus and compact with node.

Keywords: Effect, 2,4- D, in vitro, *A. malaccensis* Lamk.

PENDAHULUAN

Teknik kultur jaringan memberikan alternatif terhadap usaha perbanyakan tanaman secara vegetatif dalam skala yang lebih besar dalam upaya konservasi dan pengembangan tanaman gaharu (*A. malaccensis* Lamk.) di masa yang akan datang. Ada beberapa kelebihan yang diperoleh dari perbanyakan tanaman dengan teknik kultur jaringan diantaranya adalah dapat menghasilkan tanaman yang homogen, berkualitas tinggi, jumlah yang tidak terbatas, bebas hama dan penyakit, menghasilkan klon yang lebih unggul, dapat diperbanyak dalam waktu yang relatif singkat, tidak dibatasi oleh waktu, tetapi membutuhkan keahlian khusus. Selain itu menurut Yusnita (2003), manfaat utama perbanyakan tanaman secara kultur jaringan adalah untuk perbanyakan vegetatif tanaman yang

permintaan tinggi tetapi pasokan rendah, karena laju perbanyakan secara konvensional dianggap lambat.

Kultur jaringan merupakan salah satu teknik dalam perbanyakan tanaman secara klonal untuk perbanyakan massal. Keuntungan pengadaan bibit melalui kultur jaringan antara lain dapat diperoleh bahan tanaman yang unggul dalam jumlah banyak dan seragam, selain itu dapat diperoleh biakan steril (*mother stock*) sehingga dapat digunakan sebagai bahan untuk perbanyakan selanjutnya. Untuk mendapatkan hasil yang optimum maka penggunaan media dasar dan zat pengatur tumbuh yang tepat merupakan faktor yang penting (Lestari dan Purnamaningsih, 1998).

Perbanyakan tanaman gaharu selama ini dapat dikatakan sangat jarang mengingat biji tanaman gaharu ini bersifat *rekalsitran*. Oleh karena itu, diperlukan teknologi perbanyakan bibit secara *in vitro* atau biasa disebut dengan kultur jaringan. Teknologi perbanyakan

bibit secara *in vitro* perlu dilakukan mengingat melalui teknologi ini akan dihasilkan bibit yang unggul yang memiliki sifat-sifat sama dengan induknya, dihasilkan bibit dalam jumlah yang banyak, tidak memerlukan tempat yang luas, memerlukan waktu yang singkat, tidak tergantung pada musim, dan memungkinkan dilakukannya manipulasi genetika. Di samping itu teknologi ini biasanya digunakan untuk memperbanyak jenis-jenis tanaman yang sulit atau lambat diperbanyak secara konvensional (Yusnita, 2003).

Hasil penelitian ini secara umum diharapkan dapat membantu dalam upaya untuk menanggulangi kepunahan pohon gaharu. Melalui upaya konservasi perbanyakannya secara *in vitro* akan dihasilkan bibit gaharu yang memiliki sifat-sifat sama dengan induknya, dalam jumlah yang banyak dan efisien, dan tidak tergantung pada musim. Secara khusus penelitian ini ditujukan untuk mempelajari perlakuan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) 2,4-D (*asam 2,4 diklorophenoksiasetat*) terhadap respon biji gaharu (*A. malaccensis* Lamk.) Selain itu juga untuk mengetahui konsentrasi ZPT 2,4-D yang paling efektif untuk hasil respon biji gaharu (*A. malaccensis* Lamk.).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai September 2012 di Laboratorium Bioteknologi Kehutanan, Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan tanaman yang digunakan sebagai eksplan adalah biji *A. malaccensis*. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini meliputi media *Murashige and Skoog* (MS) yang diberi tambahan ZPT 2,4-D dan BAP, agar, sukrosa, akuades, sabun cuci, kloroks, dan alkohol 70%.

Alat yang digunakan adalah botol kultur, bunsen, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), peralatan diseksi (pinset besar, pinset kecil dan pisau *scalpel*), timbangan analitik, plastik *propipilen* (PP) 0,3 mm, *hand sprayer*, magnetik *stirer*, *hot plate*, labu takar, beker gelas, *erlenmeyer*, pH meter, autoklaf, pipet ukur, *aluminium foil*, kertas label, lemari pendingin dan rak kultur.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial dengan beberapa taraf konsentrasi 2,4-D yang terdiri atas 4 taraf dengan 4 kali ulangan.

