

Kualitas Gaharu *Aquilaria* sp. dengan Pemberian Bioinokulan Fermentasi Batang Pisang yang Terkena Penyakit Layu Fusarium

*(Quality of *Aquilaria* sp. Agarwood by Giving Bioinoculants Fermented Banana Stems Affected by Fusarium Wilt Disease)*

Silvester Selno*, Zulfa Zakiah, Rikhsan Kurniatuhadi
Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak,
*Email: silvesterselno@student.untan.ac.id

(Article History: Received February 1, 2021; Revised March 8, 2021; Accepted April 7, 2021)

ABSTRAK

Upaya produksi gaharu budidaya umumnya menggunakan inokulan dari jenis *Fusarium* sp., namun mahalnya inokulan biakan murni menjadi faktor pembatas untuk produksi gaharu budidaya. Bioinokulan dapat menjadi solusi bagi petani gaharu karena dibuat dari bahan yang mengandung mikroorganisme patogen dan tidak membutuhkan proses pembiakan murni. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis mikroorganisme dan konsentrasi bioinokulan yang tepat digunakan untuk menghasilkan kualitas gaharu yang baik serta mengetahui kualitas gaharu yang dihasilkan dengan menggunakan bioinokulan dari fermentasi batang pisang yang terkena penyakit layu fusarium. Metode penelitian lapangan dengan melakukan inokulasi bioinokulan dari fermentasi batang pisang yang terkena penyakit layu fusarium pada pohon *Aquilaria* sp. Setiap konsentrasi diinokulasikan pada pohon yang berbeda. Pada ketinggian 30 cm dari permukaan tanah, pohon dibuat lubang sebanyak 5 buah secara vertikal dengan menggunakan bor dengan jarak antar lubang 50 cm. Inokulan diinokulasikan melalui lubang yang telah dibuat dengan metode infus. Hasil penelitian diperoleh tiga jenis mikroorganisme yang terdapat pada bioinokulan yaitu kelompok genus *Aspergillus*, *Fusarium* dan *Saccharomyces*. Perlakuan dengan konsentrasi bioinokulan 140 ml memberikan hasil yang terbaik terhadap bobot kayu gaharu, warna, aroma dan kadar resin gaharu yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kualitas gaharu yang dihasilkan setelah 4 bulan inokulasi menghasilkan mutu gaharu kelas kemedangan.

Kata Kunci: *Aquilaria* sp., Bioinokulan, *Fusarium* sp., Gaharu, Inokulasi

ABSTRACT

Efforts to produce cultivated agarwood generally use inoculants of the type *Fusarium* sp. however the high cost of pure culture inoculants is a limiting factor for cultivated agarwood production. Bioinoculants can be a solution for agarwood farmers because they are made from materials containing pathogenic microorganisms and do not require a pure breeding process. The research aims to determine the kind of microorganisms and the proper concentration of bioinoculants to produce good quality agarwood and determine the quality of aloes produced by using bioinoculants from fermented banana stem affected by fusarium wilt disease. The method of field research was by conducting inoculation of bioinoculants from the fermentation of banana stems affected by fusarium wilt on *Aquilaria* sp. Each concentration was inoculated on a different tree. At a height of 30 cm from the ground, 5 holes are made vertically using a drill with a distance of 50 cm between the holes. The inoculant is inoculated through the hole that has been made by the infusion method. The results showed that there were three types of microorganisms found in bioinoculants, namely the *Aspergillus*, *Fusarium* and *Saccharomyces* genus groups. Treatment with a concentration of 140 ml of bioinoculant gave the best results on the weight of agarwood, color, aroma and content of the resulting agarwood resin. Based on this research, it can be concluded that the quality of aloes produced after 4 months of inoculation resulted in the quality of agarwood in the kemedangan class.

