



KAJIAN ELONGASI PADA TANAMAN *IN VITRO* GAHARU (*Aquilaria beccariana* van Tiegh)

Elongation Study on *In Vitro* Agarwood (*Aquilaria beccariana* van Tiegh)

Yusuf Sigit Ahmad Fauzan^{1,*}, Edi Sandra², Daru Mulyono³

¹Balai Pengkajian Bioteknologi BPPT, Gedung 630 Kawasan PUSPIPTEK,
Setu, Tangerang Selatan, Banten 15314

²Fakultas Kehutanan, IPB, Kampus IPB Darmaga, Bogor

³Laboratorium Teknologi Produksi Pertanian BPPT, Gedung 612 Kawasan PUSPIPTEK,
Setu, Tangerang Selatan, Banten 15314

*E-mail: yusuf.sigit@bppt.go.id

ABSTRACT

The population density of natural agarwood (*Aquilaria beccariana*) in Indonesia decreased to less than one tree per hectare. Efforts have been carried out on ex situ conservation of agarwood despite facing many obstacles. *In vitro* propagation is one alternative to speed up the recovery of natural agarwood populations. The purpose of this study was to obtain optimal elongation media for *in vitro* culture with addition of auxin and cytokinin, namely IBA, BAP and kinetin. The results showed that the best auxin-cytokinin combination was IBA 0.1 mg/L and BAP 0.05 mg/L. This combination increased the height and number of segments of *A. beccariana* with an average height of 1.64 cm and average number of sections of 6.40. It is suggested that this combination of IBA and BAP was the most effective compared to the other treatments. In addition, the combination of IBA 0 mg/L and BAP 0.03 mg/L gave rise to the best response to increase the number of shoots with an average of 1.91 shoots.

Keywords: *Aquilaria beccariana*, shoot, elongation, auxin, cytokinin

ABSTRAK

Kepadatan populasi gaharu (*Aquilaria beccariana*) alam di Indonesia kurang dari satu pohon per hektar. Upaya pelestarian gaharu *ex situ* telah banyak dilakukan tetapi masih banyak kendala. Perbanyak gaharu *in vitro* merupakan salah satu cara alternatif untuk mempercepat pemulihan populasi gaharu alam. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh media elongasi yang optimal pada kultur *in vitro* gaharu dengan penambahan kombinasi zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin. Pada penelitian ini digunakan auksin IBA, serta sitokinin BAP dan Kinetin. Hasil penelitian elongasi diperoleh kombinasi auksin dan sitokinin terbaik yaitu, IBA 0,1 mg/L dan BAP 0,05 mg/L. Kombinasi ini meningkatkan tinggi dan jumlah ruas *Aquilaria beccariana* dengan tinggi rata-rata sebesar 1,64 cm dan jumlah ruas rata-rata sebesar 6,40 ruas. Pada kombinasi dan taraf ini diduga mekanisme kerja IBA dan BAP paling efektif dibanding perlakuan yang lain. Sedangkan kombinasi IBA 0 mg/L dan BAP 0,03 mg/L memberikan respon terbaik terhadap peningkatan jumlah tunas dengan rata-rata sebanyak 1,91 tunas.

Kata Kunci: *Aquilaria beccariana*, tunas, elongasi, auksin, sitokinin

PENDAHULUAN

Sejarah perdagangan gaharu telah dimulai sejak abad 3 M, (Soehartono & Mardiasuti 2003). Cina secara teratur telah mengimpor gaharu dari Semenanjung Malaya dan wilayah lainnya. India dan negara-negara tetangganya juga telah lama dikenal sebagai negara-negara produsen gaharu. Perdagangan gaharu di Indonesia dimulai sejak abad ke-5 kemudian perdagangan gaharu berlanjut pada masa pemerintahan Hindia Belanda (abad 18-permulaan abad 19) dan hingga sekarang.

Permintaan komersial dunia terhadap gaharu dari Indonesia mulai meningkat pada tahun 1970-an. Perdagangan domestik yang tercatat selama tahun 1986 sampai dengan tahun 1996 menunjukkan rata-rata ekspor tahunan resin gaharu kurang lebih sebesar 174 ton per-tahun dengan nilai US \$ 1.401.900 sampai 2.014.200 sedangkan rata-rata ekspor kayu gaharu mencapai 147 ton dengan nilai US \$ 329.200 sampai 488.500, (BPS 1981-1996). Perkembangan produksi dan ekspor perdagangan gaharu di Indonesia mengalami peningkatan secara signifikan mulai dari tahun 1918 hingga 2000 sebesar 456 ton dengan nilai produksi US \$ 2.200.000. Pada tahun 2000-2002 mengalami penurunan sebesar 30 ton dengan nilai produksi US \$600.000, (BPS 2000 dalam Asgarin 2002).

