

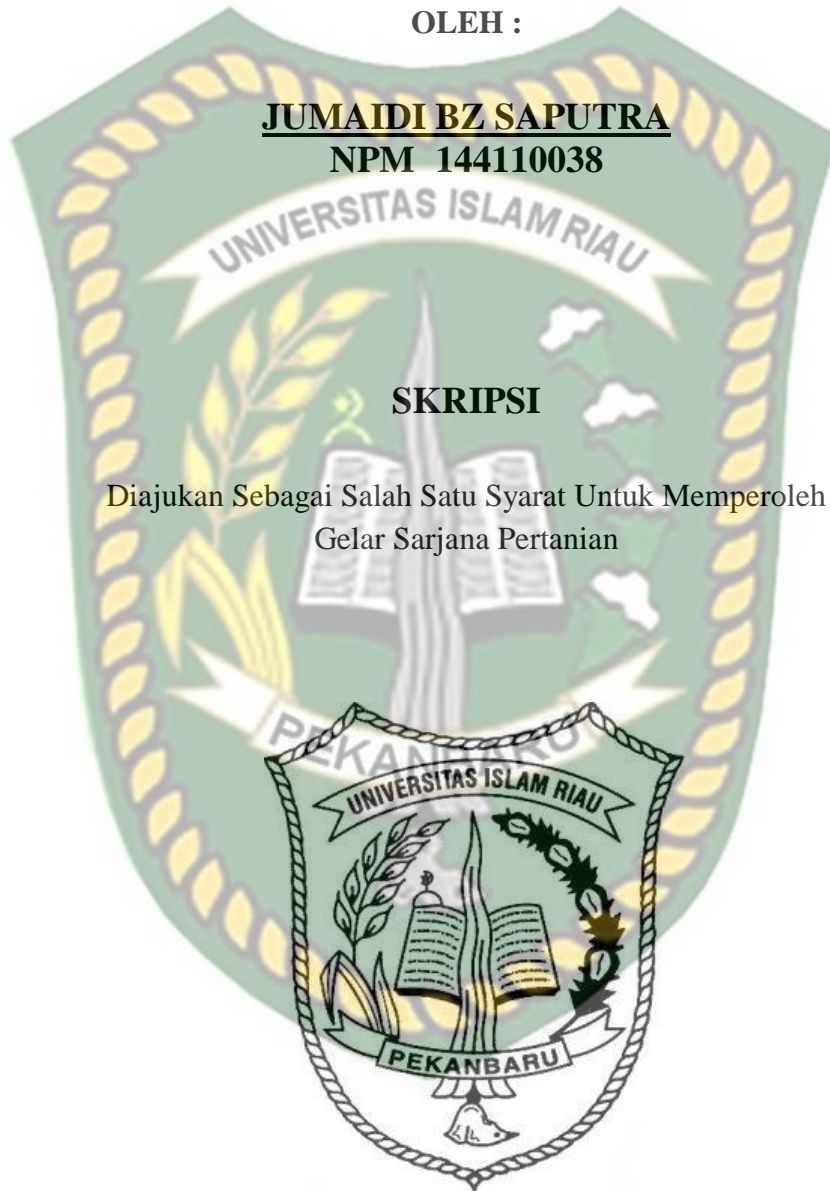
**UJI KONSENTRASI BAP DAN BERBAGAI SUMBER EKSPLAN
PADA MIKROPROPAGASI TANAMAN GAHARU
(*Aquilaria malaccensis*) SECARA *IN VITRO***

OLEH :

JUMAIDI BZ SAPUTRA
NPM 144110038

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pertanian



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019**

UJI KONSENTRASI BAP DAN BERBAGAI SUMBER EKSPLAN
PADA MIKROPROPAGASI TANAMAN GAHARU
(*Aquilaria malaccensis*) SECARA *IN VITRO*

SKRIPSI

NAMA : JUMAIDI BZ SAPUTRA
NPM : 144110038
PROGRAM STUDI : AGROTEKNOLOGI

KARYA ILMIAH INI TELAH DIPERTAHANKAN
DALAM UJIAN KOMPREHENSIF YANG DILAKSANAKAN PADA
HARI SENIN 11 MARET 2019
DAN TELAH DISEMPURNAKAN SESUAI SARAN YANG DISEPAKATI.
KARYA ILMIAH INI MERUPAKAN SYARAT PENYELESAIAN STUDI
PADA FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS ISLAM RIAU

MENYETUJUI

Pembimbing I

Dr. Ir. H. T. Edv Sabli, M.Si

Pembimbing II

Mardaleni, SP., M.Sc



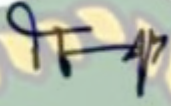

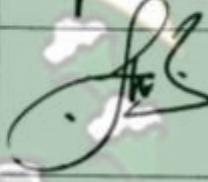

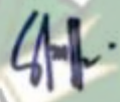
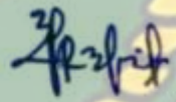
Dr. Ir. Ujang Paman Ismail, M. Agr



H. Ernita, MP

SKRIPSI INI TELAH DI UJI DAN DIPERTAHANKAN
DI DEPAN PANITIA SARJANA FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU

TANGGAL 11 MARET 2019

| No. | Nama | TandaTangan | Jabatan |
|-----|-------------------------------|--|------------|
| 1 | Dr. Ir. H. T. Edy Sabli, M.Si |  | Ketua |
| 2 | Mardaleni, SP, M.Sc |  | Sekretaris |
| 3 | Dr. Ir. Siti Zahrah, MP |  | Anggota |
| 4 | Drs. Maizar, MP |  | Anggota |
| 5 | Selvia Sutriana, SP., MP |  | Anggota |
| 6 | Sri Mulyani, SP, M.Si |  | Notulen |

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

أَطْلُبُوا الْعِلْمَ مِنَ الْمَهْدِ إِلَى اللَّهْدِ

“Utlubul ‘ilma minal mahdi ilal lahdi”

Artinya : “Tuntutlah ilmu sejak dari buaian sampai liang lahat”

يَعْلَمُونَ لَا وَمِمَّا أَنْفُسِهِمْ وَمِنَ الْأَرْضِ تُنْبِتُ مِمَّا كَلَّمَهَا الْأَزْوَاجَ خَلَقَ الَّذِي سُبْحَانَ

Artinya: “Maha Suci Tuhan yang telah menciptakan pasangan-pasangan semuanya, baik dari apa yang ditumbuhkan oleh bumi dan dari diri mereka maupun dari apa yang tidak mereka ketahui.” (QS Yasinn:36)

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

KATA PERSEMBAHAN



“Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh”

Alhamdulillah... Alhamdulillah... Alhamdulillahirobbil'alamin, sujud syukurku persembahkan kepadamu ya ALLAH yang Maha Agung nan Maha Tinggi, Maha adil nan Maha Penyayang, atas takdirmu telah kau jadikan aku manusia yang senantiasa berfikir, berilmu, beriman dan bersabar dalam menjalani hidup ini. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal bagiku untuk meraih cita-cita besarku.

Detik yang berlalu, jam yang berganti, hari yang berrotasi, bulan dan tahun silih berganti hari ini Senin, 11 Maret 2019 saya persembahkan sebuah karya tulis buat kedua orang tua dan keluarga sebagai bukti dan tanggung jawab perjuangan saya untuk membanggakan mereka meskipun tidak seimbang dengan perjuangan yang diberikan mereka, namun saya yakin yang saya lakukan hari ini merupakan langkah awal untuk saya membuat senyuman bangga kepada keluarga saya terutama ayah dan ibu.

Kupersembahkan kepada Bahari (ayah) dan Zuriati (ibu) Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terimakasih yang tidak terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada ayah dan ibu yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan dan cinta kasih yang tidak terhingga yang tidak mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat ayah dan ibu bahagia, karena kusadar selama ini belum bisa berbuat yang lebih untuk ayah dan ibu yang selalu membuat termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku menjadi lebih baik. Terimakasih Ayah... Terimakasih Ibu...

Atas kesabaran, waktu dan ilmu yang telah diberikan untuk itu penulis persembahkan ungkapan terimakasih Kepada Bapak Dr. Ir. U.P. Ismail, M.Agr selaku Dekan, Ibu Ir. Ernita, MP selaku Ketua Program studi Agroteknologi dan Bapak M. Nur, SP, MP selaku Sekretaris Program Studi Agroteknologi, dan terkhusus kepada Bapak Dr. Ir. H. T. Edy Sabli, M.Si selaku Pembimbing I dan Ibu Mardaleni, SP.,M.Sc selaku Pembimbing II terima kasih atas bimbingan, masukan dan nasehat dalam penyelesaian tugas akhir penulis selama ini dan terimakasih atas waktu dan ilmu yang telah diberikan sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.

Dalam setiap langkahku aku berusaha mewujudkan harapan-harapan yang kalian impikan diriku, meski belum semua itu kuraih, insya allah atas dukungan doa restu semua mimpi itu kan terjawab di masa penuh kehangatan nanti. Untuk itu

saya persembahkan rasa terimakasih kepada Adindaku Ade Firansyah, mereka adalah penyemangat dan motivasinya saya selama ini.

Tidak lupa pula saya persembahkan kepada Sahabat seperjuangan Agroteknologi : Ibu Mardiah sekeluarga, bang Noor Arief Hardi sekeluarga, Ade Ari A, M. Rizal F, Rian J, Pendi A, Aditya R, Wisnu S, Eko P, Rahman L, Amin, Fajar, Dedi I, M. Wahid, Pendi, Nazir, Aditya B, R. Pauji, Ari S, Ady I, Wahyu T, Dedi S, Porinus, Rangga, Topik SP, Arvin P, Clemens SP, Komaruddin, Ali Imran, Alaikal, Herman, Rian A, Mansyur, Panji SP, Mardani, SP, Mustofa, Muis, Herbangkit G, Rino, Samora SP, Rijar, Ijek, Kevino, Salomo, Zulfikar, Nanda, Hadi S, Apri P, M. Deny, Andri SP, M. Dian SP, Yulia C SP, Dewi, Leny, Winda, Isti, Yana, Widya, Bahagia P, Rizka wildani.,SP. Terimakasih atas kebersamaan kita selama ini, terimakasih telah memberiku kebahagiaan dan melalui banyak hal bersama kalian. Kalian adalah saksi perjuanganku selama ini dan sampai detik ini. Kalian bukan hanya sekedar sahabat tapi kalian adalah keluarga bagiku. Suatu kehormatan bisa berjuang bersama kalian, semoga perjuangan kita dibalas oleh Tuhan Yang Maha Esa dengan sesuatu yang indah.

Terimakasih juga kepada Teman sekaligus Sahabat kelas A Agroteknologi 2014: Arianto, Nelsi, Mustika hendra, Sucitra, Dedi kurniawan, Wisnu sagara,.SP, Fajar Abdi, M.Wahid.,SP, BSA Wahid, Dody, Doni saputra,.SP, Wahyu Mulyati Fitri, Feri Pratama, dewi lestari,.SP, Rahmayani,.SP, Otri Handayani dan kawan-kawan seperjuangan lainnya. Terimakasih atas kebersamaannya selama ini. terimakasih atas ketulusan cinta dan kasih sayangnya. Kalian adalah saksi perjuanganku selama ini dan sampai detik ini. Kalian bukan hanya sekedar sahabat tapi kalian adalah keluarga bagiku. Serta terima kasih kepada semua teman-teman angkatan 2015, 2014, 2013, 2012 dan Senior-senior yang telah membantu selama ini.

“Wassalamualaikum warahmatullahi wabarokatuh”.

BIOGRAFI PENULIS



Jumaidi BZ Saputra, dilahirkan di Danau Binguang pada tanggal 12 Mei 1996, merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Bahari dan Ibu Zuriati. Telah menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri 031 Pandau Jaya. Siak Hulu, Kab. Kampar pada tahun 2008, kemudian menyelesaikan pendidikan Sekolah Madrasah Tsanawiyah Negeri (MTSN) Bukit Raya, Kec. Bukit Raya. Pekanbaru pada tahun 2011, kemudian menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian Terpadu Provinsi Riau (SMKN PT. Prov. Riau), Pekanbaru, Riau pada tahun 2014. Kemudian penulis meneruskan pendidikan pada tahun 2014 ke perguruan tinggi Fakultas Pertanian Program Studi Agroteknologi (SI) Universitas Islam Riau Kota Pekanbaru, Provinsi Riau dan telah menyelesaikan perkuliahan serta dipertahankan dengan ujian Komprehensif pada meja hijau dan memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada tanggal 11 Maret 2019 dengan judul “Uji Konsentrasi BAP dan Berbagai Sumber Eksplan pada Mikropropagasi Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) secara *In – Vitro*”.