Keywords: Agarwood, *Aquilaria* sp., Bioinoculants, *Fusarium* sp., Inoculation

PENDAHULUAN

Gaharu ialah kayu yang berwarna kehitaman dan mengandung resin khas yang dihasilkan oleh spesies pohon dari genus *Aquilaria* dan merupakan salah satu hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Siran dan Turjaman 2010). Gaharu biasa diperdagangkan untuk keperluan industri parfum, kosmetik, kerajinan tangan, dupa atau hio, obat-obatan dan juga acara ritual keagamaan. Banyaknya kegunaan gaharu membuat meningkatnya permintaan pasar terhadap gaharu dan menyebabkan proses pencarian gaharu di alam meningkat sehingga sulit untuk dikendalikan. Salah satu upaya pemerintah untuk menanggulangi perburuan liar gaharu dengan melakukan pembatasan ekspor dengan kuota untuk gaharu alam. Untuk menanggulangi hal tersebut maka para petani gaharu mulai untuk membudidayakan gaharu, karena untuk gaharu budidaya tidak dikenakan pembatasan kuota ekspor. (Purnomo dan Turjaman 2011).

Upaya peningkatan produksi gubal gaharu telah dilakukan oleh beberapa peneliti, seperti yang telah dilakukan oleh Santoso *et al.* (2011a) dan Santoso *et al.* (2011b) yang menghasilkan gaharu dengan mutu kemedangan C pada usia 3 bulan inokulasi. Vantompan *et al.* (2015) membandingkan inokulan *Fusarium* sp. dengan metode infus dan metode injeksi pada *Aquilaria malaccensis* dimana metode infus secara morfologi menunjukkan adanya perubahan warna kayu yang sangat signifikan dari putih menjadi hitam jika dibandingkan dengan metode injeksi. Penelitian yang dilakukan oleh Aswin (2016) menunjukkan bahwa aplikasi dosis inokulan fungi *Fusarium* sp. berpengaruh nyata terhadap luas infeksi, perubahan warna kayu dan tingkat wangi dalam pembentukan gaharu pada pohon karas (*Aquilaria malaccensis*).

Terbatasnya pengetahuan petani gaharu tentang inokulasi gaharu dan mahalannya inokulan merupakan faktor pembatas untuk

produksi gaharu budidaya. Hal ini disebabkan pembuatan inokulan dari biakan murni yang membutuhkan keahlian dan biaya yang mahal. Bioinokulan merupakan inokulan gaharu yang dibuat dari bahan-bahan alami yang mengandung mikroorganisme patogen, dan tidak membutuhkan pembiakan murni dalam proses pembuatannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis mikroorganisme dan konsentrasi bioinokulan yang tepat digunakan untuk menghasilkan kualitas gaharu yang baik serta mengetahui kualitas gaharu yang dihasilkan dengan menggunakan bioinokulan dari fermentasi batang pisang yang terkena penyakit layu fusarium.

METODE

Perbanyakan Inokulan *Fusarium* sp.

Isolat *Fusarium* sp. diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Tanjungpura, Pontianak. Perbanyakan isolat *Fusarium* sp. dilakukan dalam medium cair *Potato Dextrose Broth* (PDB).

Pembuatan Bioinokulan

Pembuatan bioinokulan diawali dengan pemilihan bahan utama yaitu batang pisang yang terkena penyakit layu Bagian batang tersebut dipotong menjadi ukuran kecil ± 2 cm berbentuk dadu. Potongan batang pisang kemudian ditimbang ± 350 gram dan dihancurkan dengan menggunakan blender. Akuades ditambahkan sebanyak 200 ml, kemudian disaring menggunakan kain serbet dan diperas hingga air pada ampas batang pisang habis. Air hasil perasan dimasukkan ke dalam jerigen dan ditutup, kemudian disimpan selama tiga hari pada suhu ruang dan tidak terkena cahaya matahari langsung.