Meningkatnya perdagangan gaharu telah mengakibatkan populasi *Aquilaria sp* di Indonesia mendekati kepunahan, (Olfield et al.1998 dalam Soehartono & Mardiasuti 2003). Kelangkaan pasokan gaharu alam lebih disebabkan tingginya permintaan pasar terhadap gaharu. Hal ini disebabkan dalam perburuan gaharu penduduk pendatang cenderung menebang habis semua pohon tanpa mengetahui karakter pohon yang terinfeksi gaharu, sehingga peluang kelangkaan *Aquilaria sp* semakin besar. La Frankie, (1994) dalam Soehartono & Mardiasuti (2003), menyatakan bahwa penyebaran *Aquilaria sp* sangat terpecah dan kepadatannya sangat rendah < 1 pohon per hektar. Pada dataran rendah di Malaysia kepadatan genus *Aquilaria sp* hanya sekitar 2.5 pohon per hektar. Sehingga pada tahun 2004 atas inisiatif Pemerintah Indonesia, semua spesies di dalam genus *Aquilaria* dan

Gyrinops dimasukkan ke *Apendiks II* dari Konvensi Perdagangan Internasional untuk Spesies-spesies Langka (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna*) (CITES 2005) Sejak saat itu pohon gaharu oleh IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) dimasukkan ke dalam "Daftar merah spesies-spesies langka" (IUCN 2006).

Akibat merosotnya populasi gaharu di alam, diperlukan upaya khusus untuk pelestariannya. Salah satunya adalah dengan cara penangkaran di luar habitat aslinya (*ex situ*) melalui penerapan bioteknologi kultur jaringan sehingga diharapkan populasi jenis *Aquilaria sp* dan *Gyrinops sp* dapat segera terpulihkan.

Perbanyakan gaharu dapat dilakukan secara generatif maupun vegetatif. Tetapi perbanyakan secara generatif kurang efektif karena tergantung pada musim bunga dan buah. Disamping itu persentase perkecambahan biji juga sangat rendah (46%) (Asgarin 2002). Penerapan bioteknologi kultur jaringan merupakan usaha alternatif, selain dapat mempercepat perbanyakan diharapkan kualitas bibit gaharu yang dihasilkan menjadi lebih baik. Teknik kultur jaringan ini selain bertujuan perbanyakan, diharapkan dapat mendukung upaya konservasi *Aquilaria beccariana* khususnya serta *Aquilaria sp* pada umumnya sehingga nantinya dapat mendukung upaya konservasi *in situ* melalui pengembalian spesies ini kepada habitat aslinya.

Multiplikasi horisontal pada kultur *in vitro* gaharu telah berhasil dilakukan. Tetapi morfologi *shootlet* yang diperoleh memiliki beberapa kekurangan salah satunya adalah jarak antar ruas *shootlet* sangat pendek dan memiliki ukuran yang kecil. Sehingga perlu dilakukan multiplikasi vertikal (elongasi) untuk memperbaiki performannya.

Penambahan zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin dengan konsentrasi tertentu diduga dapat meningkatkan elongasi tunas. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh metode elongasi terbaik dengan menggunakan kombinasi zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin (IBA (*indole-3-butyric acid*), kinetin, dan BAP (6-*benzylaminopurine*)) pada media dasar Murashige & Skoog (1962).

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan diperoleh formula elongasi yang tepat dan optimal serta dapat memberikan informasi bagi perbanyakannya spesies *Aquilaria* sehingga kelestariannya dapat terjaga.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Agro dan Bioteknologi, BPPT di Ciampea, Bogor-Jawa Barat. Alat-alat yang digunakan meliputi: *laminar air flow*, alat tanam berupa pinset, pisau *scalpel*, gunting tanaman serta cawan petri. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan secara garis besar dikelompokkan menjadi tiga macam:

- Bahan media kultur jaringan yaitu media dasar Murashige & Skoog (MS), gula, agar-agar, zat pengatur tumbuh kinetin, BAP (*Benzil Amino Purin*) dan IBA (*Indole Butiric Acid*).
- Bahan tanaman yaitu *shootlet* tanaman *A. beccariana* masing-masing dua ruas yang merupakan hasil multiplikasi tunas.
- Bahan Disinfektan yaitu fungisida (agrept), bakterisida (benlate), betadin, alkohol 70%, Clorok dan deterjen atau tween.