D1 = penambahan 2,4-D 2 ppm

D2 = penambahan 2,4-D 4 ppm

D3 = penambahan 2,4-D 6 ppm

D4 = penambahan 2,4-D 8 ppm

Pelaksanaan Penelitian

Sterilisasi alat

Peralatan meliputi botol kultur, *scalpel*, dan pinset dicuci dengan menggunakan sabun cuci, dibilas, kemudian dikeringkan. Alat-alat yang sudah kering dibungkus dengan kertas (kecuali botol kultur). Semua

alat tersebut disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1,5 *Psi* selama 45 menit.

Pembuatan larutan stok

Pembuatan larutan stok dilakukan dengan cara menimbang bahan-bahan kimia, hara makro, hara mikro, serta ZPT sesuai komposisi media MS yang tertera di lampiran 2. Bahan-bahan tersebut dilarutkan dengan akuades steril lalu diaduk menggunakan *magnetic stirrer*, lalu dimasukkan ke dalam botol dan disimpan dalam lemari pendingin.

Pembuatan media tanam

Masing-masing larutan stok dilarutkan dengan akuades sampai volume larutan mencapai 250 ml ($\frac{1}{4}$ liter). Kemudian ditambahkan gula sebanyak 7,5 g. Larutan dimasukkan dalam beker gelas dan diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Larutan dikondisikan pada pH 6,3 dengan menambahkan NaOH bila pH terlalu rendah dan bila pH terlalu tinggi ditambahkan dengan HCl. Kemudian larutan ditambahkan agar-agar sebanyak 2 g. Larutan tersebut diaduk dan dididihkan dengan *magnetic stirrer* dan *hot plate*. Setelah mendidih, larutan tersebut dituangkan ke botol kultur \pm 25 ml setiap botolnya. Botol ditutup dengan aluminium foil. Media disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C, tekanan 1,5 *psi* selama 30 menit. Setelah itu, botol-botol ditempatkan pada rak-rak kultur.

Sterilisasi buah

Pertama kali, buah muda disterilisasi permukaannya dengan menggunakan kloroks, alkohol 70% selama satu menit. Setelah itu biji dibilas 3-4 kali dengan akuades steril.

Penanaman biji

Penanaman biji dilakukan di dalam *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC). Buah yang telah disterilisasi dibuka dan dibelah kemudian diambil bijinya lalu dibelah dan menanamnya pada media sesuai dengan perlakuan. Botol ditutup dengan aluminium foil dan melapisinya dengan plastik PP 0,3 mm.

Pemeliharaan

Pemeliharaan botol-botol kultur dilakukan dengan cara melakukan sub kultur setiap 2 minggu sekali.

Pengamatan respon biji

Biji yang diberi perlakuan konsentrasi 2,4-D dengan penambahan BAP 2 ppm pada media MS dilihat responnya. Bisa berupa kalus, tunas, akar, atau daun dan kombinasinya. Parameter pertumbuhan yang digunakan untuk menilai pengaruh konsentrasi 2,4-D adalah:

1. Saat muncul kalus

Pengamatan dilakukan setiap hari dengan menghitung hari saat muncul kalus pertama kali yang dinyatakan dalam HST (hari setelah tanam). Ditandai dengan adanya pembengkakan atau munculnya jaringan berwarna putih kehijauan pada permukaan eksplan.

2. Warna kalus

Pengamatan warna kalus dilakukan pada akhir pengamatan dengan mengamati secara visual. Penentuan warna kalus ditetapkan berdasarkan skoring (Andaryani, 2010) :

1 : coklat

2 : putih kecoklatan

- 3 : hijau kecoklatan
- 4 : putih kekuningan
- 5 : hijau kekuningan - kuning kehijauan
- 6 : hijau keputihan - putih kehijauan
- 7 : hijau

3. Tekstur kalus

Pengamatan tekstur kalus dilakukan pada akhir pengamatan dengan mengamati tekstur kalus yang terbentuk, kalus yang terbentuk dibagi ke dalam 6 tingkatan menurut Karomah (1998) yang dimodifikasi :