Jumaidi BZ Saputra., SP

ABSTRAK

Jumaidi BZ Saputra (NPM 144110038) Penelitian berjudul “Uji Konsentrasi BAP dan Berbagai Sumber Eksplan pada Mikropropagasi Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) secara *In – Vitro*” telah dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution, KM 11 No. 113, Marpoyan, Kelurahan Air Dingin, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru. Pelaksanaan penelitian selama 6 bulan terhitung dari bulan Januari sampai Juni 2018. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh interaksi dan utama konsentrasi BAP dan berbagai sumber eksplan pada Mikropropagasi tanaman Gaharu.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama konsentasi BAP (B) yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu 0, 0,5, 1 dan 1,5 mg/l dan faktor kedua Berbagai Sumber Eksplan (A) yaitu akar, bonggol, buku dan daun. Parameter yang diamati adalah persentase hidup eksplan, persentase eksplan yang membentuk tunas, umur eksplan mulai membentuk tunas, jumlah tunas per eksplan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi berbagai konsentrasi BAP dan berbagai sumber eksplan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter yang di uji (persentase hidup eksplan, persentase eksplan membentuk tunas, umur eksplan membentuk tunas, jumlah tunas per eksplan). Berbagai konsentrasi BAP memperlihatkan pengaruh nyata terhadap parameter persentase hidup eksplan, umur eksplan membentuk tunas dan jumlah tunas per eksplan dengan perlakuan terbaik yaitu 1,5 mg/l BAP (B3). Berbagai sumber eksplan memperlihatkan pengaruh nyata terhadap semua parameter (persentase hidup eksplan, persentase eksplan membentuk tunas, umur eksplan membentuk tunas dan jumlah tunas dengan perlakuan terbaik eksplan buku (E3).

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya. Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Uji Konsentrasi BAP dan Berbagai Sumber Eksplan pada Mikropropagasi Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) secara In – Vitro”.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. H. T. Edy Sabli, M.Si selaku dosen pembimbing I dan Ibu Mardaleni, SP.,M.Sc selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Dekan, Ibu Ketua Program Studi Agroteknologi, Bapak/Ibu Dosen dan Tata Usaha Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Orang Tua yang selalu memberi doa, semangat dan dukungan serta Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas segala dukungan dan bantuan baik moril maupun materil dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih belum sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun, demi kesempurnaan skripsi ini, dan untuk itu penulis mengucapkan terimakasih dan berharap semoga skripsi ini bermanfaat untuk pengembangan ilmu pertanian dimasa mendatang.

Pekanbaru, Maret 2019

JUMAIDI BZ SAPUTRA.,SP

DAFTAR ISI

| | <u>Halaman</u> |
|---|----------------|
| ABSTRAK..... | i |
| KATA PENGANTAR | ii |
| DAFTAR ISI..... | iii |
| DAFTAR TABEL..... | iv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | v |
| DAFTAR GAMBAR..... | vi |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang..... | 1 |
| B. Tujuan Penelitian..... | 4 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| III. BAHAN DAN METODE..... | 17 |
| A. Tempat dan Waktu..... | 17 |
| B. Bahan dan Alat..... | 17 |
| C. Rancangan Percobaan | 17 |
| D. Pelaksanaan Penelitian..... | 19 |
| E. Parameter pengamatan..... | 23 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 24 |
| A. Persentase Hidup Eksplan (%)..... | 24 |
| B. Persentase Eksplan yang Membentuk Tunas (%)..... | 28 |
| C. Umur Eksplan Mulai Membentuk Tunas (Hari)..... | 31 |
| D. Jumlah Tunas Per Eksplan (Tunas) | 33 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN..... | 37 |
| A. Kesimpulan..... | 37 |
| B. Saran | 37 |
| RINGKASAN | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA | 41 |
| LAMPIRAN..... | 44 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | | <u>Halaman</u> |
|--|----|----------------|
| 1. Kombinasi Perlakuan Konsentrasi BAP dan Berbagai Sumber Eksplan | 18 | |
| 2. Rerata Persentase Hidup Eksplan (%)..... | 24 | |
| 3. Rerata Persentase Eksplan yang Membentuk Tunas (%)..... | 29 | |
| 4. Rerata Umur Eksplan Mulai Membentuk Tunas (Hari)..... | 31 | |
| 5. Rerata Jumlah Tunas Per Eksplan (Tunas)..... | 34 | |



DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | <u>Halaman</u> |
|---|----------------|
| 1. Jadwal Penelitian..... | 44 |
| 2. Komposisi Media Dasar Murashige dan Skoog (MS) | 45 |
| 3. Skema Pembuatan Media Dasar Murashige dan Skoog (MS) | 46 |
| 4. Denah Percobaan di Laboratorium..... | 47 |
| 5. Analisis Ragam ANOVA..... | 48 |
| 6. Dokumentasi penelitian..... | 49 |



DAFTAR GAMBAR

| Lampiran | <u>Halaman</u> |
|---|----------------|
| 1. Gambar 1. Kultur berbagai eksplan tanaman gaharu..... | 25 |
| 2. Gambar 2. Kultur eksplan Buku (nude) tanaman gaharu pada media ½ MS... | 34 |
| 3. Gambar 3. Biji Tanaman Gaharu yang digunakan sebagai eksplan awal..... | 50 |
| 4. Gambar 4. Eksplan bersumber dari kultur tanaman gaharu..... | 50 |
| 5. Gambar 5. Kunjungan pembimbing I..... | 51 |
| 6. Gambar 5. Kunjungan pembimbing II..... | 51 |



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Gaharu merupakan unggulan utama Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) di Kalimantan, Sumatra, Sulawesi, Papua. Gaharu adalah bahan aromatik termahal di dunia, karena harga Gaharu kualitas terbaik di pasar Internasional bisa menghasilkan sekitar 2 kg per batang seharga 58 juta. Perburuan Gaharu di hutan alam meningkat dikarenakan harga jualnya yang tinggi sehingga mengancam kelestarian Gaharu. Hal ini menyebabkan Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) di tahun 1994 menetapkan genus *Aquilaria spp.* dan *Grynops sp.* Masuk dalam Apendix II CITES artinya dibatasi perdagangannya dikarenakan populasi yang menyusut oleh perburuan di hutan alam. Pengembangan usahatani Gaharu dan proses menginkulasi pohonnya dengan menerapkan teknologi temuan Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam (P3HKA), satu batang pohon Gaharu berusia 4-5 tahun setelah diinduksi bisa menghasilkan minimal 2 kg gubal Gaharu dalam kurun waktu 1-3 tahun (Anonimus, 2007).

Sejalan dengan perkembangan ilmu dan teknologi industri kimia dan farmasi serta didukung berkembangnya paradigma dunia kedokteran dan pengobatan untuk kembali memanfaatkan bahan tumbuhan alami, produk gaharu selain dibutuhkan sebagai bahan industry parfum dan kosmetika, juga banyak dibutuhkan sebagai bahan obat herbal, untuk pengobatan stress, asma, rheumatik, radang ginjal dan lambung, bahan anti biotik TBC, serta tumor dan kanker. (Purwanto, 2008).

Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa nilai ekspor gaharu dari Indonesia pada tahun 1990-1998 mencapai US \$ 2 juta dan pada akhir tahun 2000 meningkat menjadi US \$ 2,2 juta. Namun sejak tahun 2000 sampai akhir 2002,

ekspor gaharu menurun menjadi 30 ton dengan nilai US \$ 600.000. Penurunan ini disebabkan oleh semakin sulitnya gaharu ditemukan (Aswandi, 2008). Menurut Salampessy (2009), pada tahun 2004 Indonesia mengekspor gaharu terbesar, yaitu ke Singapura 117,64 ton, Arab Saudi 36,35 ton dan Taiwan 21 ton.

Guna menghindari pohon penghasil gaharu tidak punah dan pemanfaatannya dapat lestari maka perlu upaya konservasi, baik *insitu* (di dalam habitat) maupun *exsitu* (di luar habitat) dan budidaya, serta rekayasa untuk mempercepat produksi gaharu dengan teknologi induksi (inokulasi). Perbanyakan tanaman gaharu selama ini dapat dikatakan sangat jarang mengingat biji tanaman gaharu ini bersifat musiman yang buah 1 kali setahun. Oleh karena itu diperlukan teknologi perbanyakan bibit secara *in vitro* atau biasa disebut dengan kultur jaringan. Teknologi perbanyakan bibit secara *in vitro* bermanfaat menghasilkan bibit yang unggul, memiliki sifat-sifat sama dengan induknya, menghasilkan bibit dalam jumlah yang banyak dalam waktu yang singkat, tidak memerlukan tempat yang luas, tidak tergantung pada musim, dan memungkinkan dilakukannya manipulasi genetika (Mulyono, 2010).

Kultur jaringan tanaman bermula dari pembuktian sifat totipotensi (*total genetic potential*) sel, yaitu bahwa setiap sel tanaman yang hidup dilengkapi dengan informasi genetik dan perangkat fisiologis yang lengkap untuk tumbuh dan berkembang menjadi tanaman utuh, jika kondisi sesuai. Teori ini dikemukakan oleh Schwann dan Schleiden pada tahun 1838. Para ahli botani dan fisiologi tumbuhan telah melakukan berbagai penelitian untuk membuktikan teori totipotensi, mencari kondisi yang sesuai untuk regenerasi sel menjadi organism utuh. Haberlandt (1902) mengemukakan bahwa sel tumbuhan yang diisolasi dan dikondisikan dalam lingkungan yang sesuai akan tumbuh dan berkembang menjadi tanaman yang lengkap.

Setiap sel berpotensi membentuk individu baru, melalui kultur *in vitro*, hampir semua organ, jaringan dan sel biasa dijadikan sebagai sumber eksplan. Eksplan awal yang digunakan adalah bersumber dari kultur biji, perkecambahan biji membentuk organ utama tanaman (akar, batang dan daun), organ tanaman yang terbentuk secara *in vitro* ini dijadikan sumber eksplan, kemudian dapat menguji berbagai eksplan kultur *in vitro*, eksplan yang diuji yaitu akar, bonggol (pangkal akar – batang), buku (*adide*), daun. Hasil penelitian menunjukkan potensi masing - masing sumber eksplan untuk membentuk tunas baru, pada media MS yang ditambahkan berbagai konsentrasi BAP.

Media dasar Murashig dan Skoog (MS) merupakan media yang paling banyak digunakan untuk berbagai tujuan kultur dibandingkan dengan media – media yang lain. Media MS dapat digunakan hampir semua jenis tanaman yang dikulturkan.

Teknik kultur jaringan tanaman merupakan teknik perbanyakan tanaman dengan menumbuhkan kembangkan bagian tanaman, baik berupa sel, jaringan atau organ dalam kondisi aseptik secara *in vitro*. Teknik ini di cirikan oleh kondisi kultur aseptik, penggunaan media kultur buatan dengan kandungan nutrisi lengkap dan ZPT (Zat Pengatur Tumbuh), serta kondisi ruang kultur yang suhu dan pencahayaan-nya terkontrol (Yusnita, 2003).

BAP adalah dari golongan Sitokinin yang sangat dibutuhkan dalam proses morfogenesis pada kultur jaringan. Yang termasuk dalam golongan sitokinin adalah kinetin, zeatin dan BAP (*Benzil amino purin*). Sitokinin sangat dibutuhkan dalam proses pembelahan sel dan merangsang inisiasi tunas. Penambahan sitokinin kedalam media kultur pada konsentrasi tertentu dapat memacu pertumbuhan tunas aksilar dan mereduksi tunas apical dari pucuk utama pada kultur jaringan tanaman berdaun lebar (Salisbury dan Ross, 1995).

Berdasarkan uraian dan permasalahan diatas, penulis telah melakukan penelitian tentang “ Uji Konsentrasi BAP dan Berbagai Sumber Eksplan pada Mikropropagasi Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) secara In Vitro “

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian Uji Konsentrasi BAP dan Berbagai Sumber Eksplan pada Mikropropagasi Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) secara In vitro adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh interaksi konsentrasi BAP dan Berbagai Sumber Eksplan terhadap pertumbuhan eksplan Gaharu secara In vitro.
2. Untuk mengetahui pengaruh utama konsentrasi BAP terhadap pertumbuhan eksplan Gaharu secara In vitro.
3. Untuk mengetahui pengaruh utama Berbagai Sumber Eksplan terhadap pertumbuhan eksplan Gaharu secara In vitro.