Penelitian ini dilakukan di dalam laboratorium dengan tahapan sebagai berikut: Pelaksanaan inisiasi dilakukan dengan menanam eksplan hasil multiplikasi ke dalam media elongasi. Eksplan yang digunakan pada penelitian ini memiliki ukuran 1 cm atau 2 ruas. Penanaman dalam media elongasi dilakukan dengan cara ditambahkan beberapa konsentrasi zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin (Tabel 1). Pengamatan dan pengambilan data dilakukan setiap minggu selama dua bulan. Adapun parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi parameter kuantitatif dan parameter kualitatif. Adapun parameter kuantitatif meliputi: tinggi *planlet*, jumlah ruas, jumlah tunas baru. Sedangkan parameter kualitatif diperoleh dengan mendeskripsikan setiap kondisi parameter kualitatif yang meliputi: warna eksplan dan kondisi daun (rontok/tidak), *planlet* (berakar/tidak), berkalus/tidak, kondisi ruas (panjang/pendek).

Rancangan percobaan yang digunakan dalam analisis data adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial 4×8 dengan jumlah 32 perlakuan masing-masing ulangan sebanyak 10 kali. Total *planlet* yang diamati adalah sebanyak 320 *planlet*. Kombinasi perlakuan disajikan Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan Kombinasi Aksin (A): IBA dan Sitokinin (S): Kinetin, dan BAP

Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh	IBA (mg/L) (A)				
	0.00 (A1)	0.10 (A2)	0.30 (A3)	0.50 (A4)	
BAP (mg/L) (S)	0.00 (S1)	A1S1	A2S1	A3S1	A4S1
	0.01 (S2)	A1S2	A2S2	A3S2	A4S2
	0.03 (S3)	A1S3	A2S3	A3S3	A4S3
	0.05 (S4)	A1S4	A2S4	A3S4	A4S4
Kinetin (mg/L) (S)	0.00 (S5)	A1S5	A2S5	A3S5	A4S5
	0.01 (S6)	A1S6	A2S6	A3S6	A4S6
	0.03 (S7)	A1S7	A2S7	A3S7	A4S7
	0.05 (S8)	A1S8	A2S8	A3S8	A4S8

Rancangan Acak Lengkap (RAL), Gasperz (1991)

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + S_j + (AS)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

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

$$j = 1, 2, 3, \dots, 8$$

Y_{ijk} = Nilai respon tanaman terhadap perlakuan auksin ke-i, sitokinin ke-j dan ulangan ke-k.

μ = Nilai tengah populasi.

A_i = Pengaruh perlakuan auksin ke-i.

S_j = Pengaruh perlakuan sitokinin ke-j.

$(AS)_{ij}$ = Pengaruh interaksi antara perlakuan auksin ke-i dan sitokinin ke-j.

ϵ_{ijk} = Nilai galat percobaan pada perlakuan auksin ke-i, sitokinin ke-j, dan ulangan ke-k.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan Daftar Sidik Ragam.

Hipotesis dalam uji P. *Value*:

H_0 = Perlakuan tidak berpengaruh terhadap pertambahan tinggi, jumlah buku, dan jumlah tunas.

H_1 = Perlakuan berpengaruh terhadap pertambahan tinggi, jumlah buku, dan jumlah tunas.

Pengambilan keputusan uji P. Hitung

P. Hitung $< \alpha$ maka tolak H_0

P. Hitung $> \alpha$ maka terima H_0

Jika penelitian ini memberikan hasil signifikan, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Rang Test* (DMRT) untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan yang diberikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis sidik ragam, secara umum kombinasi auksin dan sitokinin (IBA, BAP, dan kinetin) memberikan pengaruh sangat nyata terhadap parameter peubah tinggi dan jumlah ruas tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah tunas pada minggu ke-8. Uji lanjut Duncan's pada Tabel 2, 3, dan 4 menunjukkan kelompok kombinasi auksin dan sitokinin IBA + BAP lebih baik dibandingkan kombinasi IBA + kinetin dalam berbagai taraf yang sama terhadap parameter pertambahan tinggi, pertambahan jumlah ruas, serta pertambahan jumlah tunas.