0 = eksplan mati dan tidak terbentuk kalus

1 = terbentuk kalus friabel type 1 yaitu kalus yang teksturnya seperti kapas

2 = terbentuk kalus kompak

3 = terbentuk kalus kompak bernodul

4 = terbentuk kalus friabel type 2 yaitu kalus yang teksturnya mudah pecah dan berbutir-butir seperti pasir

5= terbentuk kalus friabel type 2 dan diikuti pembentukan nodul

Analisis Data

Analisis kualitatif meliputi data visual yang dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif. Sedangkan data kuantitatif dianalisis dengan menggunakan analisis ragam berdasarkan uji F taraf 5% dan apabila terdapat beda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5%. Rumus umum rancangan acak lengkap non faktorial adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dimana:

Y_{ij} = respon atau nilai pengamatan dari perlakuan konsentrasi 2,4-D

μ = nilai rerata (*mean*) perlakuan konsentrasi 2,4-D

τ_i = pengaruh perlakuan konsentrasi 2,4-D ke-*i*

ϵ_{ij} = pengaruh galat (*experimental error*) akibat perlakuan konsentrasi 2,4-D

$i = 1,2,3,4..$

$j = 1,2,3,4..$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Saat Muncul Kalus

Hasil analisis data (tabel 1) menunjukkan perlakuan konsentrasi 2,4-D berpengaruh nyata terhadap saat muncul kalus. Hasil uji DMRT 5 % menunjukkan bahwa penambahan 2 ppm 2,4-D berbeda nyata dengan konsentrasi yang lain, sementara konsentrasi 4 ppm 2,4-D, 6 ppm 2,4-D dan 8 ppm 2,4-D tidak berbeda satu sama lain. Kalus yang paling cepat muncul terdapat pada perlakuan 2 ppm 2,4-D, sedangkan yang paling lama muncul kalus pada 8 ppm 2,4-D.

2,4-D termasuk ke dalam golongan auksin, dapat merangsang pertumbuhan kalus seperti yang dikatakan Gunawan (1992) auksin digunakan secara luas dalam kultur jaringan untuk merangsang pertumbuhan kalus, suspensi sel dan organ.

Hasil data diperoleh saat muncul kalus gaharu (*A. malaccensis* Lamk.) tercepat pada 2 ppm 2,4-D. Hal ini disebabkan dengan konsentrasi yang rendah, eksplan sudah bisa merespon ZPT yang diberikan dengan cepat. Hasil penelitian Thomy (2012) menunjukkan pemberian 2,4 D + BAP pada biji gaharu berpengaruh nyata terhadap saat muncul kalus gaharu (*A. malaccensis*

Lamk.). Konsentrasi 2,5 mg/2,4-D + 1,5 mg /L BAP memberikan hasil terbaik untuk saat muncul kalus Munculnya kalus menandakan adanya tingkat kepekaan sel dan tingkat konsentrasi hormonal dalam sel. Kepekaan sel dan konsentrasi bisa menjadi faktor yang mempengaruhi terbentuk atau tidaknya kalus dan mempengaruhi waktu munculnya kalus.

Tabel 1. Rata-rata hari saat muncul kalus *A. malaccensis* Lamk. dengan berbagai konsentrasi 2,4-D pada media MS

No	Perlakuan	Rata-rata
1	2 ppm (mg/l) 2,4-D	9.0 ^a
2	4 ppm (mg/l) 2,4-D	11.5 ^b
3	6 ppm (mg/l) 2,4-D	11.5 ^b
4	8 ppm (mg/l) 2,4-D	12.0 ^b

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 %

Penambahan konsentrasi 2,4-D menyebabkan pertumbuhan menjadi lambat, kalus pun juga terbentuk sedikit. Hal ini berarti bahwa eksplan yang digunakan yakni yang diambil dari meristem apikal sudah banyak memiliki auksin endogen. Secara alami auksin yang disintesis dalam bentuk AIA (*Asam indol asetat*) banyak diproduksi pada meristem apikal kuncup, daun muda dan embrio dalam biji. Seperti yang dikemukakan Santoso dan Nursandi (2003) Pertumbuhan serta morfogenesis jaringan yang dikulturkan diatur oleh interaksi serta keseimbangan antara zat pengatur tumbuh yang diberikan ke dalam media (eksogenous), serta hormon endogenous.