II. TINJAUAN PUSTAKA

Pohon gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) merupakan salah satu jenis tanaman hutan yang telah dikembangkan dengan teknik kultur jaringan. Jenis *Aquilaria malaccensis* Lamk, merupakan jenis pohon gaharu yang paling banyak ditemukan di Sumatera Utara (Yusnita, 2003).

Taksonomi tanaman gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) menurut Tarigan (2004) adalah sebagai berikut: Kingdom : *Plantae* (tumbuhan), Divisi : *Spermatophyta* (tumbuhan biji), Sub Divisi : *Angiospermae* (tumbuhan biji tertutup), Kelas : *Dikotil* (berbiji belah dua), Sub Kelas : *Dialypetale* (bebas daun bermahkota), Ordo : *Myrtales* (daun tunggal duduknya bersilang), Famili : *Thymeleaceae* (akar berserabut jala), Genus : *Aquilaria*, Species : *Aquilaria malaccensis* Lamk.

Tanaman *Aquilaria malaccensis* memiliki morfologi atau ciri - ciri fisiologi, dimana tinggi pohon mencapai 40 meter dengan diameter 60 cm. Pohon ini memiliki permukaan batang licin, warna keputihan, kadang beralur dan kayunya agak keras. Tanaman ini memiliki bentuk daun lonjong agak memanjang, panjang 6-8 cm, lebar 3-4 cm, bagian ujung meruncing. Daun yang kering berwarna abu-abu kehijauan, agak bergelombang, melengkung, permukaan daun atas - bawah licin dan mengkilap, tulang daun sekunder 12-16 pasang. Tanaman ini memiliki bunga yang mana terdapat diujung ranting, ketiak daun, kadang-kadang terdapat di bawah ketiak daun. Berbentuk lancip, panjang sampai 5 mm. Dan buahnya berbentuk bulat telur, tertutup rapat oleh rambut-rambut yang berwarna merah. Biasanya memiliki panjang hingga 4 cm lebar 2,5 cm (Tarigan, 2004).

Tanaman *Aquilaria spp.* umumnya tumbuh baik di habitat hutan sekunder bekas terbakar pada ketinggian tempat antara 45 - 130 mdpl, dengan kisaran suhu 26

- 33°C, kelembaban udara 60 - 100%, dan kemiringan lahan 0 - 50%, terutama pada tanah ultisol dan inceptisol dengan pH antara 6.4 - 7 dan kelembaban 10 - 75%. Sementara itu menurut Barden *et al.* (2006) *Aquilaria spp.* dapat tumbuh pada ketinggian 0 - 850 mdpl, dengan suhu harian rata - rata 20 - 22°C.

Tumbuhan gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) merupakan salah satu jenis tanaman hutan tropis penghasil resin atau produk dammar yang bernilai ekonomi tinggi. Permintaan dunia akan produk gaharu setiap tahunnya mengalami peningkatan (Sumarna, 2002), namun dibatasi oleh kuota. Kuota untuk Indonesia pada tahun 2000 untuk jenis *Aquilaria flaria* sebanyak 200 ton dan untuk *Aquilaria malaccensis* sebanyak 225 ton, tetapi pada tahun 2005 kuota Indonesia anjlok masing – masing menjadi 125 ton dan 50 ton (Wiguna, 2006).

Pertumbuhan gaharu relatif cepat, dengan umur sekitar 7 tahun 11 tahun sudah dapat menghasilkan gubal antara 1-2 kg. Budidaya Gaharu sangat prospektif untuk dikembangkan karena Indonesia memiliki potensi biologis berupa beragamnya spesies tumbuhan penghasil Gaharu dan masih luasnya lahan, peluang pasar Gaharu sangat besar karena produksi Nasional belum mampu memenuhi permintaan pasar baik dalam maupun luar negeri, teknologi inokulasi telah tersedia, adanya pembinaan-pembinaan yang dilakukan untuk pengembangan Gaharu sehingga teknologi inokulasi yang telah tersedia bisa diterapkan serta Indonesia merupakan pemasok produk Gaharu terbesar di dunia sampai saat ini (Dinas Kehutanan Lombok Barat (2007) dalam Suryandari (2008).

Hasil kajian CITES (2003) menyatakan bahwa Indonesia termasuk kedalam produsen gaharu terbesar di dunia dan menjadi tempat tumbuh endemik beberapa spesies pohon penghasil gaharu. Pada tahun 2009, jumlah kuota ekspor gaharu

Indonesia mencapai 173.250 ton dengan realisasi ekspor 74.890 ton sehingga masih diperlukan teknik-teknik untuk mempercepat pembentukan gubal gaharu.

Memperhatikan permintaan pasar atas komoditas gaharu yang terus meningkat, maka budidaya gaharu menjadi penting sebab dikarena telah masuk Appendix II dalam CITES (Convention on International Trade of Endangered Species Wild Flora and Fauna) dan dalam rangka mempersiapkan era perdagangan bebas. Gubal gaharu dengan kualitas super dapat mencapai harga Rp.10-Rp15 juta per kg.

Tanaman gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) adalah sejenis pohon yang menghasilkan gubal gaharu sehingga dikenal sebagai tanaman penghasil gaharu, jenis ini dikenal dengan nama tanaman keras. Tanaman penghasil gaharu tergolong dalam kelompok Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK). Produk gaharu memiliki banyak kegunaan di antaranya sebagai bahan baku untuk obat-obatan, kosmetik, parfum, sehingga termasuk komoditi komersial yang bernilai ekonomi tinggi. serta acara ritual keagamaan, karena aroma harum yang dihasilkannya (Barden *et al.* 2000). Spesies ini terdaftar dalam appendix II CITES sebagai tumbuhan langka disebabkan perburuan gaharu yang tidak terkendali di hutan alam. (Santoso dan Sumarna, 2006).

Menurut Raffa *et al.* (1985) gaharu terbentuk karena adanya produksi dan akumulasi senyawa resin di dalam jaringan batang tanaman penghasil gaharu. Produksi resin ini merupakan bagian dari mekanisme pertahanan tanaman terhadap serangan hama dan fungi patogen. Perbanyakkan tanaman gaharu secara kultur jaringan sampai saat ini belum ada rekombinasi penggunaan jenis media kultur, komposisi dan zat pengatur tumbuh untuk menginisiasi dan multiplikasi eksplan dan untuk mendapatkan media kultur dan konsentrasi zat pengatur tumbuh perlu dilakukan penelitian.

Gubal gaharu dapat dimanfaatkan sebagai bahan parfum dan farmakologi atau bahan obat-obatan. Selain masih banyaknya kuota yang harus dipenuhi dan banyaknya manfaat yang dimiliki gaharu mengakibatkan permintaan pasar Internasional meningkat, sehingga populasi pohon penghasil gaharu juga semakin gencar dicari di alam dengan demikian mengakibatkan eksploitasi hutan alam yang tidak terkendali dan pemanenan yang tidak tepat telah mengakibatkan gaharu menjadi langka. Oleh karena itu pada tahun 1994 CITES memasukkan *A. malaccensis* ke dalam daftar *Appendix II*. Kondisi ini dapat diatasi, dengan pengembangan dan perbanyakan gaharu secara budidaya dan mencari teknik yang cepat untuk mendapatkan gubal gaharu (Anonimus, 2003).

Untuk itu perlu alternative dalam perbanyakan tanaman gaharu, yang selama ini hanya dilakukan secara konvensional memiliki biji. Perbanyakan secara konvensional memiliki keterbatasan dalam bahan perbanyakan, membutuhkan waktu yang lama, dan belum tentu menghasilkan sifat yang sama dengan induknya. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah perbanyakan pada tanaman gaharu ini dapat dilakukan dengan menerapkan teknik kultur jaringan. Teknik kultur jaringan merupakan alternatif terhadap usaha perbanyakan tanaman secara vegetatif dalam skala yang lebih besar dalam upaya konservasi dan pengembangan tanaman gaharu dimasa 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 (Azwin dkk 2006).

Hasil penelitian (Widarsih, 1997 dalam Nurmiaty, 2006). Menyimpulkan bahwa penyimpanan secara alami (terbuka) menurunkan viabilitas benih yang ditunjukkan dengan menurunnya daya berkecambah, tinggi bibit, dan pertambahan tinggi. Penyimpanan secara alami selama 6 hari menurunkan daya berkecambah dari 72% menjadi 19%. Untuk memperoleh jumlah bibit dalam jumlah banyak dan seragam serta untuk perbaikan sifat tanaman di masa mendatang, telah dilakukan penelitian perbanyakan tanaman dengan menggunakan teknik kultur jaringan.

Kultur jaringan tanaman pertama kali berhasil dilakukan oleh Whiter pada tahun 1934. Pada tahun 1939, Whiter melaporkan keberhasilannya dalam membuat kultur kalus dari wartel (*link to kultur kalus wortel*) dan tembakau. Tahun 1957, tulisan penting Skoog dan Miller dipublikasikan dimana menyatakan bahwa interaksi kuantitatif antara auksin dan sitokinin menentukan tipe pertumbuhan dan morfogenik yang akan terjadi. Penelitian pada tembakau mengindikasikan bahwa perbandingan auksin dan sitokinin yang tinggi akan menginduksi pengakaran, sedangkan rasio sebaliknya akan menginduksi pembentukan tunas. Tetapi pola respon tidak berlaku universal (Anonimus, 2008)

Gamborg dan Shyluk (1981), mengemukakan sumber eksplan yang digunakan teknik kultur jaringan dapat dibagi menjadi 5 kelas, diantaranya yaitu : kultur kalus, protoplasma, kultur sel, kultur embrio dan kultur organ. Sedangkan menurut Drew (1980) dalam Sriwahyuni (2006), tahap-tahap yang diperlukan dalam metode perbanyakan melalui kultur jaringan dapat dibagi 3 tahap yaitu : mensterilkan jaringan tanaman agar diperoleh kultur yang bebas dari kontaminasi mikroba, memindahkan jaringan tersebut kedalam media yang merangsang pertumbuhan dan memindahkan tunas yang tumbuh kemedi perakaran.

Bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan adalah jaringan muda yang sedang tumbuh aktif, bagian tanaman seperti biji atau bagian biji (aksis embrio atau kotiledon), tunas pucuk, Potongan batang satu buku (nodul eksplan), potongan akar, potongan daun dan bagian bunga (Yusnita, 2003).

Selain itu keberhasilan dalam kultur jaringan sangat tergantung kepada media yang digunakan dan Zat pengatur tumbuh, dimana tidak semua eksplan tanaman dapat tumbuh dalam media tanam, karena masing-masing eksplan membutuhkan media tanam sesuai berdasarkan pertumbuhan dan perkembangan dari setiap eksplan tersebut (Sofia, Bangun dan Lince, 2005).

Hartman dan Davis (1993), mengemukakan bahwa secara potensial semua bagian tanaman dapat dikembangbiakkan dengan cara kultur jaringan asal kebutuhan hidupnya diketahui secara pasti, sehingga perlu diperhatikan beberapa hal seperti media pertumbuhan, bahan tanaman dari keadaan lingkungan.

Kultur jaringan merupakan teknik perbanyakan tanaman dengan cara mengisolasi sebagian tanaman seperti pucuk daun yang kemudian menumbuhkan bagian-bagian tersebut dalam media buatan secara aseptik yang kaya akan nutrisi dan zat pengatur tumbuh sehingga bagian tanaman dapat memperbanyak diri dan bergenerasi menjadi tanaman lengkap. Bibit yang dihasilkan dalam proses kultur jaringan mempunyai beberapa kelebihan, yaitu: bibit dapat diproduksi dalam jumlah banyak dengan waktu yang relative lebih cepat, pengadaan bibit tidak bergantung musim, bibit yang dihasilkan seragam, bibit bebas penyakit, biaya pengangkutan relatif lebih murah dan mudah, tidak terlalu membutuhkan tempat yang luas, dan kesehatan mutu bibit lebih terjamin (Yusnita, 2003).