Pertambahan tinggi tanaman

Uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada Tabel 2, menunjukkan perbedaan pengaruh antar perlakuan. Penggunaan kombinasi zat pengatur tumbuh IBA, BAP, dan kinetin memberikan respon terhadap tinggi *A. beccariana* pada 8 minggu setelah tanam. Interaksi antara IBA + BAP berbeda nyata dengan IBA + kinetin. IBA + BAP memberikan nilai rata-rata lebih tinggi dibanding IBA + Kinetin. Pertambahan tinggi terbaik pada kombinasi IBA + BAP terdapat dalam media dengan kombinasi IBA 0,1 mg/L + BAP 0,05 mg/L dengan nilai rata-rata sebesar 1,70 cm dan terendah pada IBA 0,0 mg/L + BAP 0,00 mg/L dengan nilai rata-rata 0,26 cm. Sedangkan pertambahan tertinggi pada kombinasi IBA + Kinetin yaitu pada IBA 0,3 mg/L + Kinetin 0,03 mg/L yaitu sebesar 0,59 cm dan terkecil terdapat dalam media IBA 0,5 mg/L + kinetin 0,03 mg/L dengan nilai 0,12 cm.

Berdasarkan penelitian ini diketahui pula pengaruh tunggal dari masing-masing zat pengatur tumbuh IBA, BAP dan kinetin. Semakin bertambahnya konsentrasi IBA di dalam media (BAP 0 mg/L atau kinetin 0 mg/L) maka pertambahan tinggi tanaman cenderung meningkat. Demikian juga halnya dengan pengaruh BAP tunggal (IBA 0 mg/L). Semakin bertambahnya konsentrasi BAP, maka pertambahan tinggi tunas juga meningkat hingga pada konsentrasi 0,03 mg/L. Pemberian kinetin tidak menunjukkan pengaruh yang positif terhadap pertambahan tinggi tunas. Seba-

Tabel 2. Hasil Uji Duncan Terhadap Pengaruh Perlakuan Kombinasi Auksin (A) dan Sitokinin (S) pada Pertambahan Tinggi *A. beccariana* pada 8 MST

Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh	IBA (mg/L) (A)				
	0.00 (A1)	0.10 (A2)	0.30 (A3)	0.50 (A4)	
BAP (mg/L) (S)	0.00 (S1)	0,26 ^{hijk}	0,43 ^{fg hijk}	0,62 ^{efghi}	0,85 ^{cdef}
	0.01 (S2)	0,80 ^{cdefg}	1,47 ^{ab}	0,88 ^{cde}	1,64 ^a
	0.03 (S3)	1,18 ^{bc}	1,44 ^{ab}	1,09 ^{bcd}	0,80 ^{cdefg}
	0.05 (S4)	1,16 ^{bc}	1,70 ^a	1,50 ^{ab}	1,22 ^{bc}
Kinetin (mg/L) (S)	0.00 (S5)	0,56 ^{efghijk}	0,16 ^{jk}	0,28 ^{hijk}	0,68 ^{cdefg}
	0.01 (S6)	0,36 ^{ghijk}	0,39 ^{ghijk}	0,43 ^{fg hijk}	0,22 ^{ijk}
	0.03 (S7)	0,27 ^{hijk}	0,34 ^{hijk}	0,59 ^{efghij}	0,12 ^{ijk}
	0.05 (S8)	0,31 ^{hijk}	0,37 ^{ghijk}	0,36 ^{ghijk}	0,33 ^{hijk}

Keterangan: Angka dalam kelompok pada kolom dan baris yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT pada tingkat kepercayaan 5,00%

liknya dengan semakin meningkatnya konsentrasi kinetin, pertambahan tinggi tanaman semakin menurun.

Elongasi eksplan gaharu (*A. beccariana*) dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal dari bahan tanaman. Faktor internal dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman, sedangkan faktor eksternal adalah faktor lingkungan tumbuh seperti suhu, cahaya, kelembaban serta zat pengatur tumbuh. Pada bagian ini akan dibahas pengaruh/peranan zat pengatur tumbuh terhadap kemampuan elongasi *A. beccariana in vitro*.