Warna Kalus

Dari hasil penelitian diperoleh warna kalus yang didominasi putih kekuningan yaitu pada perlakuan pemberian ZPT 2 ppm 2,4-D, 4 ppm 2,4-D dan 6 ppm 2,4-D.

Tabel 2. Warna kalus dengan berbagai konsentrasi 2,4-D pada media MS

No.	Perlakuan	Ulangan			
		1	2	3	4
1	2 ppm (mg/l)2,4 D	Putih kekuningan	Putih kekuningan	Putih kecoklatan	Putih kecoklatan
2	4 ppm (mg/l)2,4 D	Putih kekuningan	Putih kekuningan	Putih kekuningan	Putih kekuningan
3	6 ppm (mg/l)2,4 D	Putih kecoklatan	Putih kecoklatan	Putih kekuningan	Putih kecoklatan
4	8 ppm (mg/l)2,4 D	Putih kecoklatan	Putih kecoklatan	Putih kecoklatan	Putih kecoklatan

Pada konsentrasi 2 ppm 2,4-D dan 4 ppm 2,4-D didominasi warna putih kekuningan. Konsentrasi 6 ppm 2,4-D dan 8 ppm 2,4-D didominasi putih kecoklatan. Warna putih pada kalus menunjukkan telah berkurangnya klorofil dalam sel kalus dan sel kalus tidak begitu aktif membelah lagi. Sesuai dengan pernyataan Giuliano at all (1993) mengenai proses degradasi klorofil, semakin terdegradasi klorofil ditunjukkan dengan semakin berkurangnya warna hijau pada kalus.

Dari hasil analisis data terlihat bahwa rata-rata skor warna kalus yang tertinggi terdapat pada konsentrasi 2 ppm. Rata-rata skor kalus terendah pada konsentrasi 8 ppm. Taraf konsentrasi 2,4 D telah mampu menginduksi eksplan menjadi kalus dengan dominasi warna putih kecoklatan dan putih kekuningan. Perbedaan warna kalus menunjukkan bahwa tingkat perkembangan kalus berbeda-beda. Jaringan kalus yang dihasilkan dari suatu eksplan biasanya memunculkan warna yang berbeda-beda.

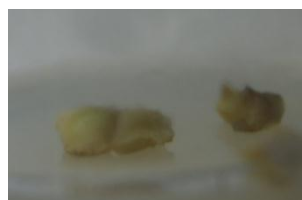
Dari warna kalus yang dihasilkan yaitu putih kekuningan dan putih kecoklatan menunjukkan bahwa aktifitas pembelahan selnya kurang. Bisa dilihat dari penyerapan warna yang cukup rendah, pada sel yang sedang mengalami proses pembelahan, asam nukleatnya tinggi. Asam nukleat sangat respon pada pewarnaan safranin. Hal ini sesuai yang dikatakan Steve dan Sussex (1994) mengenai hubungan pembelahan sel dengan penampilan warna kalus.



1a (skoring 4)



1b (skoring 4)



1c (skoring 2)



1d (skoring 2)

Gambar. 1. Pertumbuhan biji gaharu (*A. malaccensis* Lamk.) pada media MS. Kalus 2,4D 2 ppm + BAP 2 ppm (1a) Kalus 2,4D 4 ppm+BAP 2 ppm (1b) Kalus 2,4D 6 ppm + BAP 2 ppm (1c) Kalus 2,4 D 8 ppm + BAP 2 ppm (1d)

Tidak hijaunya kalus diduga disebabkan oleh hilangnya polarisasinya yang jika masih ada akan dapat mendorong lebih banyak dibentuknya klorofil. Pada penelitian ini awalnya kalus berwarna hijau muda dan

kemudian menjadi putih kekuningan dan putih kecoklatan berarti ada proses dekomposisi klorofil sesuai dengan Nin, et al (1996).

Warna putih kecoklatan pada kalus disebabkan oleh klorofilid yang didekomposisi lebih lanjut menjadi *pheoporbides* (berwarna coklat) dan klorins tidak berwarna. Hal ini sesuai dengan pernyataan Giuliano at all (1993) mengenai proses degradasi klorofil secara biokimia.

Warna putih kecoklatan pada kalus disebabkan oleh adanya senyawa fenol di dalam kalus tersebut. Kemungkinan disebabkan pencoklatan secara mekanik yaitu pemotongan eksplan dan akibat pemanasan ketika sterilisasi. Kejadian pencoklatan ini sangat mungkin terjadi karena kegiatan kultur menggunakan pendekatan pelukaan (pengirisan eksplan) dan pembakaran api bunsen. Pencoklatan juga dapat terjadi karena rangsang kimia, prinsipnya yaitu pada lingkungan eksplan tersedia bahan-bahan kimiayang mendorong pembentukan senyawa fenol seperti yang dikemukakan Santoso dan Nursandi (2003).

Warna kalus yang menunjukkan kalus bagus adalah hijau karena aktifitas pembelahan selnya tinggi ditunjukkan dengan penyerapan warna yang tinggi. Hal ini sesuai pernyataan Steve dan Sussex (1994) mengenai hubungan pembelahan sel dan penyerapan warna.

Tekstur Kalus

Hasil analisis terhadap tekstur kalus skor kalus pada akhir pengamatan menunjukkan bahwa tekstur kalus yang dihasilkan didominasi kalus kompak bernodul. Tabel 3. Tekstur kalus dengan berbagai konsentrasi 2,4-D pada media MS

No.	Perlakuan	Ulangan			
		1	2	3	4
1	2 ppm (mg/l)2,4 D	Friabel	Kompak bernodul	Friabel	Kompak bernodul
2	4 ppm (mg/l)2,4 D	Kompak bernodul	Kompak	Kompak bernodul	Kompak
3	6 ppm (mg/l)2,4 D	Kompak bernodul	Kompak	Kompak bernodul	Kompak bernodul
4	8 ppm (mg/l)2,4 D	Friabel	Kompak	Kompak	Kompak

Pada konsentrasi 2 ppm 2,4 D tekstur kalus yang didapat adalah kalus friabel dan kalus kompak bernodul. Konsentrasi 4 ppm 2,4 D didapat kalus kompak dan kalus kompak bernodul. Konsentrasi 6 ppm didominasi kalus kompak bernodul dan konsentrasi 8 ppm didominasi kalus kompak. Tidak ada eksplan yang mati dan tidak membentuk kalus.

Semakin tinggi konsentrasi 2,4-D yang diberikan tekstur kalus yang dihasilkan semakin mengalami penurunan, kalus yang baik adalah kalus friabel yaitu mudah dalam pemisahan menjadi sel-sel tunggal pada kultur suspensi dan juga meningkatkan aerasi oksigen pada sel.



2a (skoring 1)



2b (skoring 3)



2c (skoring 3)

Gambar 3. Tekstur kalus gaharu (*A. malaccensis* Lamk.) yang dihasilkan pada media MS kalus friabel (2 ppm 2,4-D) (2a), kalus kompak (2 ppm 2,4-D) (2b) dan kalus kompak bernodul (4 ppm 2,4-D) (2c)

Respon masing-masing eksplan berbeda disebabkan oleh kondisi biologis eksplan yang berbeda walau secara fisik sudah diseregamkan. Bagian eksplan yang teriniasi kalus menurut Suryowinoto (1987), disebabkan karena sel-sel yang kontak dengan media terdorong menjadi meristematik dan selanjutnya aktif mengadakan pembelahan seperti jaringan penutup luka. Walaupun antara sel-sel pada satu bagian eksplan dengan bagian yang lain berbeda.

Penelitian ini menghasilkan kalus sebagai respon dari pemberian konsentrasi 2,4-D. Tekstur kalus yang dihasilkan didominasi kalus kompak dan kalus kompak bernodul. Terdapat 2 kalus yang friabel yang dihasilkan.

Penggunaan zat pengatur tumbuh di dalam kultur jaringan tergantung pada arah pertumbuhan jaringan tanaman yang diinginkan. Untuk pembentukan tunas pada umumnya digunakan sitokinin sedangkan untuk pembentukan akar atau pembentukan kalus digunakan auksin yaitu 2,4-D. Sitokinin yang diberikan hanya dalam konsentrasi yang rendah sehingga tidak menghasilkan kalus. Adanya salah satu zat pengatur tumbuh tertentu dapat meningkatkan daya aktivitas zat pengatur tumbuh lainnya.

Konsentrasi ZPT sangat menentukan pada pertumbuhan kalus, tiap jenis dan konsentrasi ZPT yang diberikan bisa berbeda. Semakin tinggi konsentrasi ZPT tidak menjamin pertumbuhannya semakin baik.