Teknik kultur jaringan akan dapat berhasil dengan baik apabila syarat – syarat yang diperlukan untuk pelaksanaan kultur jaringan terpenuhi. Syarat – syarat tersebut

meliputi pemilihan eksplan, sebagai bahan dasar untuk pembentukan kalus, penggunaan medium yang cocok, keadaan yang aseptik dan pengaturan udara yang baik terutama untuk kultur cair. Media tanam pada kultur jaringan harus berisi zat yang diperlukan untuk menjamin pertumbuhan eksplan. Bahan – bahan pembuatan media berisi campuran garam mineral, sumber unsur makro dan mikro, gula, protein, vitamin dan hormon tumbuh. Keberhasilan kultur jaringan ditentukan oleh media tanam dan macam tanaman (Hendaryono dan Wijayani, 1994).

Medium MS (Murashige dan Skoog, 1962) adalah yang paling luas penggunaannya dibandingkan dengan media dasar lainnya. Taji *et al.* (1995) menambahkan bahwa medium MS banyak digunakan pada mikropropagasi tanaman dikotil dengan hasil yang memuaskan. Hal itu dikarenakan medium MS memiliki kandungan garam – garam yang lebih tinggi daripada medium lain, di samping kandungan nitratnya juga tinggi. Sedangkan media untuk Murashige dan Skoog (MS) dapat digunakan pada hampir semua jenis kultur.

Respon eksplan dapat ditingkatkan dengan menambahkan zat pengatur tumbuh atau hormon tumbuh pada media tanam eksplan. Hormon tumbuh adalah bahan organik yang disintesa pada jaringan tanaman. Hormon diperlukan dalam konsentrasi yang rendah untuk mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Banyak molekul sintesis organik yang telah dikenal telah memiliki serupa dengan hormon. Senyawa sintesis hormon secara alami ada dikenal dengan sebutan zat pengatur tumbuh (Heddy, 1989).

Zat pengatur tumbuh memegang peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan eksplan kultur jaringan. Faktor yang perlu di perhatikan dalam penggunaan zat pengatur tumbuh antara lain jenis zat pengatur tumbuh yang digunakan, konsentrasi, urutan penggunaan dan periode masa induksi dalam kultur

tertentu. Jenis pengatur tumbuh yang digunakan adalah auksin, sitokinin, giberelin, etilen dan asam absisi (Gunawan, 1998). Dari golongan zat pengatur tumbuh tersebut, yang sangat penting dalam kultur jaringan adalah sitokinin dan auksin (Gunawan, 1998).

Menurut Watimena *et al.*, (1992), keberhasilan kultur *In – vitro* sangat tergantung dari ZPT yang di gunakan. Interaksi auksin dan sitokinin pada perbandingan tertentu mendorong terjadinya pertumbuhan dan diferensiasi sel – sel pada eksplan. Jika sitokinin lebih tinggi akan mendorong bagi pembentukan kalus. Tingginya respon jaringan untuk tumbuh disebabkan penambahan auksin dan sitokinin yang merubah tingkat ZPT endogen dalam sel (Gunawan, 1998).

Dalam pertumbuhan jaringan tumbuhan, sitokinin bersama – sama dengan auksin memberikan pengaruh yang saling berinteraksi terhadap diferensiasi jaringan tumbuhan (Sriyanti dan Wijayani, 1994). Keberadaan auksin dan sitokinin didalam media kultur pada komposisi tertentu akan menentukan arah pertumbuhan eksplan yang dikulturkan. Menurut Wetherell (1982), peranan auksin disamping merangsang dan pembesaran sel, terutama pada pucuk tanaman, juga merangsang pembentukan akar. Sedangkan sitokinin disamping merangsang inisiasi tunas juga merangsang pembelahan sel dalam jaringan, pada konsentrasi tertentu akan menghambat pertumbuhan dan perkembangan akar.

Sitokinin adalah salah satu zat pengatur tumbuh yang ditemukan pada tanaman. Zat pengatur tumbuh ini mempunyai peranan dalam proses pembelahan sel (*cell division*). Sitokinin pertama kali ditemukan dalam kultur jaringan di Laboratories of Skoog dan Strong University of Wisconsin. Material yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah batang tembakau yang ditumbuhkan pada medium sintesis.

Menurut Miller *et al.*, (1955, 1956), senyawa yang aktif adalah kinetin (*6-furfuryl amino purine*).

Zat pengatur tumbuh adalah senyawa organik bukan hara, yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat dan dapat merubah proses fisiologi tumbuhan. Zat pengatur tumbuh dapat dibagi menjadi beberapa golongan yaitu golongan auksin, sitokinin, giberelin dan inhibitor. Zat pengatur tumbuh yang tergolong auksin adalah Indol Asam Asetat (IAA), Indol Asam Butirat (IBA), Naftalen Asam Asetat (NAA) dan 2,4 Diklorofenokseasetat (2,4-D). Zat pengatur tumbuh yang termasuk golongan sitokinin adalah Kinaetin, Zeatin, Ribosil dan Bensil Aminopurin (BAP). Sedangkan golongan giberelin adalah GA1, GA2, GA3, GA4, dan golongan inhibitor adalah fenolik dan asam absisik (Wijayani, 1994).

Auksin berfungsi untuk perpanjangan sel dan pembesaran jaringan, pembelahan sel, pembentukan akar adventif dan menghambat pembentukan tunas aksilar dan tunas adventif. Auksin pada konsentrasi rendah dapat menyebabkan pembentukan akar adventif lebih dominan dan pada konsentrasi tinggi merangsang pembentukan kalus (Pierik *et al.*, 1987).

Teknik mikropropagasi yang sering digunakan untuk produksi bibit secara komersial ialah kultur tunas. Teknik tersebut dipilih karena lebih mudah dilakukan pada berbagai jenis tanaman (Sulistiani dan Yani, 2012). Menurut Wattimena *et al.*, (1992) salah satu faktor yang menentukan keberhasilan kultur jaringan adalah zat pengatur tumbuh. Zat pengatur tumbuh tanaman berperan penting dalam mengontrol proses biologi dalam jaringan tanaman (Davies, 1995: Gaba, 2005). Peranan antara lain mengatur kecepatan pertumbuhan dari masing – masing jaringan dan menginteraksikan bagian – bagian tersebut guna menghasilkan bentuk yang kita kenal sebagai tanaman. Aktivitas zat pengatur tumbuh di dalam pertumbuhan

tergantung dari jenis, struktur, kimia konsentrasi, genotipe tanaman serta fase fisiologi tanaman (Satyavathi 2004; George, 1993; Dodds dan Robert, 1982).

Penggunaan zat pengatur tumbuh di dalam kultur jaringan tergantung pada tujuan atau arah pertumbuhan tanaman yang diinginkan. Zat pengatur tumbuh BAP (*Benzyl Adenine Purin*) paling banyak digunakan untuk memacu penggandaan tunas karena mempunyai aktivitas yang kuat dibandingkan dengan kinetin (Zaer dan Mapes, 1982). BAP mempunyai struktur dasar yang sama dengan kinetin tetapi lebih efektif karena BAP mempunyai gugus benzyl (George dan Sherrington, 1984). Flick *et al.* (1993) menyatakan bahwa pada umumnya tanaman memiliki respon yang lebih baik terhadap BAP dibandingkan terhadap kinetin dan 2-iP sehingga BAP lebih efektif untuk produksi tunas *in vitro*.

Hasil penelitian Iswari *et al.* (2000) menunjukkan bahwa media Murashige dan Skoog (MS) yang dimodifikasi dengan zat pengatur tumbuh BAP (Benzyl Amino Purin) merupakan media yang tercepat dalam menginduksi keluarnya tunas dan akar pada tanaman manggis. Konsentrasi BAP yang berbeda mempengaruhi pembentukan. Kultur – kultur yang menggunakan media dasar MS dengan konsentrasi BAP 5,0 mg/l merangsang pembentukan tunas lebih cepat dibandingkan dengan konsentrasi BAP yang lebih rendah (2,5 mg/l).

Beberapa penelitian tentang penggunaan BAP (Benzyl Amino Purin) dalam media MS juga telah dihasilkan untuk menghasilkan multiplikasi tunas. Pemberian 0,5 mg/l BAP pada tanaman *citrus reliculate* memberikan hasil terbaik dalam multiplikasi tunas dengan menggunakan eksplan tunas *in vitro* dan nodus (Mukhtar *et al.*, 2005). Multiplikasi dari tunas epikotil pada tanaman memberikan hasil yang terbaik di setiap kultivar dengan pemberian 1 mg/l BAP (Antonio *et al.*, 2002).

Hasil yang berbeda diperoleh Azwin *et al.* (2006) yang juga menggunakan media MS untuk eksplan pucuk dari planlet *A. Malaccensis* umur 14 minggu. Tunas terbanyak dihasilkan pada konsentrasi 0,5 mg/l BAP yaitu mencapai rerata 6,11 tunas, sedangkan konsentrasi 0,75 dan 1,0 mg/l BAP rerata tunas yang dihasilkan sebanyak 5,22 dan 4,55 tunas.

Berbeda halnya dengan respon yang terjadi pada tanaman berkayu jenis lain yang telah dilaporkan Ping *et al.* (2004). Induksi tunas terbanyak dari eksplan tunas pucuk tanaman Jati dalam media MS, diperoleh dengan pemberian BAP pada konsentrasi yang lebih tinggi yakni 2,0 mg/l (80% tunas) sedangkan pada konsentrasi 0,1 mg/l BAP hanya 68% tunas yang terbentuk.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Harahap *et al.* (2014) menyatakan pemberian kombinasi BAP dan NAA pada media MS menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap persentase munculnya tunas, jumlah tunas, panjang tunas dan umur munculnya tunas, dengan hasil terbaik pada perlakuan A5 (BAP 1 ppm + NAA 0 ppm). Penelitian lain penggunaan BAP yaitu penelitian Mariska *et al.*, (1987) pada kultur tunas *Geranium* yang menunjukkan benzil adenin (BA) 2 mg/l dapat membentuk tunas majemuk lebih banyak. Percobaan perbanyak tunas *Ixora fulgens* telah berhasil pada media MS dengan menggunakan penambahan BAP 0,5 mg/l (Amin *et al.*, 2002). Penggunaan BAP 1 mg/L dalam media ½ MS dilakukan oleh Marlina (2004) untuk menginduksi pembentukan kalus dan bakal tunas pada *Anthurium* hasil silangan Merah Filipina x Merah Belanda.

Gunawan (1992) mengemukakan dengan adanya auksin dan sitokinin dalam medium dapat menstimulasi sel-sel jaringan parenkim untuk membelah. Sitokinin diketahui berperan penting dalam hampir semua aspek pertumbuhan dan perkembangan tanaman termasuk di dalamnya pembelahan sel, inisiasi dan

pertumbuhan tunas, pertumbuhan eksplan, serta perkembangan fotomorfogenesis. Fotomorfogenesis adalah perubahan secara morfologi karena adanya pengaruh cahaya pada teknik kultur jaringan.

Selain faktor Zat Pengatur Tumbuh yang menentukan keberhasilan kultur jaringan, juga perlu diperhatikan faktor lain seperti sterilisasi ruangan. Ruangan yang steril dapat saja berubah menjadi tidak steril sehingga dapat membawa masuknya bakteri dan jamur dari luar, serta dapat meningkatkan kelembaban yang akan mempercepat perkembangan mikroorganisme. Pengambilan meristem sebagai eksplan harus dilakukan dalam ruangan steril (aseptik) agar tidak terkontaminasi oleh jamur dan bakteri (Sunarjono, 2002)



III. BAHAN DAN METODA

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah di laksanakan di Laboratorium Bioteknologi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution KM. 11 No. 113, Kelurahan Air Dingin, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru. Pelaksanaan penelitian selama 6 bulan, dari bulan Januari sampai bulan Juni 2018 (lampiran I).

B. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji Gaharu, media MS, sukrosa, agar-agar, Vitamin (tiamin, piridoksin, niasin), 6-Benzylamino Purine (BAP), alkohol, spritus, bayclin, tween 20, plastik tahan panas, alumunium foil, aquades, kertas label, kertas turas, tisu dan karet gelang.