Menurut Gunawan (1992), salah satu fungsi auksin (IBA) adalah dapat memperpanjang sel-sel tanaman. Auksin berperan sebagai pengembangan sel (perpanjangan sel). Media dengan penambahan IBA pada taraf 0 mg/L, 0,1 mg/L, 0,3 mg/L, dan 0,5 mg/L pada kombinasi BAP maupun kinetin pada taraf 0,00 mg/L memperlihatkan pertambahan tinggi maupun jumlah ruas yang selalu signifikan. Abidin (1985), menambahkan bahwa pada konsentrasi auksin tertentu dapat menaikkan tekanan osmotik, peningkatan permeabilitas sel terhadap air, pengurangan tekanan pada dinding sel, meningkatkan sintesis protein, meningkatkan plastisitas dan pengembangan dinding sel. Peranan auksin mendorong perpanjangan sel (*sel elongation*) dengan cara mempengaruhi metabolisme dinding sel. Efeknya adalah

banyak bahan dinding sel primer yang dihasilkan dan didepositkan pada ke dua ujung sel, kemudian struktural sel diregangkan sehingga dimungkinkan deposit dinding sel yang lebih banyak. Dengan demikian ujung tunas terjadi perpanjangan sel. Lebih lanjut Gunawan (1992), menyatakan pengaruh auksin terhadap pertumbuhan jaringan tanaman yaitu dengan cara menginduksi sekresi H^+ ke luar sel melalui dinding sel. Pengasaman dinding sel menyebabkan susunan matrix dinding sel merenggang (*wall loosening*), akibatnya air menjadi masuk ke dalam sel, sehingga sel membesar.

Pada perlakuan media dengan kombinasi IBA 0 mg/L + BAP pada taraf 0,01 dan 0,03 mampu menghasilkan tinggi planlet yang signifikan. Sedangkan peningkatan konsentrasi BAP 0,05 mg/L cenderung menurunkan tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Lan-juan et al (2005), media MS dengan penambahan BA pada konsentrasi yang tinggi (2,6-5,2 $\mu\text{mol/l}$) dapat menghasilkan tunas *Aquilaria agallocha* yang transparan (seperti vitrous) dan menghambat elongasi tunas.

Kombinasi IBA 0 mg/L + kinetin 0,01, 0,03, dan 0,05 mg/L pada hasil uji Duncan menunjukkan rata-rata tinggi yang semakin menurun dibanding perlakuan kontrol. Penambahan konsentrasi IBA 0,3 dan 0,5 mg/L baik pada kombinasi BAP maupun kinetin pada taraf 0,01, 0,03, 0,05 mg/L tidak menyebabkan penambahan tinggi. Hal ini diduga bahwa penambahan taraf auksin (IBA) dapat mempengaruhi pertambahan tinggi yaitu dampak kelebihan jumlah auksin akan ditranslokasikan ke bagian pangkal untuk pembentukan kalus dan akar akibatnya pertambahan tinggi terhambat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Weier et al. (1974) dalam Abidin (1985) pada penelitiannya terhadap tanaman tembakau, bahwa dengan penambahan konsentrasi auksin akan terbentuk kalus/akar pada bagian ujung maupun pangkal yang terinisiasi (Gambar 1).

Berdasarkan Tabel 2 dan 3, penambahan konsentrasi IBA 0,1 mg/L + BAP 0,05 mg/L merupakan kombinasi terbaik untuk elongasi. Pada kombinasi dan taraf ini diduga mekanisme kerja IBA dan BAP paling efektif dibanding perlakuan yang lain. Sedangkan perlakuan kombinasi

IBA dan kinetin hanya menghasilkan pertambahan tinggi rata-rata yang lebih rendah. Hal ini diduga mekanisme kerja IBA dan kinetin kurang efektif terhadap pertambahan tinggi. Santosa (1993) dalam Maulida (2004) menyatakan bahwa BAP lebih cenderung merangsang multiplikasi tunas dibanding kinetin. Sedangkan kinetin lebih cenderung mempercepat induksi tunas. Selain itu kesesuaian pemakaian zat pengatur tumbuh juga merupakan faktor pembatas bagi spesies tanaman, (Wattimena 1992).

Pertambahan jumlah ruas

Uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada Tabel 3 menunjukkan perbedaan pengaruh antar perlakuan. Penggunaan kombinasi zat pengatur tumbuh IBA, BAP, dan kinetin memberikan respon terhadap jumlah ruas *A. beccariana* pada 8 minggu setelah tanam. Interaksi antara IBA + BAP berbeda nyata dengan IBA + kinetin. Pertambahan jumlah ruas terbaik pada kombinasi IBA + BAP terdapat dalam media dengan kombinasi IBA 0,3 mg/L + BAP 0,05 mg/L dengan nilai rata-rata sebesar 6,50 ruas dan terendah pada IBA 0,0 mg/L + BAP 0,00 mg/L dengan nilai rata-rata 0,00 ruas. Sedangkan pertambahan jumlah ruas terbanyak pada kombinasi IBA + Kinetin yaitu pada IBA 0,1 mg/L + Kinetin 0,01 mg/L yaitu sebesar 1,50 ruas dan terkecil terdapat dalam media IBA 0,5 mg/L + kinetin 0,03 mg/L dengan nilai 0,00 ruas.