Isolasi dan Identifikasi Mikroorganisme Pada Bioinokulan

Isolasi jamur dilakukan menggunakan metode agar tuang dengan membuat seri pengenceran. Pengenceran dilakukan dari 1 ml bioinokulan ke dalam 9 ml aquades

hingga didapatkan pengenceran 10^{-3} - 10^{-5} , kemudian diambil masing-masing 1 ml dari setiap pengenceran dan tuangkan pada media, penguangan dilakukan secara aseptis. Proses inkubasi dilakukan pada suhu ruang selama 5 sampai 7 hari. Setiap jamur yang tumbuh dimurnikan kembali pada media PDA dan diinkubasi selama 5-7 hari. Pengamatan dilakukan terhadap warna koloni, konidiofor dan spora yang dihasilkan (Lisdayania *et al* 2013). Selanjutnya jamur diidentifikasi menggunakan buku identifikasi jamur “Pengenalan Kapang Tropik Umum”, Gandjar *et al.* (1999).

Inokulasi Bioinokulan

Penelitian ini menggunakan 6 pohon penghasil gaharu (*Aquilaria* sp.) yang berumur kurang lebih 6 tahun. Pohon diberi lubang dengan menggunakan bor engkol. Kedalaman lubang bor $\pm \frac{1}{3}$ diameter pohon, jarak antara lubang pertama dan tanah sejauh 30 cm, jarak antar lubang secara vertikal 50 cm. Penelitian ini menggunakan enam perlakuan dalam pemberian konsentrasi yaitu kontrol (-) (aquades 150 ml), kontrol (+) (*Fusarium* sp. 2 ml), 100 ml bioinokulan, 120 ml bioinokulan, 140 ml bioinokulan dan 160 ml bioinokulan. Masing-masing konsentrasi diinokulasikan pada pohon yang berbeda, dimana setiap pohon dibuat 5 lubang untuk memasukan inokulan yang ada dengan metode infus.

Pembersihan Gaharu dan Uji Organoleptik Gaharu

Setelah 4 bulan masing-masing pohon ditebang dan dilakukan *carving* atau proses pembersihan gaharu dari serat kayu, untuk melihat hasil inokulasi gubal gaharu yang terbentuk. Gubal gaharu dari masing-masing perlakuan ditimbang dan dilakukan pengamatan tingkat warna dengan menggunakan tabel warna, serta aroma dengan cara membakar gaharu yang terbentuk pada setiap perlakuan. Pengamatan wangi gaharu dilakukan melalui uji organoleptik yang dinyatakan dengan rata-rata skor dari 10 panelis yang sudah memiliki pengalaman dalam dunia gaharu.

Pengujian organoleptik merupakan pengujian yang didasarkan pada proses pengindraan. Skala skor wangi adalah 0 = tidak wangi, 1 = kurang wangi, 2 = wangi, 3 = wangi sekali, dimana nilai interval (0 - 0,5) tidak wangi, (0,5 - 1,5) kurang wangi, (1,5 - 2,5) wangi, (2,5 - 3) wangi sekali (Wahyuningtias 2010).

Penentuan Persentase Rendemen Ekstrak Gaharu

Sampel kayu gaharu yang di ekstrak dihaluskan menjadi serbuk. Sebanyak 5 g serbuk gaharu dari setiap sampel diekstraksi dengan teknik sokletasi. Ekstraksi dilakukan dengan pelarut aseton dan metanol, masing-masing sebanyak 75 mL. Ekstraksi dilakukan selama 3 jam atau hingga ekstrak di tabung sudah tidak berwarna, labu alas bulat dipanaskan dengan bantuan penangas air pada suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$. Hasil ekstraksi selanjutnya dipekatkan dengan bantuan *rotary evaporator*. Ekstrak pekat berwarna coklat kehitaman ditimbang untuk mengetahui rendemen resin gaharu, Rendemen dapat ditentukan dengan rumus berikut (Pasaribu *et al* 2013):

$$\text{Rendemen resin (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

keterangan :

A = Berat resin hasil ekstraksi

B = Berat serbuk gaharu sebelum diekstraksi

Uji Fitokimia

Uji fitokimia pada penelitian ini meliputi uji alkaloid, steroid, terpenoid, flavonoid, saponin, tanin dan fenol (Syafitri *et al.* 2014).