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laminar air flow cabinet (LFC), autoclave, timbangan analitik, pH meter, erlenmeyer, gelas ukur, gelas piala, petridish, pipet, termometer, higrometer, pengaduk, pinset, scarlpel, lampu spiritus, hand sprayer, gunting, pisau, botol kultur, kompor gas, panci untuk memasak media, lemari untuk menyimpan bahan kimia, tabung reaksi, labu ukur, kulkas, keranjang kultur, ember plastik, kamera, perlengkapan pencucian, alat tulis, rak kultur, AC (air conditioner),

C. Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama pemberian konsentrasi BAP (B) dan faktor kedua berbagai sumber eksplan (E). Faktor pertama pemberian konsentrasi BAP (B) terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu 0, 0,5, 1 dan 1,5 mg/l dan faktor kedua Berbagai Sumber Eksplan (E) terdiri dari 4 taraf yaitu Akar, Bonggol,

Buku, dan Daun. Di dapat 16 kombinasi perlakuan dan 3 ulangan maka ada 48 unit percobaan, adapun perlakuannya adalah sebagai berikut:

1. Faktor B yaitu pemberian konsentrasi BAP, yang terdiri dari :

B0 : tanpa konsentrasi BAP

B1 : konsentrasi BAP 0,5 mg/l

B2 : konsentrasi BAP 1 mg/l

B3 : konsentrasi BAP 1,5 mg/l

2. Faktor E yaitu berbagai sumber eksplan, yang terdiri dari :

E1 : eksplan akar

E2 : eksplan bonggol

E3 : eksplan buku

E4 : eksplan daun

Tabel 1 : Kombinasi perlakuan pemberian konsentrasi BAP dan berbagai sumber eksplan kultur tanaman Gaharu

| Faktor B | Faktor E | | | |
|----------|----------|------|------|------|
| | E1 | E2 | E3 | E4 |
| B0 | B0E1 | B0E2 | B0E3 | B0E4 |
| B1 | B1E1 | B1E2 | B1E3 | B1E4 |
| B2 | B2E1 | B2E2 | B2E3 | B2E4 |
| B3 | B3E1 | B3E2 | B3E3 | B3E4 |

Data hasil pengamatan dari masing-masing perlakuan dianalisis secara statistik, apabila F hitung lebih besar dari F tabel maka dilanjutkan dengan melakukan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%.

D. Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan Bahan Tanaman

Bahan tanaman yang dijadikan sebagai eksplan adalah biji gaharu. Untuk biji gaharu diperoleh dari buah yang diambil dari perkebunan petani didesa pangkalan baru, Kecamatan Siak hulu. Buah yang dipanen adalah buah yang sudah masak secara fisiologi, yang ditandai dengan warna buah yang sudah kemerahan.

Biji gaharu sebagai sumber eksplan awal, di kultur (dikecambahkan) pada media MS 0 (tanpa penambahan ZPT). Pertumbuhan eksplan selama 3 bulan sudah dapat membentuk planlet (tanaman membentuk organ akar, batang, dan daun). Organ dari planlet ini yang dijadikan sebagai sumber eksplan pada penelitian ini.

2. Sterilisasi Alat

Alat yang digunakan botol kultur dan alat lainnya dicuci dengan menggunakan detergent dan dibilas dengan air bersih dan kemudian di keringkan. Alat pengkulturan seperti scarpel, pinset, petridish dan gunting di bungkus dengan alumunium foil dan kemudian di masukkan ke dalam autoclave dengan suhu 121⁰C selama 15 menit.

3. Penyediaan Media

Media yang digunakan adalah Murashige dan Skoog (MS) dapat digunakan pada hampir semua jenis kultur. Pada saat pembuatan media ditambahkan ZPT yang diuji yaitu BAP dan berbagai sumber eksplan sesuai perlakuan. Bahan – bahan nutrisi ditimbang sesuai dengan komposisi media, selanjutnya bahan – bahan tersebut dilarutkan dalam aquades steril sesuai dengan daftar larutan stoknya (Lampiran 2).

a. Penyediaan Larutan Stok

Garam mineral ditimbang sesuai formulasi yang ditentukan, kemudian diencerkan dan dilarutkan sambil diaduk dengan menggunakan Magnetic stier.

kemudian membuat larutan sesuai dengan kebutuhan setelah itu, larutan stok disimpan didalam lemari es pada suhu 5-8 °C.

b. Pembuatan Media

Media pengkulturan biji (untuk perkecambahan) digunakan media MS. Kemudian media untuk perlakuan berbagai eksplan digunakan ½ MS. Menyediakan media ½ MS adalah dengan memberikan 50% dari komposisi anjuran per liter media MS.

pH larutan ditetapkan 5,8 dan jika pH kurang dari 5,8 dapat menambahkan NaOH 1 N untuk menaikkan pH dan apabila pH lebih dari 5,8 dapat menambahkan HCl 0,1 N untuk menurunkan atau menaikkan pH sambil diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer. Setelah pHnya sampai 5,8 maka ditambahkan dengan agar sebanyak 7 gr. Kemudian dimasak agar sampai mendidih, setelah mendidih tuangkan agar pada 40 botol kultur volume 25 ml per botol kultur. Kemudian ditutup dengan plastik tahan panas dan diikat dengan karet yang kuat. Media ini disterilkan dalam autoclave selama 15 menit pada suhu 121°C. Sebelum media disimpan diruangan persediaan sebaiknya dilakukan pemasangan label dengan tujuan agar dapat membedakan masing-masing setiap perlakuan yang telah diberikan dan untuk memudahkan dalam pengamatan.

4. Sterilisasi Eksplan

a. Sterilisasi diluar Laminar Air Flow

Pelaksanaan sterilisasi diluar laminar air flow, Sediakan eksplan (Biji gaharu), kupas buah kemudian pisahkan biji dari daging buah, cuci pada air yang mengalir selama 1 jam kemudian masukkan kedalam botol screw cap 250 ml. Cuci dengan air aquades ditambahkan tween 20 dua

tetes, digoncang selama 15 menit kemudian bilas sampai bersih dengan air aquades 3 kali.

b. Sterilisasi didalam Laminar Air Flow

Untuk sterilisasi didalam laminar air flow, bawa eksplan kedalam laminar air flow kemudian cuci eksplan dengan air aquades steril, rendam dengan larutan clorot 30 % selama 15 menit dan digonjang setiap saat. Bilas sampai bersih 3 kali kemudian cuci dengan alkohol 96% selama 1 menit. Bilas sampai bersih 3 kali dengan menggunakan aquades steril. Kemudian tiriskan eksplan biji gaharu pada kertas Turas steril didalam petridish, eksplan siap untuk dikultur.

5. **Pengkulturan**

a. Persiapan Ruang Kultur

Bersihkan laminar air flow dengan menyemprotkan alkohol 70% kemudian dilap dengan tissue kemudian masukkan semua alat-alat yang digunakan dalam proses pengkulturan, sebelumnya menyemprotkan dengan alkohol 70% dan dilap dengan tissue dan masukkan kedalam laminar air flow kemudian di sinar Ultra Violet (UV) selama 45 menit sampai dengan 1 jam.

b. Pengkulturan Eksplan Biji atau Perkecambahan Biji pada Media MS 0 atau tanpa pemberian ZPT (Pengkulturan Tahap I)

Siapkan alat-alat yang digunakan untuk pengkulturan eksplan biji, setelah alat disiapkan ambil botol kultur yang berisi media $\frac{1}{2}$ MS tanpa pemberian ZPT kemudian dibuka botol kultur yang telah berisi media $\frac{1}{2}$ MS tanpa pemberian ZPT dan diflam/dipanaskan bagian mulut botol kemudian biji Gaharu yang telah disterilkan diambil dengan pinset untuk

dikulturkan. Tujuan pengkulturan pada tahap I ini adalah untuk perkecambahan eksplan Biji Gaharu. Setelah biji berkecambah maka tunas yang terbentuk pada tahap I, dilakukan pemotongan tunas dan akar yang terbentuk pada fase perkecambahan, kemudian dilanjutkan pada tahap ke II. Sebagai perlakuan uji berbagai sumber eksplan.

6. Perlakuan

a. Konsentrasi BAP

Pemberian perlakuan diberikan pada tahap ke II pengkulturan, bersamaan dengan pembuatan media, selain memipetkan atau memberikan unsur hara makro dan mikro, juga pemberian perlakuan. Pertama, yaitu pemberian BAP pada taraf 0, 0,5 mg/l, 1 mg/l dan 1,5 mg/l. BAP dari larutan stok dipipetkan atau diberikan pada 1 liter media sebanyak sesuai perlakuan.

b. Uji Berbagai Sumber Eksplan

Eksplan biji yang sudah berkecambah, yang memiliki organ akar, batang dan daun (Planlet) pada media MS 0 dijadikan sebagai sumber eksplan. Planlet kultur gaharu dikeluarkan dari botol kultur dan di letakkan pada petridish steril, kemudian pisahkan satu persatu organ tanaman yang akan dijadikan sebagai sumber eksplan (perlakuan) menggunakan pisau scarpel steril dan pinset. Potong bahagian Akar, Bonggol, Buku dan Daun berukuran 0,5 – 1 cm, kemudian di kultur satu persatu eksplan Gaharu kedalam media MS yang ditambahkan ZPT sesuai perlakuan.

E. Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah :

1. Persentase Hidup Eksplan (%)

Pengamatan ini dilakukan pada proses tahap ke II yaitu pada akhir penelitian, dengan cara menghitung semua eksplan yang hidup. Hasil pengamatan ini dianalisa secara statistik dan disajikan dalam bentuk table.

$$\% \text{ eksplan yang hidup} = \frac{\sum \text{ eksplan yang hidup}}{\sum \text{ eksplan dikulturkan}} \times 100\%$$

2. Persentase Eksplan yang Membentuk Tunas (%)

Pengamatan dilakukan setiap hari, dimulai sejak eksplan membentuk tunas pada tahap ke II dan dilakukan pengamatan sampai akhir penelitian. Hasil pengamatan di analisis secara statistik dan di sajikan dalam bentuk table.

$$\% \text{ eksplan yang membentuk Tunas} = \frac{\sum \text{ Eksplan membentuk Tunas}}{\sum \text{ Eksplan yang dikulturkan}} \times 100\%$$

3. Umur Eksplan Mulai Membentuk Tunas (Hari)

Umur eksplan yang membentuk tunas mulai dihitung dari hari pengkulturan pada tahap ke II, yaitu pada saat eksplan dikultur pada media $\frac{1}{2}$ MS dengan ditambahkan perlakuan. Hasil pengamatan ini dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk table.

4. Jumlah Tunas Per Eksplan (Tunas)

Pengamatan dilakukan terhadap tunas yang terbentuk mulai sejak eksplan membentuk tunas pada tahap ke II. Pengamatan diakhir penelitian adalah jumlah tunas keseluruhan yang terbentuk selama inkubasi. Hasil pengamatan ini dianalisis secara statistik dan disajikan dalam bentuk table.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Persentase Hidup Eksplan (%)

Hasil pengamatan terhadap parameter persentase hidup tanaman gaharu setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5.a) memperlihatkan secara interaksi konsentrasi BAP dan berbagai sumber eksplan tidak memberikan pengaruh nyata. Namun pemberian perlakuan berbagai sumber eksplan memberikan pengaruh nyata terhadap parameter persentase hidup eksplan. Rerata hasil pengamatan persentase hidup eksplan pada tanaman gaharu setelah di uji lanjut BNJ pada taraf 5 % dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rerata Persentase Eksplan Hidup dengan perlakuan konsentrasi BAP dan berbagai sumber eksplan (%)

| SUMBER EKSPLAN (E) | KONSENTRASI BAP (B) (mg/l) | | | | Rerata |
|--------------------------|-------------------------------|----------|--------|----------|----------|
| | B0 (0) | B1 (0,5) | B2 (1) | B3 (1,5) | |
| E1 (akar) | 63,33 | 63,22 | 75,33 | 75,44 | 69,33 d |
| E2 (bonggol) | 87,67 | 87,67 | 100,00 | 100,00 | 93,83 b |
| E3 (buku) | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 a |
| E4 (daun) | 87,67 | 87,78 | 87,78 | 87,67 | 87,72 c |
| Rerata | 84,67 | 84,67 | 90,78 | 90,78 | |
| KK =17,17% | BNJ E = 4,82 | | | | |

Angka- angka pada baris dan kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Data dari tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan berbagai sumber eksplan memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter persentase hidup eksplan, dimana persentase hidup eksplan tertinggi terdapat pada perlakuan sumber eksplan Buku (E3) yaitu 100 % hidup. Namun berbeda nyata dengan perlakuan sumber eksplan yang berasal dari Akar, Bonggol, dan Daun, dimana Bonggol mencapai 93,83 % eksplan yang dapat hidup, eksplan daun juga dikatakan sama persentase hidupnya tinggi yaitu diatas 80 %, sementara eksplan akar hanya mencapai 69,33 %,

eksplan akar adalah eksplan yang persentase tumbuhnya paling rendah, jadi dari keempat sumber eksplan untuk tanaman gaharu yang berpotensi hidup yang tinggi adalah eksplan yang bersumber dari Buku, Bonggol dan Daun. Eksplan akar yang dikultur pada media $\frac{1}{2}$ MS dan $\frac{1}{2}$ MS ditambahkan BAP pada konsentrasi 0 – 1,5 mg/l tetap menghasilkan persentase eksplan hidup adalah rendah.