Dari penelitian ini juga diketahui pengaruh tunggal dari masing-masing zat pengatur tumbuh IBA, BAP dan kinetin. Dengan semakin bertambahnya konsentrasi IBA di dalam media (BAP 0 mg/L atau kinetin 0 mg/L) maka pertambahan jumlah ruas tanaman cenderung meningkat. Demikian juga halnya dengan pengaruh BAP tunggal (IBA 0 mg/L). Semakin bertambahnya konsentrasi BAP, maka pertambahan jumlah ruas juga meningkat hingga pada konsentrasi 0,05 mg/L. Sebaliknya, kinetin tidak menunjukkan pengaruh yang positif terhadap pertambahan jumlah ruas. Tetapi dengan semakin meningkatnya konsentrasi kinetin, pertambahan jumlah ruas tanaman semakin menurun.

Pada perlakuan media dengan kombinasi IBA 0 mg/L + BAP pada taraf 0,01 dan 0,03 mampu menghasilkan jumlah ruas

Tabel 3. Hasil uji Duncan terhadap pengaruh perlakuan kombinasi auksin (a) dan sitokinin (s) pada penambahan jumlah ruas *A. beccariana* pada 8 MST

Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh		IBA (mg/L) (A)			
		0.00 (A1)	0.10 (A2)	0.30 (A3)	0.50 (A4)
BAP (mg/L) (S)	0.00 (S1)	0,00 ⁱ	0,80 ^{fghi}	2,30 ^{defg}	2,00 ^{defgh}
	0.01 (S2)	3,33 ^{bcd}	5,55 ^a	3,22 ^{bcde}	5,40 ^a
	0.03 (S3)	4,86 ^{ab}	5,86 ^a	4,73 ^{abc}	3,09 ^{cde}
	0.05 (S4)	4,90 ^{ab}	6,40 ^a	6,50 ^a	5,25 ^a
Kinetin (mg/L) (S)	0.00 (S5)	1,00 ^{fghi}	0,00 ⁱ	1,15 ^{fghi}	2,60 ^{def}
	0.01 (S6)	0,60 ^{ghi}	1,50 ^{efghi}	0,70 ^{ghi}	0,40 ^{hi}
	0.03 (S7)	0,00 ⁱ	0,40 ^{hi}	1,50 ^{efghi}	0,00 ⁱ
	0.05 (S8)	0,20 ^{hi}	0,30 ^{hi}	1,30 ^{fghi}	0,40 ^{hi}

Keterangan: Angka dalam kelompok pada kolom dan baris yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT pada tingkat kepercayaan 5.00%

yang signifikan. Sedangkan peningkatan konsentrasi BAP 0,05 mg/L cenderung menurunkan jumlah ruas planlet yang dihasilkan. Kombinasi IBA 0 mg/L + kinetin 0,01, 0,03, dan 0,05 mg/L pada hasil uji Duncan juga menunjukkan rata-rata jumlah ruas yang semakin menurun dibanding perlakuan kontrol.

Penambahan konsentrasi IBA 0,3 dan 0,5 mg/L baik pada kombinasi BAP maupun kinetin pada taraf 0,01, 0,03, 0,05 mg/L tidak menyebabkan penambahan jumlah ruas planlet. Hal ini diduga bahwa penambahan taraf auksin (IBA) dapat mempengaruhi pertumbuhan jumlah ruas yaitu dampak kelebihan jumlah auksin akan ditranslokasikan ke bagian pangkal untuk pembentukan kalus dan akar akibatnya pertumbuhan jumlah ruas terhambat.

Pertambahan jumlah tunas baru

Uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada tabel 4 menunjukkan perbedaan pengaruh antar perlakuan. Penggunaan kombinasi zat pengatur tumbuh IBA, BAP, dan kinetin memberikan respon terhadap pertumbuhan jumlah tunas *A. beccariana* pada 8 minggu setelah tanam (Tabel 4). Interaksi antara IBA + BAP berbeda nyata dengan IBA + kinetin. Pertambahan jumlah tunas terbaik pada kombinasi IBA + BAP terdapat dalam media dengan kombinasi IBA 0,0 mg/L + BAP 0,03 mg/L dengan nilai rata-rata sebesar 1,91 tunas dan terendah pada IBA 0,0 mg/L +