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif. Data disajikan dalam bentuk tabel tentang rerata berat kayu gaharu, kualitas warna, aroma dan uji fitokimia, serta persentase rendemen ekstrak gaharu pada *Aquilaria* sp. (Pasaribu *et al* 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh tiga kelompok mikroorganisme

yang diisolasi dari bioinokulan fermentasi batang pisang yang terkena penyakit layu fusarium, yaitu dari kelompok genus *Aspergillus*, *Fusarium* dan *Saccharomyces* (Gambar 1-3).

Hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh tiga kelompok genus jamur yang diisolasi dari bioinokulan fermentasi batang pisang yang terkena penyakit layu fusarium, yaitu dari kelompok genus *Aspergillus* dan *Fusarium* yang tergolong kelompok jamur multiseluler, serta *Saccharomyces* dari kelompok jamur uniseluler. Bioinokulan mengandung tiga kelompok genus jamur yang berbeda. Hal ini memungkinkan adanya sinergisme atau kerja sama di antara ketiga kelompok jamur tersebut sehingga proses infeksi terhadap pohon penghasil gaharu menjadi lebih baik dibandingkan dengan inokulan dari biakan jamur tunggal. Menurut Subowo (2010) jamur *Aspergillus* dan *Fusarium* dapat membentuk gubal gaharu, tetapi memiliki hasil yang berbeda dimana jamur *Fusarium* memiliki hasil yang lebih baik dalam pembentukan gaharu dibandingkan jamur *Aspergillus*. Hasil penelitian Mega dan Phabiola (2010) menyatakan campuran dua mikroorganisme yaitu jamur *Fusarium solani* dan *Rhizopus* sp. menghasilkan mutu gaharu yang lebih baik dibandingkan perlakuan jamur tunggal.

Berdasarkan Tabel 1 rerata berat kayu gaharu yang dihasilkan beragam. Hasil inokulasi menggunakan bioinokulan dengan konsentrasi 140 ml memiliki berat gaharu rata-rata tertinggi yaitu 40 gram, berat rata-rata terkecil didapatkan dari hasil inokulasi gaharu dengan menggunakan *Fusarium* sp. (kontrol +) dengan rata-rata berat 2,6 gram, sedangkan untuk perlakuan dengan menggunakan akuades (kontrol -) tidak menghasilkan gaharu. Menurut Vantompan et al. (2015) akumulasi fitoaleksin atau metabolik sekunder akibat infeksi hifa-hifa jamur patogen menyebabkan adanya kumpulan resin yang bertumpuk di sekitar lubang perlukaan. Kumpulan resin inilah yang membuat gaharu terbentuk dan memberikan bobot pada gaharu. Semakin

luas dan banyak fitoaleksin yang terakumulasi maka akan semakin berat gaharu yang terbentuk.

Perbedaan konsentrasi bioinokulan yang diberikan menghasilkan rerata berat kayu gaharu yang bervariasi. Konsentrasi bioinokulan yang rendah menghasilkan gaharu dengan rerata berat gaharu yang kecil. Hal ini disebabkan pohon penghasil gaharu mampu memberikan perlawanan terhadap infeksi dari mikroorganisme yang terkandung di dalam bioinokulan, sehingga gaharu yang terbentuk sedikit. Namun pada perlakuan konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terganggunya fungsi-fungsi fisiologis dari tumbuhan penghasil gaharu sehingga dapat menyebabkan pohon menjadi lapuk bahkan mati. Proses fisiologis yang terganggu menyebabkan gaharu yang terbentuk kurang baik dan berat gaharu yang dihasilkan menjadi rendah (Aswin 2016).