Gambar 1 : Kultur berbagai eksplan tanaman gaharu, (a) Eksplan Buku, (b) Eksplan Bonggol, (c) Eksplan Akar, (d) Eksplan Daun.

Sumber eksplan yang berasal dari Bonggol memiliki persentase hidup juga termasuk tinggi, yaitu mencapai 93,83 %, artinya dari sampel yang berasal dari Bonggol sebanyak 12 botol 2 eksplan yang tidak hidup. Keseluruhan dari sumber eksplan baik dari Akar, Bonggol, Buku dan Daun adalah potensi untuk bisa dijadikan eksplan dalam perbanyakan kultur jaringan tanaman gaharu. Dengan uji yang dilakukan ini didapati persentase hidup ke empat sumber eksplan ini adalah terendah

yaitu 69,33 % dan tertinggi 100 %. Hasil yang didapat, sumber eksplan yang berasal dari Bonggol dan Buku adalah sangat potensi untuk bisa tumbuh menjadi eksplan yang bertahan hidup, yang dikultur pada media $\frac{1}{2}$ MS dan penambahan ZPT BAP pada konsentrasi yang rendah (0 – 1,5 mg/l).

Presentase hidup eksplan yang tinggi dipengaruhi oleh kondisi eksplan, jenis dan komposisi media serta kandungan zat pengatur tumbuh yang diberikan. Jika eksplan digunakan dalam kondisi yang bagus yaitu pada jaringan meristem atau jaringan yang aktif membelah, dalam keadaan yang segar dan memiliki pertumbuhan yang bagus untuk eksplan yang berasal dari *in vitro*. Serta didukung dengan jenis dan komposisi media yang cocok dan kandungan zat pengatur tumbuh yang sesuai akan menyebabkan persentase hidup yang tinggi. Flick *et al.* (1983) menyatakan bahwa eksplan tunas atau meristem yang mengandung sel – sel yang sedang aktif membelah diri secara mitosis, memperlihatkan laju keberhasilan yang tinggi untuk inisiasi kalus yang dilanjutkan dengan regenerasi planlet.

Menurut Darmono (2003) dalam (Zulkarnain, 2009) bahwa keuntungan dari penggunaan eksplan berukuran kecil antara lain kemungkinan mendapatkan eksplan yg steril lebih besar dan bahan tanam yang diperlukan lebih sedikit. Selanjutnya, Hartman *et al.* (1990) menyatakan bahwa semakin kecil ukuran eksplan yang dikulturkan, akan semakin efektif pula prosedur eliminasi virus. Sebagai contoh, ujung meristem berukuran 0,10-0,15 mm menghasilkan 100% tanaman stroberi bebas virus. Sementara itu, Wang (1977) melaporkan bahwa hanya 40% kentang bebas Potato Virus X (PVX) yang diregenerasikan dari bahan tanaman yang terinfeksi, apabila digunakan eksplan meristem berukuran 1,0 mm. selain itu Hartman *et al.* (1990) menyatakan bahwa jaringan – jaringan yang sedang aktif

tumbuh pada awal masa pertumbuhan biasanya merupakan bahan eksplan yang paling baik.

Faktor lain yang mempengaruhi laju keberhasilan kultur jaringan, namun bukan merupakan faktor utama adalah ukuran eksplan yang digunakan. Hal itu penting dalam upaya memproduksi tanaman bebas virus melalui kultur meristem. Di samping itu, ukuran pun menentukan laju kehidupan bahan eksplan yang dikulturkan. George dan Sherrington (1984) menyatakan bahwa semakin kecil ukuran eksplan, akan semakin kecil pula kemungkinan terjadinya kontaminasi, baik secara internal maupun eksternal, namun laju kehidupan pun akan rendah. Sebaliknya, semakin besar ukuran eksplan, akan semakin besar pula kemungkinan untuk berhasilnya proliferasi, namun kemungkinan untuk terjadinya kontaminasi mikroorganisme akan makin besar pula.

Suatu respon pertumbuhan tertentu di dalam suatu sistem kultur jaringan dijelaskan oleh Taji *et al.* (1995) sebagai hasil interaksi antara kondisi fisiologis bahan yang dikulturkan dengan faktor – faktor lingkungan. Hal itu berarti, pola pertumbuhan yang dihasilkan oleh suatu tanaman ditentukan oleh kondisi fisiologis bersih dari tanaman bersangkutan akibat pengaruh kondisi internal dan eksternal. Keadaan lingkungan kultur, seperti cahaya, suplai air, suplai hara, ataupun zat pengatur tumbuh dapat dimodifikasi sedemikian rupa untuk mengontrol kondisi fisiologis eksplan.

Pemberian zat pengatur tumbuh BAP yang diberikan pada konsentrasi 0, 0,5, 1, dan 1,5 mg/l, ternyata memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase hidup eksplan. Artinya range yang diberikan masih dalam konsentrasi yang rendah, bahwa konsentrasi ZPT dalam jumlah yang sedikit dapat mempengaruhi proses fisiologi didalam tubuh tumbuhan, sehingga dapat dilihat bahwa presentase hidup eksplan ini

diduga karena kandungan hormon endogen dalam eksplan sudah cukup sehingga tidak membutuhkan penambahan ZPT BAP dalam jumlah banyak.

Wiendi *et al* (1991), mengemukakan bahwa pertumbuhan dan morfogenesis tanaman secara *in vitro* dikendalikan oleh keseimbangan dan interaksi dari ZPT yang terdapat dalam eksplan yang bersifat endogen maupun eksogen. Sifat endogen berasal dari dalam eksplan itu sendiri, diantaranya kemampuan eksplan untuk menyerap nutrisi yang tersedia dalam media. Sedangkan sifat eksogen dapat berupa pengaruh teknis pelaksanaan pengkulturan, seperti tahap – tahap sterilisasi dan penyinaran ruang kultur.

Keberhasilan sebuah penelitian *in vitro* selain penambahan nutrisi dan zat pengatur tumbuh yang tepat, lebih kepada upaya mengkondisikan lingkungan kultur agar tetap steril dan mencegah terjadinya kontaminasi yang dapat menurunkan tingkat keberhasilan pertumbuhan eksplan. Conger (1998) mengemukakan bahwa keberhasilan dalam teknik *in vitro* di pengaruhi oleh beberapa faktor yang meliputi media kultur dan nutrisi yang terkandung didalamnya, bahan tanaman atau eksplan yang digunakan, keadaan lingkungan kultur yang aseptik dan penambahan zat pengatur tumbuh yang digunakan.

2. Persentase Eksplan Membentuk Tunas (%)

Hasil pengamatan terhadap parameter persentase eksplan membentuk tunas pada tanaman gaharu setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5.b) memperlihatkan secara interaksi Konsentrasi BAP dan berbagai sumber eksplan tidak memberikan pengaruh yang nyata. Namun pemberian perlakuan berbagai sumber eksplan memberikan pengaruh nyata terhadap parameter persentase eksplan membentuk tunas. Persentase eksplan membentuk tunas terbaik terdapat pada perlakuan sumber eksplan Buku (E3) yaitu 86,89%, perlakuan sumber eksplan

Bonggol (E2) yaitu 83,79% dan perlakuan sumber eksplan Daun (E4) yaitu 77,58%. Namun berbeda nyata dengan perlakuan sumber eksplan Akar (E1). Ini diduga pembelahan sel yang terjadi pada eksplan sehingga memberikan pertumbuhan eksplan yang baik pula, sehingga pada perlakuan E3 dan E2 memberikan persentase tertinggi.

Rerata hasil pengamatan persentase eksplan membentuk tunas pada tanaman gaharu setelah di uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat tabel 3.

Tabel 3. Rerata Persentase Eksplan Membentuk Tunas dengan perlakuan berbagai sumber eksplan dan Konsentrasi BAP. Data ditransformasi Arc sin \sqrt{x}

| SUMBER EKSPLAN (E) | KONSENTRASI BAP (B) (mg/l) | | | | Rerata |
|--------------------------|-------------------------------|-----------|--------|----------|---------|
| | B0 (0) | B1 (0,5) | B2 (1) | B3 (1,5) | |
| E1 (Akar) | 35,26 | 52,73 | 52,73 | 52,73 | 48,36 b |
| E2 (Bonggol) | 77,58 | 77,58 | 90,00 | 90,00 | 83,79 a |
| E3 (Buku) | 77,58 | 90,00 | 90,00 | 90,00 | 86,89 a |
| E4 (Daun) | 77,58 | 77,58 | 77,58 | 77,58 | 77,58 a |
| Rerata | 67,00 | 74,47 | 77,58 | 77,58 | |
| KK = 19,19 % | BNJ | E = 15,78 | | | |

Angka- angka pada baris dan kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Asal bonggol, buku dan daun adalah merupakan bagian tanaman yang memiliki potensi melakukan morfogenesis, sehingga pembentukan tunas lebih cepat terbentuk, nude (buku) merupakan organ yang cepat beregenerasi. Secara fisiologi, bagian organ yang terpotong bagian nude (buku) menyebabkan aktifnya hormon endogen didalam sel sehingga terbentuknya tunas baru. Sebagai mana Totipotensi sel berhasil dibuktikan pada pertengahan sampai akhir tahun 1930-an. Setiap sel tumbuhan atau bagian kecil tanaman dapat tumbuh dan berkembang menjadi individu tanaman baru yang lengkap (Yusnita, 2003)

Pertumbuhan dan morfogenesis tanaman secara *in vitro* dikendalikan oleh keseimbangan hormon yang ada dalam eksplan. Hormon dalam eksplan bergantung

pada hormon endogen dan hormon eksogen yang diserap dari media tumbuh (Wattimena, 1992). Penambahan hormon eksogen akan berpengaruh terhadap jumlah dan kerja hormon endogen untuk mendorong pertumbuhan dan perkembangan eksplan (Gunawan, 1998).

Tunas terbentuk pada eksplan yang berasal dari bonggol, buku dan daun mencapai 90% eksplan membentuk tunas. Pada eksplan Akar hanya 50% eksplan membentuk tunas, selebihnya eksplan hidup dan membentuk gumpalan atau berbentuk pembengkakan pada potongan eksplan, ini diduga adalah kalus atau sel yang berkembangbiak. Sel tersebut akan bisa berkembang jika dikultur pada media yang ditambahkan konsentrasi yang tepat untuk meregenerasikannya, untuk itu perlu modifikasi kandungan ZPT tertentu didalam media. Eksplan daun mencapai 77,58% yang membentuk tunas, selebihnya eksplan hanya bertahan hidup dengan kondisi warna hijau terbentuk kalus berwarna putih.

Terjadinya pembentukan dan multiplikasi tunas pada eksplan yang dikultur pada media perlakuan yang ditambahkan BAP diduga karena konsentrasi sitokinin eksogen bergantung pada konsentrasi ZPT endogen. Sesuai dengan pendapat Basri dan Muslimin (2001) menyatakan bahwa efektifitas sitokinin eksogen bergantung pada konsentrasi ZPT endogen yang ada pada jaringan tanaman.

Wattimena (1992) menambahkan pertumbuhan dan morfogenesis tanaman secara *in vitro* dikendalikan oleh keseimbangan hormon yang ada dalam eksplan, hormon endogen bergantung pada hormon eksogen akan berpengaruh terhadap jumlah dan kerja hormon endogen untuk mendorong pertumbuhan dan perkembangan eksplan.

Pembentukan tunas *in vitro* sangat menentukan keberhasilan produksi bibit yang cepat dan banyak. Semakin banyak tunas terbentuk akan berkorelasi positif

dengan dengan bibit yang dapat dihasilkan melalui kultur jaringan. Dengan demikian untuk memacu faktor multifikasi tunas yang tinggi diperlukan penambahan zat pengatur tumbuh sitokinin.

3. Umur Eksplan Membentuk Tunas (Hari)

Hasil pengamatan terhadap parameter umur eksplan membentuk tunas tanaman gaharu setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5.c) memperlihatkan secara interaksi berbagai sumber eksplan dan konsentrasi BAP tidak memberikan pengaruh yang nyata. Namun perlakuan berbagai sumber eksplan memberikan pengaruh nyata terhadap umur eksplan membentuk tunas tanaman gaharu begitu juga berbagai konsentrasi BAP memberikan pengaruh nyata. Rerata hasil pengamatan umur eksplan membentuk tunas pada tanaman gaharu setelah di uji lanjut BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata Umur Eksplan Membentuk Tunas dengan perlakuan Konsentrasi BAP dan berbagai sumber eksplan (Hari)

| SUMBER EKSPLAN (E) | KONSENTRASI BAP (B) (mg/l) | | | | Rerata |
|--------------------------|-------------------------------|----------|------------------|----------|---------|
| | B0 (0) | B1 (0,5) | B2 (1) | B3 (1,5) | |
| E1 (Akar) | 38,00 | 36,67 | 37,00 | 36,67 | 37,08 d |
| E2 (Bonggol) | 28,00 | 26,33 | 26,00 | 23,00 | 25,83 b |
| E3 (Buku) | 23,00 | 23,00 | 22,00 | 21,00 | 22,25 a |
| E4 (Daun) | 31,00 | 27,67 | 24,67 | 24,33 | 26,92 c |
| Rerata | 30,00 c | 28,42 bc | 27,42 ab | 26,25 a | |
| KK =5,99% | BNJ | E = 1,86 | BNJ B & E = 1,86 | | |

Angka- angka pada baris dan kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Data pada Tabel 4 menunjukkan dimana umur muncul tunas tercepat terdapat pada eksplan yang dikultur pada media yang ditambahkan BAP 1,5 mg/l, yaitu dengan rerata 22,25 hari. Setelah di kultur, hal ini diduga pada eksplan gaharu sudah terdapat fitohormon yang membantu untuk mempercepat pembentukan tunas. Semakin cepat tunas terbentuk maka akan semakin meningkat pula nutrisi yang

diserap oleh eksplan sehingga akan mempercepat pembentukan eksplan membentuk individu baru, karena semua eksplan masih didalam botol yang merupakan sumber nutrisi adalah yang terdapat pada media agar tersebut. Sehingga nutrisi yang tersedia merupakan faktor utama dalam menunjang perkembangan eksplan untuk membentuk tanaman baru. Tidak ada interaksi Umur muncul tunas pada eksplan gaharu dengan konsentrasi ZPT BAP yang tinggi.

Simatupang (1996) menyatakan bahwa adanya sitokonin dalam kultur *in vitro* mempunyai peran sebagai perangsang tunas. Sesuai pendapat Wetherell (1992) menyatakan bahwa sitokinin mempunyai peran yang penting untuk propagasi secara *in vitro*, yaitu mendorong pembelahan sel dalam jaringan yang dibuat eksplan dan mendorong pertumbuhan tunas.

Umur eksplan yang membentuk tunas tercepat yaitu pada eksplan Buku dengan rerata 22,25 hari, hal ini diduga eksplan masih aktif dalam membelah sel yang mana setiap sel tanaman yang hidup dilengkapi dengan informasi genetik dan perangkat fisiologis yang lengkap untuk tumbuh dan berkembang menjadi tanaman utuh, jika kondisinya sesuai. Kemudian eksplan Bonggol umur membentuk tunas dengan rerata 25,83 hari, setelah itu diikuti oleh eksplan Daun umur membentuk tunas dengan rerata 26,92 hari, eksplan Daun tersebut bertahan hidup dengan kondisi warna hijau terbentuk kalus berwarna putih. Pada eksplan Akar umur membentuk tunas dengan rerata 37,08 hari, eksplan Akar tersebut merupakan paling terlama dalam membentuk tunas, eksplan akar tersebut mengalami pembengkakan atau berbentuk gumpalan pada potongan eksplan ini diduga adalah sel yang berkembangbiak.

Bahkan menurut George dan Sherrington (1984), apabila ketersediaan sitokinin didalam medium kultur sangat terbatas maka pembelahan sel pada jaringan yang dikulturkan akan terhambat. Akan tetapi, apabila jaringan tersebut disubkulturkan

pada medium dengan kandungan sitokinin yang memadai maka pembelahan sel akan berlangsung secara sinkron.

Setiap jenis tanaman mempunyai respon yang berbeda terhadap pemberian zat pengatur tumbuh, namun pada dasarnya ketersediaan hara dalam media juga mampu mendorong aktifitas metabolisme dalam jaringan tanaman namun pertumbuhan tunas akan berlangsung lambat tanpa zat pengatur tumbuh. Pemberian sitokinin taraf tertentu berpengaruh dalam memacu waktu pembentukan tunas, hal tersebut sesuai dengan fungsi sitokinin merangsang pembentukan tunas.

Menurut George dan Sherrington (1984), BAP merupakan zat pengatur tumbuh yang sangat efektif dalam menginduksi proliferasi tunas *in vitro* pada berbagai jenis tanaman dibandingkan jenis sitokinin yang lain. Dengan kata lain penggunaan media MS dan penambahan ZPT BAP memacu pertumbuhan kalus dan memperbanyak tunas pada tanaman. Keberhasilan dalam kultur jaringan selain sumber eksplan dan zat pengatur tumbuh yang tepat juga pada upaya mengkondisikan lingkungan secara aseptik sehingga mencegah terjadinya kontaminasi yang dapat menurunkan tingkat keberhasilan pertumbuhan tunas.

4. Jumlah Tunas Per Eksplan (buah)

Hasil pengamatan terhadap jumlah tunas per eksplan tanaman gaharu setelah dilakukan analisis ragam (lampiran 5.d) memperlihatkan secara interaksi berbagai sumber eksplan dan Konsentrasi BAP tidak memberikan pengaruh nyata. Namun perlakuan berbagai sumber eksplan memberikan pengaruh terhadap jumlah tunas per eksplan tanaman gaharu, begitu juga berbagai konsentrasi BAP memberikan pengaruh nyata. Rerata hasil pengamatan jumlah tunas per eksplan pada tanaman gaharu setelah di uji lanjut BNJ pada taraf 5 % dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rerata Jumlah Tunas Per Eksplan (buah) dengan perlakuan berbagai sumber eksplan dan Konsentrasi BAP.

| SUMBER EKSPLAN (E) | KONSENTRASI BAP (B) (mg/l) | | | | Rerata |
|--------------------------|-------------------------------|----------|---------|----------|--------|
| | B0 (0) | B1 (0,5) | B2 (1) | B3 (1,5) | |
| E1 (Akar) | 1,00 | 1,33 | 1,67 | 1,67 | 1,42 c |
| E2 (Bonggol) | 2,00 | 2,00 | 2,33 | 2,50 | 2,21 b |
| E3 (Buku) | 3,00 | 3,11 | 3,28 | 3,67 | 3,26 a |
| E4 (Daun) | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 b |
| Rerata | 2,00 b | 2,11b | 2,32 ab | 2,46 a | |
| KK = 13,86% | BNJ B & E = 0,34 | | | | |

Angka- angka pada baris dan kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNJ pada taraf 5%.

Tabel 5 menunjukkan berbagai sumber eksplan Buku (E3) menunjukkan tunas sebanyak 3,26 tunas berbeda nyata dengan berbagai sumber eksplan lainnya (Akar, Bonggol, dan Daun).



Gambar 2 : Kultur eksplan Buku (nude) tanaman gaharu pada media $\frac{1}{2}$ MS yang ditambahkan 1,5 mg/l BAP

Hal ini diduga karena bahwa pada sumber eksplan pada Buku (E3) masih mengandung sel-sel aktif yang dapat membelah diri dan adanya respon terhadap zat pengatur tumbuh eksogen yang ditambahkan ke dalam media tumbuh endogen yang diproduksi oleh jaringan tumbuh. Flick *et al.* (1983) menyatakan bahwa eksplan

tunas atau meristem yang mengandung sel-sel yang sedang aktif membelah diri secara mitosis, memperlihatkan laju keberhasilan yang tinggi untuk inisiasi kalus yang dilanjutkan dengan regenerasi planlet.

Jumlah tunas terbanyak terdapat pada kultur yang ditambahkan BAP pada konsentrasi 1,5 mg/l, dengan jumlah tunas sebanyak 2,46 (a) tunas tidak berbeda nyata dengan kultur yang ditambahkan BAP sebanyak 1 mg/l. Tetapi jumlah tunas akan lebih sedikit bila eksplan gaharu dikultur pada media $\frac{1}{2}$ MS yang ditambahkan sedikit BAP (0,5 mg/l) atau tanpa penambahan BAP (Kontrol).

Haryadi (2010), bahwa sitokinin yang merangsang pembentukan tunas adalah sitokinin yang memiliki perbandingan lebih tinggi dari pada auksin, sehingga dapat menginduksi tunas. Banyaknya jumlah tunas yang terbentuk karena tercapainya zat pengatur tumbuh eksogen dengan eksplan sehingga merangsang pembentukan tunas baru, karena untuk menghasilkan tunas dalam jumlah yang banyak, eksplan yang disubkulturkan juga berasal dari tunas sehingga eksplan lebih aktif merespon zat pengatur tumbuh yang diberikan.

Lestari (2013) mengemukakan bahwa pertumbuhan tunas tanaman terutama tinggi, merupakan hasil pendayagunaan fotosintesis yang ada dalam tanaman, kemudian terjadi proses metabolisme sehingga sel-sel tanaman terus berkembang dan bertambah banyak, kegiatan tersebut dapat aktif dengan adanya pemberian tambahan zat pengatur tumbuh.

Pembentukan tunas dalam kultur jaringan dapat terbentuk secara langsung dan tidak langsung dan tidak langsung. Tunas adventif yang terbentuk dari kalus umumnya disebut sebagai regenerasi tidak langsung. Pembentukan tunas adventif pada eksplan gaharu dipengaruhi oleh adanya variasi pada sifat pertumbuhan tanaman yang diregenerasikan.

Penambahan auksin atau sitokinin kedalam media kultur dapat meningkatkan konsentrasi zat pengatur tumbuh endogen di dalam sel, sehingga menjadi “faktor pemicu” dalam proses tumbuh dan perkembangan jaringan. Untuk memacu pembentukan tunas dapat dilakukan dengan memanipulasi konsentrasi auksin dan sitokinin eksogen (Poonsapaye *et al.* 1989).

Perbedaan respon eksplan yang terjadi karena adanya variasi pada sifat pertumbuhan tanaman yang diregenerasikan, sehingga terdapat pada berbagai sumber eksplan pada kombinasi tertentu jumlah tunas terbanyak. Jumlah tunas dalam suatu penelitian menjadi salah satu tolak ukur akan keberhasilan dari multiplikasi yang dilakukan. Semakin banyak tunas tumbuh maka semakin optimal pula kerja dari bahan organik dan zat pengatur tumbuh yang diberikan. Meskipun belum adanya penelitian berbagai sumber eksplan dan Konsentrasi BAP pada media kultur secara bersamaan namun penelitian ini dapat disimpulkan bahwa berbagai sumber eksplan pada tanaman gaharu dan Konsentrasi BAP merupakan hasil yang cukup baik bagi pertumbuhan eksplan gaharu.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Interaksi berbagai sumber eksplan dan berbagai Konsentrasi BAP tidak memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter yang di uji (persentase hidup eksplan, persentase eksplan membentuk tunas, umur eksplan membentuk tunas, jumlah tunas per eksplan).
2. Berbagai konsentrasi BAP memperlihatkan pengaruh nyata terhadap parameter persentase hidup eksplan, umur eksplan membentuk tunas dan jumlah tunas per eksplan dengan perlakuan terbaik 1,5 mg/l BAP (B3).
3. Berbagai sumber eksplan memperlihatkan pengaruh nyata terhadap semua parameter (persentase hidup eksplan, persentase eksplan membentuk tunas, umur eksplan membentuk tunas dan jumlah tunas dengan perlakuan terbaik eksplan buku (E3).

B. Saran

Dari hasil penelitian, maka disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan pada mikropropagasi tanaman gaharu pada eksplan Buku dengan penambahan jumlah konsentrasi BAP di atas 1,5 mg/l dengan meningkatkan konsentrasi zat pengatur tumbuh, karena masih terjadi peningkatan pada perlakuan yang diberikan.