Tabel 4. Hasil uji Duncan terhadap pengaruh perlakuan kombinasi auksin (a) dan sitokinin (s) pada penambahan jumlah tunas baru *A. beccariana* pada 8 MST

Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh		IBA (mg/L) (A)			
		0.00 (A1)	0.10 (A2)	0.30 (A3)	0.50 (A4)
BAP (mg/L) (S)	0.00 (S1)	1,00 ^{cde}	1,00 ^{cde}	1,00 ^{cde}	1,00 ^{cde}
	0.01 (S2)	1,67 ^a	1,27 ^c	1,33 ^{bc}	1,11 ^{cde}
	0.03 (S3)	1,91 ^a	1,64 ^{ab}	1,64 ^{ab}	1,22 ^{cd}
	0.05 (S4)	1,80 ^a	1,90 ^a	1,80 ^a	1,60 ^{ab}
Kinetin (mg/L) (S)	0.00 (S5)	1,10 ^{cde}	1,00 ^{cde}	1,00 ^{cde}	1,00 ^{cde}
	0.01 (S6)	0,90 ^{de}	1,00 ^{cde}	1,00 ^{cde}	0,80 ^e
	0.03 (S7)	1,00 ^{cde}	1,00 ^{cde}	1,00 ^{cde}	0,80 ^e
	0.05 (S8)	1,00 ^{cde}	1,00 ^{cde}	1,00 ^{cde}	0,90 ^{de}

Keterangan: Angka dalam kelompok pada kolom dan baris yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT pada tingkat kepercayaan 5.00%

BAP 0,00 mg/L dengan nilai rata-rata 1,00 tunas. Sedangkan pada perlakuan kombinasi IBA dan Kinetin tidak terjadi pertumbuhan jumlah tunas.

Dari penelitian ini diketahui pengaruh tunggal dari masing-masing zat pengatur tumbuh IBA, BAP dan kinetin. Dengan semakin bertambahnya konsentrasi IBA di dalam media (BAP 0 mg/L atau kinetin 0 mg/L) maka pertumbuhan jumlah tunas tanaman cenderung meningkat. Demikian juga halnya dengan pengaruh BAP tunggal (IBA 0 mg/L). Semakin bertambahnya konsentrasi BAP, maka pertumbuhan jumlah tunas juga meningkat hingga pada konsentrasi 0,03 mg/L. Sebaliknya, kinetin tidak menunjukkan pengaruh yang positif terhadap pertumbuhan jumlah tunas. Semakin meningkatnya konsentrasi kinetin tidak menambah jumlah tunas yang dihasilkan. Disamping itu pada perlakuan tersebut tunas yang dihasilkan tidak membentuk tunas yang normal/transparan (*vitrous*).

Pada penelitian ini pada umumnya terjadi pembentukan kalus. Kalus yang terbentuk berwarna bening kehijauan sampai hijau, bertekstur padat dan kompak. Kalus terbentuk pada pengamatan minggu ke-3 dan selalu mengalami pertumbuhan besar tetapi tidak mempengaruhi bentuk tunas.

Kalus terbentuk pada bagian pangkal ruas yang kontak langsung dengan media. Kalus terbentuk dan membesar seiring dengan peningkatan konsentrasi IBA yang ditambahkan. Pada konsentrasi IBA 0,3-0,5



Gambar 1. Kalus terbentuk pada *shootlet*

mg/L kalus yang terbentuk lebih besar dibanding dengan kontrol.

Kombinasi IBA + BAP tidak mengalami pembentukan akar pada semua taraf perlakuan, serta pada kombinasi ini warna planlet yang dihasilkan terlihat hijau tua. Media dengan kombinasi IBA 0,5 mg/L + kinetin 0,05 mg/L akar mulai terbentuk pada minggu ke-4. Akar yang terbentuk merupakan akar adventif yang berjumlah satu sampai dua akar dengan warna putih kecoklatan.

Penambahan taraf konsentrasi IBA + BAP/kinetin tidak mampu memperbanyak jumlah tunas yang dihasilkan. Berbeda pada penelitian yang dilakukan oleh Rosdayanti, (*personal communication* 2007) penelitian dengan menggunakan kombinasi sitokinin (BAP dan kinetin) pada taraf 1 mg/L dan 0,5 mg/L mampu menghasilkan 4-5 tunas adventif pada *Aquilaria malaccensis*. Hal ini diduga bahwa kombinasi auksin dan sitokinin efektif dalam multiplikasi vertikal (*elongasi*) sedangkan kombinasi sitokinin mampu menghasilkan multiplikasi horisontal.