Hasil penelitian pada Tabel 2 menunjukkan bahwa warna gaharu yang dihasilkan berbeda-beda pada setiap perlakuan. Secara kualitatif warna gubal yang dihasilkan dari perlakuan inokulasi dengan beberapa konsentrasi bioinokulan bervariasi yaitu krem, abu-abu kecokelatan, kuning kecokelatan dan coklat. Hal ini berhubungan erat dengan kandungan resin dan aroma. Perlakuan bioinokulan 140 ml dan 120 ml menghasilkan kayu gaharu berwarna coklat. Gaharu dari perlakuan *Fusarium* sp. atau kontrol (+) memiliki warna kuning kecokelatan dan gaharu dari perlakuan bioinokulan 100 ml memiliki warna abu-abu kecokelatan, sedangkan dari perlakuan bioinokulan 160 ml dengan warna krem. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan bioinokulan konsentrasi 120 ml dan 140 ml memberikan hasil yang terbaik dibandingkan perlakuan lainnya.



Gambar 1: A. Koloni *Aspergillus* sp.
 B. Morfologi *Aspergillus* sp. secara mikroskopis
 a. Konidia, b. Konidiafor, c. Hifa, Perbesaran 10 x 10



Gambar 2: A. Koloni *Fusarium* sp.
 B. Morfologi *Fusarium* sp. secara mikroskopis,
 a. Makrokonidia, b. Mikrokonidia, Perbesaran 10 x 40



Gambar 3: A. Koloni *Saccharomyces* sp.
 B. Morfologi *Saccharomyces* sp. secara mikroskopis,
 a. Sel tunas (*budding* sel), Perbesaran 10 x 40

Tabel 1 Rerata berat kayu gaharu setelah 4 bulan inokulasi

Perlakuan (ml)	rata-rata berat (gram)
Akuades (-) 150	-
Fusarium (+) 2	2,6
Bioinokulan 100	12,8
Bioinokulan 120	22,6
Bioinokulan 140	40
Bioinokulan 160	19

Tabel 2 Kualitas warna kayu gaharu

Perlakuan (ml)	Warna
Akuades (-) 150	-
Fusarium (+) 2	Kuning kecokelatan
Bioinokulan 100	Abu-abu kecokelatan
Bioinokulan 120	Cokelat
Bioinokulan 140	Cokelat
Bioinokulan 160	Krem

Tabel 3 Kualitas aroma kayu gaharu

Perlakuan (ml)	Rata-rata skor	Kualitas aroma
Akuades (-) 150	-	-
Fusarium (+) 2	1,2	Kurang wangi
Bioinokulan 100	1,7	Wangi
Bioinokulan 120	2,3	Wangi
Bioinokulan 140	2,7	Wangi sekali
Bioinokulan 160	1,2	Kurang wangi

Keterangan: Skor 0 - 0,5 (tidak wangi), 0,5 – 1,5 (kurang wangi), 1,5 – 2,5 (wangi), 2,5 – 3 (wangi sekali).

Tabel 4 Persentase rendemen resin gaharu pada pelarut yang berbeda

Pelarut	Sampel	Berat resin (gram)	Rendamen resin (%)
Aseton	Fusarium (+) 2 ml	0,5	10%
	Bioinokulan 100 ml	0,41	8,2%
	Bioinokulan 120 ml	1,14	22,8%
	Bioinokulan 140 ml	1,73	34,6%
	Bioinokulan 160 ml	0,55	11 %
Metanol	Fusarium (+) 2 ml	0,93	18,6%
	Bioinokulan 100 ml	1,17	23,4%
	Bioinokulan 120 ml	1,36	27,2%
	Bioinokulan 140 ml	1,35	27%
	Bioinokulan 160 ml	0,5	10%

Tabel 5 Uji fitokimia

Pelarut	Sampel	Alkaloid	Steroid	Terpenoid	Flavonoid	Saponin	Tanin	Fenol
Aseton	Fusarium (+) 2 ml	-	-	+	+	-	-	+
	Bioinokulan 100 ml	-	-	+	+	-	-	+
	Bioinokulan 120 ml	-	-	+	+	-	-	-
	Bioinokulan 140 ml	+	-	+	+	-	-	+
	Bioinokulan 160 ml	-	-	-	+	-	-	+
Metanol	Fusarium (+) 2 ml	-	-	-	+	-	+	++
	Bioinokulan 100 ml	-	-	-	+	-	+	++
	Bioinokulan 120 ml	+	-	+	+	-	+	++
	Bioinokulan 140 ml	+	-	+	+	-	+	+
	Bioinokulan 160 ml	-	-	+	-	-	+	+

Keterangan : - : tidak mengandung senyawa
 + : mengandung senyawa
 ++: banyak mengandung senyawa

Menurut Santoso *et al.* (2007) bagian pohon *Aquilaria malaccensis* yang terinfeksi mengeluarkan senyawa oleoresin dari jenis sesquiterpen yang menyebabkan jaringan kayu berwarna coklat sampai kehitaman. Semakin banyak kandungan resin gaharu

yang terdeposit dalam jaringan kayu maka akan semakin gelap pula warna kayu yang di timbulkannya dan semakin baik kualitas gaharu tersebut.

Hasil penelitian pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kualitas aroma terbaik

dihasilkan pada perlakuan bioinokulan 140 ml yaitu wangi sekali. Perlakuan bioinokulan 160 ml memberikan hasil yang terendah yaitu kurang wangi. Aroma wangi gaharu di pengaruhi oleh jumlah resin yang merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan tanaman gaharu sebagai respon terhadap infeksi jamur patogen. Hasil ini sesuai dengan hasil uji fitokimia yang dilakukan dimana pada sampel dari perlakuan bioinokulan 140 ml mengandung paling banyak senyawa metabolit sekunder terutama senyawa terpenoid, sedangkan perlakuan 160 ml mengandung paling sedikit senyawa metabolit sekunder (Tabel 4 dan 5). Menurut Nakanishi *et al.* (1984), senyawa wangi yang utama pada gaharu adalah kelompok turunan senyawa sesquiterpen (Terpenoid) dan kromon feniletil. Kandungan sesquiterpen yang bervariasi akan menentukan kualitas gaharu. Selain sesquiterpen, gaharu asal Indonesia juga mengandung komponen pokok minyak gaharu berupa kromon. Kromon inilah yang menyebabkan aroma harum dari gaharu bila dibakar (Subowo 2010).

Hasil Tabel 4 menunjukkan bahwa sampel gaharu pada perlakuan konsentrasi 140 ml memiliki kandungan rendamen resin tertinggi sedangkan sampel gaharu dari konsentrasi 160 ml memiliki kandungan rendamen resin terendah. Hal ini sesuai dengan hasil dari beberapa penentuan kualitas gaharu sebelumnya seperti dari berat, warna, dan aroma gaharu dimana sampel gaharu dari konsentrasi 140 ml memiliki hasil yang terbaik dari konsentrasi lainnya, sedangkan sampel gaharu dari konsentrasi 160 ml memiliki hasil yang rendah. Rendemen resin antara pelarut metanol dan aseton tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, akan tetapi terlihat kecenderungan rendemen resin pada pelarut metanol lebih tinggi dibandingkan pelarut aseton. Hal ini disebabkan oleh pelarut metanol memiliki sifat yang dapat melarutkan hampir semua komponen baik yang bersifat polar, semi polar maupun non polar (Pasaribu *et al* 2013).

Dari ke empat standar penentuan mutu gaharu seperti berat, warna, aroma dan rendamen resin gaharu dapat disimpulkan bahwa gaharu dari perlakuan konsentrasi 140 ml memiliki hasil yang terbaik dibandingkan perlakuan lainnya. Berdasarkan warna dan aroma gaharu yang dihasilkan dari perlakuan konsentrasi bioinokulan 120 ml dan 140 ml ini dapat dikategorikan kedalam kelas kemedangan, sedangkan perlakuan kontrol (+) *Fusarium* sp., bioinokulan 100 ml dan 160 ml dapat dikategorikan ke dalam kelas kemedangan muda.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan terdapat tiga jenis mikroorganisme yang diisolasi dari bioinokulan fermentasi batang pisang yang terkena penyakit layu fusarium, yaitu dari kelompok genus *Aspergillus*, *Fusarium* dan *Saccharomyces*. Konsentrasi bioinokulan 140 ml memberikan hasil yang terbaik baik dari bobot kayu, warna, aroma maupun dari kadar resin gaharu yang dihasilkan. Kualitas gaharu yang dihasilkan menggunakan bioinokulan selama 4 bulan masa inokulasi menghasilkan mutu gaharu kelas kemedangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswin (2016) Inokulasi *Fusarium* sp. Pada Pohon Karas (*aquilaria malaccensis* lamk.) Terhadap Pembentukan Gaharu, *Jurnal Kehutanan* Vol.11, No.
- Gandjar IRA, Samson KVT, Veumeuleum A, Oetari dan Santoso (1999) *Pengenalan Kapang Tropik Umum*, Yayasan Obor Indonesia: Jakarta.
- Lisdayania, Nelly A, Siregar EBM (2013) Reisolasi dan Identifikasi Fungi pada Batang Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) Hasil Inokulasi, Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara
- Mega IM dan Phabiola TA (2010) Isolasi Jamur Pembentuk Gubal Gaharu Pada Tanaman *Gyrinops Versteegii* di

- Kecamatan Pupuan Kabupaten Tabanan, *Agritrop* Vol. 29, No. 4, Hal. 189-198.
- Nakanishi T, Etsuko Y, Yoneda K, Nagashima T, Kawasaki I, Yoshida T, Mori H, dan Miura I (1984) Three fragrant Sesquiterpenes of Agarwood, *Phytochemistry* 23 : 2066-2067.
- Pasaribu G, Totok K, Waluyo, Gustan Pari (2013) Analisis Komponen Kimia Beberapa Kualitas Gaharu Dengan Kromatografi Gas Spektrometri Massa, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol. 31 No. 3 hal: 181-185.
- Purnomo E, dan Turjaman M (2011) *The environmental of characteristics of Kandangan site for gaharu plantation projects*. Proceeding of gaharu workshop: "Development of gaharu production technology a forest community based empowerment, ITTO PD425/06 Rev.1 (I). Bogor. 95-104.
- Santoso E, Irianto RSB, Sitepu IR, Turjaman M (2011a) *Better inoculation engineering techniques*, Technical Report 2, ITTO PD425/06 Rev.1. R&D Center for Forest Conservation and Rehabilitation. Bogor.
- Santoso E, Agustini L, Sitepu IR, Turjaman M (2007) Efektivitas Pembentukan Gaharu Dan Komposisi Senyawa Resin Gaharu Pada *Aquilaria* Spp, *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, Vol. IV No. 6 : 543-551.
- Santoso E, Pratiwi, Purnomo E, Irianto RSB, Wiyono B, Novriyanto E, Turjama M (2011b) *Selection pathogens for eaglewood (gaharu) inoculation*. Technical Report 3. ITTO PD425/06 Rev.1. R&D Center for Forest Conservation and Rehabilitation, Bogor
- Siran SA, dan Turjaman M (2010) *Pengembangan teknologi gaharu berbasis pemberdayaan masyarakat*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Bogor.
- Subowo YB (2010) Jamur Pembentuk Gaharu Sebagai Penjaga Kelangsungan Hidup Tanaman Gaharu (*Aquilaria* sp.), *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol 11(2): 167 – 173.
- Syafitri NE, Maria B, Syamsul F (2014) Kandungan Fitokimia, Total Fenol, dan Total Flavonoid Ekstrak Buah Harendong (*Melastoma affine* D.Don) *Jurnal Current Biochemistry*, Volume 1 (3): 105 – 115
- Vantompan DPW, Savante A, Wibowo AM (2015) Perbandingan Inokulan *Fusarium* sp. Menggunakan Metode Infus dan Injeksi Untuk Mendapatkan Gaharu Pada Pohon *Aquilaria malaccensis*, Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura.
- Wahyuningtias D (2010) Uji Organoleptik Hasil Jadi Kue Menggunakan Bahan Non Instant Dan Instant, *Jurnal Binus Business Review*. Vol.1 No.1: 116-125.