RINGKASAN

Gaharu merupakan unggulan utama Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) di Kalimantan, Sumatra, Sulawesi, Papua. Gaharu adalah bahan aromatik termahal di dunia, karena harga Gaharu kualitas terbaik di pasar Internasional bisa menghasilkan sekitar 2 kg per batang seharga 58 juta. Perburuan Gaharu di hutan alam meningkat dikarenakan harga jualnya yang tinggi sehingga mengancam kelestarian Gaharu.

Tanaman gaharu dibudidayakan sebagai tanaman pertanian yang menghasilkan resin yang sangat mahal dan permintaannya pun meningkat dari tahun ketahun. Perbanyak tanaman gaharu dapat dilakukan dengan generative, yaitu dengan biji. Kebanyakan petani memilih menggunakan sistem pembibitan dengan biji karena dapat menghasilkan sifat sesuai dengan induknya. Akan tetapi, untuk menghasilkan bibit dengan jumlah yang banyak dengan sistem generative membutuhkan waktu yang cenderung lama.

Melihat kondisi penyediaan bibit tersebut maka pembibitan dapat dilakukan dengan multiplikasi tanaman dengan teknik kultur *in vitro*. Kultur *in vitro* merupakan teknik menumbuhkembangkan bagian tanaman, baik berupa sel, jaringan maupun organ dalam kondisi aseptik secara *in vitro*. Teknik ini mampu memperbanyak tanaman dalam jumlah banyak dan dalam waktu yang relative singkat. Perbanyak melalui multiplikasi tunas merupakan metode yang banyak digunakan dalam perbanyak tanaman pada teknik kultur jaringan secara *in vitro* karena selain cepat juga memiliki peluang yang kecil untuk terjadinya penyimpangan secara genetik.

Untuk menghasilkan bibit dengan jumlah banyak maka dapat memanfaatkan bagian tunas atau berbagai sumber eksplan yang ada pada tanaman gaharu sehingga dapat mengurangi terjadinya penyimpangan secara genetik yang terjadi pada

indukkan tanaman gaharu. Untuk mengoptimalkan pertumbuhan, maka dilakukanlah perbanyak tanaman pada teknik kultur secara *in vitro*.

Selain itu keberhasilan dalam kultur jaringan tidak akan lepas dari penggunaan zat pengatur tumbuh. Dalam kultur *in vitro*, ada dua jenis zat pengatur tumbuh yang digunakan yakni auksi dan sitokinin. Penggunaan auksin dan sitokinin pada konsentrasi yang tepat dapat memacu pertumbuhan eksplan, terutama pembentukan tunas, daun dan tinggi tanaman. Zat pengatur tumbuh yang ditambahkan ke media penelitian ini adalah Zat Pengatur Tumbuh BAP (6-benzylaminopurine) dari golongan sitokinin. Peranannya dalam tumbuhan antara lain adalah untuk mengatur pembelahan sel, pembentukan organ, pembesaran sel dan organ, pembentukan kloroplas, pembukaan dan penutupan stomata, pencegahan kerusakan klorofil, dan perkembangan mata tunas dan pucuk.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka penulis telah melakukan penelitian dengan judul “Uji Konsentrasi BAP dan Berbagai Sumber Eksplan pada Mikropropagasi Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) secara In Vitro” yang telah dilaksanakan di dalam Laboratorium Bioteknologi tanaman Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau, Jalan Kaharudin Nasution km 11, Kelurahan Air Dingin, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru. Penelitian dilaksanakan selama 5 bulan yang dimulai dari bulan Januari sampai bulan Juni 2018. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kombinasi konsentrasi BAP dan Berbagai Sumber Eksplan yang memberikan pengaruh terbaik pada eksplan tanaman gaharu (*Aquilaria malaccensis*) secara *In vitro*.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap secara faktorial yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama pemberian konsentrasi BAP (B) dan faktor kedua berbagai sumber eksplan (A). Faktor pertama

pemberian konsentrasi BAP (B) terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu 0, 0,5, 1 dan 1,5 mg/l dan faktor kedua Berbagai Sumber Eksplan (A) terdiri dari 4 taraf yaitu Akar, Bonggol, Buku, Daun sehingga terdapat 16 kombinasi perlakuan dengan ulangan sebanyak 3 kali.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini antara lain : persentase hidup eksplan (%), persentase eksplan yang membentuk tunas (%), umur eksplan mulai membentuk tunas (hari), jumlah tunas per eksplan (buah).

Interaksi berbagai sumber eksplan dan berbagai Konsentrasi BAP tidak memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter yang di uji (persentase hidup eksplan, persentase eksplan membentuk tunas, umur eksplan membentuk tunas, jumlah tunas per eksplan). Berbagai sumber eksplan memperlihatkan pengaruh nyata terhadap semua parameter (persentase hidup eksplan, persentase eksplan membentuk tunas, umur eksplan membentuk tunas dan jumlah tunas dengan perlakuan terbaik eksplan buku (E3). Berbagai konsentrasi BAP memperlihatkan pengaruh nyata terhadap parameter persentase hidup eksplan, umur eksplan membentuk tunas dan jumlah tunas per eksplan dengan perlakuan terbaik 1,5 mg/l BAP (B3).

DAFTAR PUSTAKA

- Andari T. 2013. Multiplikasi tunas Suweg (*Amorphophallus paeonifolius* (Dennst.) Nicolson) dengan zat pengatur tumbuh BAP dan NAA secara kultur jaringan. Skripsi: Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Anonimus. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. <http://www.forda-mof.org>. Diakses 1 Mei 2017.
- Anonimus. 2010. The CITES Export Quotas. <http://www.cites.org/eng/resources/quotas/index.shtml>. Diakses 11 Mei 2017.
- Aswandi. 2008. Budidaya gaharu. <http://bpk-ae knauli.org>. Diakses 11 Mei 2017.
- Barden, A., A.A. Noorainie, M. Teresa, and S. Michael. 2006. Heart of the Matter: Agarwood Use and Trade and CITES Implementation for *Aquilaria malaccensis*. <http://www.traffic.org/news/agarwood.pdf>. 11 Mei 2017.
- Clive, G., P. Simanjuntak, L.K. Sabur, P.F.L. Maspaitella, dan R.C.G. Varley. 2007. Pengantar Evaluasi Proyek. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Damayanti L. 2004. Kombinasi konsentrasi Auksin dan sitokinin terhadap pertumbuhan anyelir *Dianthus caryophyllus* dalam kultur in vitro. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fereol, L., Chovelon, V., Causse, S., Michaux-Ferriere, N., and Kahane R., 2002. Evidence of Somatic Embryogenesis Process for Plant Regeneration in Garlic (*Allium sativum* L.). *Plant Cell Reports*. 21:197-203.
- Gunawan, L.W. 1990. Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan. Laboratorium Kultur Jaringan. Bioteknologi. Institute Pertanian Bogor. Bogor. P. 304.
- Harahap, P. S., L. A. M. Siregar, dan Y. Husni. 2014. Kajian Awal : Respon Eksplan Nodus dalam Inisiasi Tunas Mikro Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) dalam Medium MS. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3 (1) : 229 – 237.
- Hartman, H. T & Kester, D. E. 1983. *Plant Propagation Principles and Practices*. Fourth Edition. New Jersey : Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs.
- Hendaryono, D. P. S. & Wijayani, A. 1994. Teknik Kultur Jaringan Pengenalan dan Petunjuk Perbanyak Tanaman Secara Vegetatif Modern. Kanisius. Yogyakarta.
- Herawan T & T Hardi TW. 2005. Kultur jaringan Tiga Spesies Murbei Hasil Persilangan. *Wana Benih*. 6 (1) : 21-29

- Karyono, O.K. 2001. Kajian Finansial Budidaya Tanaman Gaharu Studi Kasus di Provinsi Riau. <http://www.puslitsosekhut.web.id/publikasi>. Jurnal Puslitsosek 2 (4) : 20 - 28 . Diakses 11 Mei 2017.
- Kashmir dan Jakfar. 2003. Studi Kelayakan Bisnis. Prenada Media Group. Jakarta.
- Lu CY. 1993. The use of thidiazuron in tissue culture. *In vitro*. Cell Dev. Biol. 29:92-96.
- Mariska, I., dan Ragapadmi, P.2001. Perbanyak Vegetatif Tanaman Tahunan Melalui Kultur *In Vitro*. Jurnal Litbang Pertanian. 20 (1).
- Miryam A, Suliansyah I, Djamaran A. 2008. Multiplikasi jeruk kacang (*Citrus nobilis* L.) pada beberapa konsentrasi NAA dan BAP pada media WPM secara *in vitro*. Jurnal Agronomi Indonesia 1:97-104
- Murashige T & F Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue. *Physiol. Plant.* 15:473 - 497.
- Mulyono, D. 2010. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Auksin: Indole Butiric Acid (IBA) Dan Sitokinin: Benzil Amino Purine (BAP) Dan Kinetin Dalam Elongasi Pertunasan Gaharu (*Aquilaria Beccariana*). Pusat Teknologi Produksi Pertanian BPPT. Jurnal Sains dan teknologi Indonesia 12(1) : 1-7. Jakarta.
- Mucharromah. 2006. Pengembangan Gaharu di Sumatera. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam Departemen Kehutanan. Bogor.
- Purwanto D. B. 2008, Manfaat Gaharu, tersedia online <http://supergaharu.wordpress.com/kegunaan-gaharu>. Diakses 11 Mei 2017.
- Ping LS, Aziz MA, Sinniah UR, Zainudin F. 2004. *In vitro* regeneration system of teak (*Tectona grandis* L.). The 4 the Annual Seminar of National Science Fellowship.151 -154 .
- Priyono, D. Suhandi, dan Matsaleh. 2000. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh IAA dan 2-IP pada Kultur Jaringan Bakal Buah Pisang. Jurnal Hortikultura. 10 (3) : 183 – 190.
- Santoso, E., Luciasih Agustini, Irnayuli R. Sitepu, dan Maman Turjaman. 2007. Efektivitas Pembentukan Gaharu dan Komposisi Senyawa Resin pada *Aquilaria* spp. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 4 (6): 543-551. Bogor.
- Salampessy, F. 2009. Strategi dan Teknik Pemasaran Gaharu di Indonesia. Asosiasi Gaharu Indonesia (ASGARIN). Jakarta

- Sipayung, Esri. 2010. Respon Tunas Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) secara In vitro terhadap Pemberian ZPT. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Siran, S. A. 2010. Pengembangan Teknologi Produksi Gaharu Berbasis Pemberdayaan Masyarakat. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor
- Sulistiani E, Yani SA. 2012. Produksi Bibit Tanaman dengan Menggunakan Teknik Kultur Jaringan. Bogor.
- Sundari,L., Luthfi.A.M. Siregar, dan D.S. Hanafiah. 2014. Kajian Awal: Respon Eksplan Nodus dalam Inisiasi Tunas Mikro Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) dalam Medium WPM. Jurnal Online Agroekoteknologi. 3(1) : 179-189.
- Sofia, D, Bangun, M.K, dan Lince, RP. 2005. Respon Pertumbuhan Eksplan Jeruk Maga (*Citrusnobilis*) Terhadap Pemberian IAA dan BAP Secara invitro. Stigma An Agricultural Science Journal, 13 (4).
- Sriyanti, D.P. & Wijayani, A. 1994. Teknik Kultur Jaringan. Yayasan Kansius. Yogyakarta.
- Suryowinoto, M. 1996. Pemuliaan Tanaman Secara In Vitro. Kanisius. Yogyakarta.
- Sumama Y. 2002. Budi Daya Gaharu. Seri Agribisnis. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suryowinoto M. 1996. Pemuliaan Tanaman Secara In Vitro. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Santoso, E dan Y. Sumarna 2006. Budidaya dan Rekayasa Produksi Gaharu pada Jenis Pohon Penghasil Gaharu. Bogor: Pulitbang Hutan Konservasi Alam.
- Tarigan, K. 2004. Profil Pengusahaan (Budidaya) Gaharu. Pusat Bina Penyuluhan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Wattimena, G. A. 1991. Zat Pengatur Tumbuh Tanaman. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yusnita. 2003. Kultur Jaringan: Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien. Agromedia Pustaka: Jakarta.
- Zulkarnain. 1995. Perbanyak Tanaman *Guichenotia macrantha* Turcz. Secara Kultur Jaringan I. Penelitian Pendahuluan terhadap Metode Sterilisasi Bahan Tanaman dan Komposisi Medium Dasar. Majalah Ilmiah Unja 48.
- Zulkarnain. 2009. Kultur Jaringan: Solusi Perbanyak Tanaman. Agromedia Pustaka. Jakarta.