Sifat kompetensi sel merupakan sifat yang dimiliki setiap sel untuk melakukan interaksi terhadap kondisi lingkungan dan menghasilkan proses fisiologis yang dapat memacu pertumbuhan sel. Dari pengamatan yang dilakukan sifat kompetensi sel kalus lebih banyak pada kalus yang diberi perlakuan 2 ppm 2,4-D.

Auksin dan sitokinin yang cukup dan seimbang dibutuhkan dalam kultur *in vitro* karena auksin seperti

2,4-D dapat meningkatkan daya aktifitas dalam memacu pembelahan sel. Pembelahan sel terus menerus tanpa diikuti pembesaran dan pemanjangan sel akan menyebabkan terbentuknya kalus). Hasil penelitian tidak menghasilkan tunas, hanya kalus saja. Hal ini disebabkan sitokinin yang diberikan dalam dosis rendah dan sama untuk semua perlakuan sehingga tidak menghasilkan tunas. Pemberian sitokinin konsentrasi rendah dalam media MS yang mengandung auksin dapat membantu inisiasi kalus (Wattimena 1992).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Biji gaharu (*A. malaccensis* Lamk.) yang diperlakukan pemberian konsentrasi 2,4-D yang berbeda pada media MS dan ditambahkan 2 ppm BAP memberikan respon yang sama yaitu kalus. Warna kalus biji gaharu (*A. malaccensis* Lamk.) didominasi putih kekuningan, tekstur kalus gaharu (*A. malaccensis* Lamk.) didominasi kalus kompak dan kalus kompak bernodul.

Konsentrasi 2,4-D terbaik untuk hari saat muncul kalus adalah 4 ppm dan 6 ppm, konsentrasi untuk warna kalus terbaik adalah 4 ppm dan konsentrasi untuk tekstur terbaik adalah 6 ppm.

Saran

Adapun saran dalam penelitian ini adalah perlu diberi tambahan zat yang dapat mengurangi senyawa fenol yang terdapat dalam eksplan biji gaharu agar hasil yang didapatkan lebih baik. Dalam penelitian lanjutan diharapkan akan dapat dilakukan regenerasi dan aklimatisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andaryani, S. 2010. Kajian Penggunaan berbagai Konsentrasi BAP dan 2,4-D terhadap Induksi Kalus Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Secara *In Vitro*.
- Giuliano, G. G.E. Bartley, and P.A. Scolnik. 1993. *Regulation of Carotenoid Biosynthesis during Tomato Development. The Plant Cell. The Plant Cell*
- Gunawan, L.W. 1992. Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan. PAU Bioteknologi IPB. Bogor.
- Karomah, N.M. 1998. Embriogenesis Somatik dari Calon Bunga Jantan dari Beberapa Kultivar Pisang (*Musa* spp.). Tesis Jurusan Biologi Fmipa IPB. Bogor.
- Lestari, E.G. dan R. Purnamaningsih. 1998. Mikropropagasi daun dewa melalui kultur *in vitro*. Prosiding Seminar Biologi Simposium Penelitian Bahan Obat Alami VII. Bogor, 24-25 November 1994.
- Nin, S, Morosi . E, Schiff. S dan Bennici. A. 1996. *Callus Culture of Artemisia ab sintium L.: initiation, growth optimization and organogenesis. Plant Cell, Tissue and Organ Cultur*, 39:137-145

- Santoso, U. dan F. Nursandi. 2003. Kultur Jaringan Tanaman. UMM Press. Malang.
- Steve, T. A. dan Sussex, I. M. 1994. Patterns in Plant Development. Second Edition. Cambridge University. New York.
- Suryowinoto. M. 1987. Mengenal Anggrek Alam Indonesia. Penebar Swadaya. Jakarta
- Thomy, Z. 2012. *Effect of Plant Growth Regulators 2,4 D and BAP on Callus Growth of Plants Producing Gaharu*. Prosiding Seminar Nasional Biologi.
- Wattimena, GA 1992. Bioteknologi Tanaman. Departemen P dan K. Dirjen Pendidikan Tinggi. PAU Bioteknologi Bogor.
- Yusnita. 2003. Kultur Jaringan. Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien. Cetakan Ketiga. Agro Media Pustaka. Jakarta