Kombinasi IBA + BAP berpengaruh pada pembentukan kalus pada semua taraf perlakuan, begitu juga pada kontrol terlihat adanya pembentukan kalus pada bagian pangkal. Pembentukan kalus yang terjadi diduga akibat adanya auksin endogenous (IAA) yang terbentuk secara alami pada bagian meristem.

Kombinasi IBA + kinetin berpengaruh pada pembentukan kalus pada pengamatan minggu ke-3. Media dengan penambahan IBA + kinetin pada semua taraf mempengaruhi pembentukan kalus.



Gambar 2. Akar terbentuk pada minggu ke-4

Pemakaian IBA dan kinetin pada konsentrasi yang tinggi yaitu IBA 0,3 dan 0,5 mg/L + kinetin 0,01, 0,03, dan 0,05 mg/L cenderung terbentuk planlet yang tidak sempurna. Pada minggu ke-3 planlet mulai terbentuk kalus yang membesar kemudian secara perlahan akan menutupi seluruh bagian planlet sehingga planlet tidak mengalami pertumbuhan tinggi, tidak beruas, serta tidak mengalami pertumbuhan tunas baru pada ketiak daun. Planlet yang terbentuk menjadi kerdil dan berwarna kuning kehijauan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa,

- Penambahan zat pengatur tumbuh auksin (IBA) dan sitokinin (BAP/kinetin) berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan jumlah ruas, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah tunas planlet *A. beccariana*.
- Kombinasi auksin IBA 0,1 mg/L dan sitokinin BAP 0,05 mg/L memberikan hasil yang paling optimal dalam peningkatan tinggi dan jumlah ruas *A. beccariana* pada minggu ke-8 dengan pertumbuhan tinggi rata-rata hasil uji Duncan sebesar 1,70 cm dan jumlah ruas rata-rata sebesar 6,40 ruas.
- Kombinasi auksin IBA 0 mg/L dan sitokinin BAP 0,03 mg/L memberikan hasil yang paling optimal dibanding perlakuan yang lain dalam peningkatan jumlah tunas *A. beccariana* pada minggu ke-8 dengan rata-rata hasil uji Duncan's sebesar 1,91 tunas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin Z (1985) Dasar-dasar Pengetahuan Tentang Zat Pengatur Tumbuh. Bandung: Penerbit Angkasa
- Asgarin (2005) Budidaya, Teknik Inokulasi, Cara Pemanenan, dan Induksi Gaharu. *makalah*, Pelatihan Budidaya dan Pengolahan Gaharu. SEAMEO-BIOTROP, Bogor
- BPS (1981–1996) Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia (Indonesian Foreign Trade Statistics) Vol. I & II. Biro Pusat Statistik Indonesia. Jakarta
- BSN (2004) *Standar Nasional Indonesia Gaharu*. <http://www.dephut.go.id/INFORMAS/ISNI/gaharu.HTM>. Diakses 30 Februari 2016
- CITES (2005) Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna: Resolution of the conference of the attendant parties. 13th meeting, 2-14th October, 2004; Bangkok, Thailand
- Gasperz, Vincent (1991) Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu-Ilmu Pertanian, Ilmu-Ilmu Teknik dan Biologi. Bandung: Penerbit Armico
- Gunawan LW (1992) Teknik Kultur Jaringan Tanaman. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- IUCN (2015) World Conservation Monitoring Centre, *Aquilaria beccariana*. The IUCN Red List of Threatened Species Threatened Species 1998: e.T38067A10095644.. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T38067A10095644.en>. Diakses Februari 2015
- Lan-Juan Hu, He M, Qi S (2005) Rapid In Vitro Propagation of Medicinally Important *Aquilaria agallocha*. J Zhejiang Univ Sci B. 2005 Aug; 6: 849-852
- Maulida (2005) Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh IBA dan BAP pada Perbanyakkan Tanaman Jarak Kaliki (*Ricinus communis* L.) Varietas Bangkok secara In Vitro [skripsi]. Bogor: Departemen Biologi. Fakultas MIPA. Institut Pertanian Bogor
- Murashige T, Skoog F (1962) A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant* 15:473-497
- Soehartono T, Mardiasuti A (2003) Pelaksanaan Konvensi CITES di Indonesia. terjemahan dari Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Japan International Cooperation Agency-Jakarta. <http://www.worldcat.org/title/pelaksanaan-konvensi-cites-di-indonesia/oclc/225522402>. Diakses Februari 2016
- Wattimena GA (1992) *Bioteknologi Tanaman*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor