

**PENGUJIAN BAHAN ORGANIK SEBAGAI MEDIA TUMBUH *FUSARIUM* SP.
PEMBENTUK GAHARU
(Organic Materials Testing as Growing Media for Agarwood Forming *Fusarium* sp)**

Denny^{1*}, Erika Deciarman² dan/and Abu Bakar M. Lahjie³

¹ Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl. Gunung Batu No.5 Kotak Pos 165, Bogor 16610
Jawa Barat, Telp : 62-251-8633234; Fax : 62-251-8638111

^{2,3}Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Jl. Ki Hajar Dewantoro 5, Samarinda, 75116,
Telp : 62-0541-735089; fax : 62-0541-735379

*E-mail: dennybppm@gmail.com

Tanggal diterima: 10 Desember 2017; Tanggal direvisi: 17 Juni 2018; Tanggal disetujui: 17 Mei 2018

ABSTRACT

*Cultivated agarwood commodity is currently preferred by many people. Therefore, research on propagation of the agarwood forming fungi to increase agarwood productivity needs to be conducted. This study was aimed to determine the effectiveness of *Fusarium* sp. in some media and treatments to increase the agarwood formation. This study was conducted in the Laboratory of Forest Protection, Mulawarman University for fungi propagation and Bukit Raya village in East Kalimantan for agarwood inoculation. The growing media tested were potato, banana and cassava infusions, mixed with sawdust. Mycelium daily growth was measured and tested in three different media. The measurement result showed that there was no significant difference. Spore germination of potato infusion media is the fastest among other media after in contact with the potato and banana infusion. There were significant differences in infection area of some media and treatments. The most effective treatment was unpeeled bark with the average infection area of 17.87 cm².*

*Key words: Agarwood, *Fusarium* sp., inoculation, treatment*

ABSTRAK

Saat ini komoditi gaharu budidaya semakin diminati konsumen gaharu dunia, karena menurunnya produksi gaharu alam secara drastis, sehingga penelitian tentang perbanyak jamur pembentuk gaharu untuk mengetahui perlakuan mana yang paling efektif perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penggunaan jamur *Fusarium* sp. dengan beberapa media tumbuh dan perlakuan untuk mengetahui media dan perlakuan yang paling efektif dalam membentuk gubal gaharu. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perlindungan Hutan Universitas Mulawarman untuk proses perbanyak jamur dan Desa Bukit Raya, Kalimantan Timur untuk proses inokulasi pada pohon penghasil gaharu. Media tumbuh yang digunakan adalah ekstrak kentang, pisang, singkong, campuran serbuk gergaji dengan ekstrak kentang, ekstrak pisang, dan ekstrak singkong. Hasil perhitungan kecepatan tumbuh miselia per hari masing-masing media berbeda-beda, tetapi dari hasil uji statistik tidak terdapat perbedaan signifikan antara ketiga media dalam mempengaruhi pertumbuhan miselia. Media berbahan kentang setelah diencerkan dengan ekstrak kentang dan pisang adalah media dengan perkecambahan spora *Fusarium* sp. yang paling cepat. Kemudian hasil inokulasi pohon penghasil gaharu terdapat perbedaan luas infeksi yang signifikan terhadap beberapa media dan perlakuan. Media ekstrak kentang yang pertumbuhan miselia dan perkecambahan sporanya paling cepat merupakan media yang paling baik dalam menginfeksi pohon penghasil gaharu dengan nilai rata-rata luas infeksi 27,28 cm². Perlakuan yang paling baik dalam menginfeksi pohon penghasil gaharu adalah perlakuan tanpa dikupas kulit batangnya dengan luas infeksi sebesar 17,87 cm².

Kata kunci: Gaharu, *Fusarium* sp., inokulasi, perlakuan

I. PENDAHULUAN

Gaharu merupakan hasil hutan bukan kayu yang mempunyai nilai ekonomis tinggi untuk bahan industri parfum, dupa, dan obat-obatan (Turjaman, 2014). Meningkatnya popularitas penanaman pohon penghasil gaharu yang terjadi di berbagai daerah Indonesia menyebabkan peningkatan pertumbuhan sektor bisnis seperti tingginya permintaan pasokan bibit pohon penghasil gaharu, hal ini disebabkan karena komoditi gaharu budidaya semakin diminati banyak orang (Susmianto & Santoso, 2014; Prastyaningsih et al., 2015). Gaharu budidaya yang melalui proses inokulasi jamur mem-berikan peluang bisnis untuk men-substitusi produksi gaharu alam di pasaran internasional (Turjaman, 2014). Gaharu juga merupakan tanaman yang memiliki prospek ekonomi menjanjikan walaupun hanya ditanam di kebun pekarangan rumah (Saikia & Khan, 2012), sehingga tidak jarang masyarakat yang tertarik untuk membudidayakan pohon penghasil gaharu.

Jumlah pohon penghasil gaharu yang sudah dibudidayakan di Indonesia mulai dari wilayah Sumatera, Kalimantan, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi dan Papua diperkirakan sebanyak 3.346.774 pohon dan sebanyak 191.388 pohon diantaranya sudah berdiameter lebih dari 20 cm (Turjaman & Hidayat, 2016). Tingginya jumlah pohon penghasil gaharu yang sudah dibudidayakan harus diimbangi dengan ketersediaan jumlah inokulan pembentuk gaharu. Selain itu inokulan yang tersedia juga diharapkan dapat lebih efektif dan efisien dalam menginfeksi pohon penghasil gaharu.

Gaharu dihasilkan oleh pohon-pohon terinfeksi baik secara alami maupun buatan yang tumbuh di hutan-hutan tropis. Untuk menghasilkan gubal gaharu secara buatan, pada umumnya dilakukan peluka-

an pada batang pohon penghasil gaharu dengan menambahkan bahan-bahan kimia seperti metal jasmonat, oli, dan gula merah (Santoso, 2014a). Terbentuknya gaharu yang disebabkan oleh bahan tersebut tidak menyebabkan terjadinya penyebaran infeksi ke bagian lain dari pohon penghasil gaharu. Hal ini berbeda jika pembentukan gaharu disebabkan oleh bahan biologi seperti jamur atau jasad renik lainnya. Pembentukan gaharu dapat menyebar ke bagian batang pohon penghasil gaharu (Setyaningrum & Saparinto, 2014).

Pohon penghasil gaharu yang disebabkan oleh jamur pembentuk gaharu merupakan respon untuk membentuk pertahanan terhadap serangan penyakit atau pathogen (Sitepu et al., 2011). Salah satu endofitik/pathogen yang sering menyebabkan infeksi pada pohon penghasil gaharu adalah jenis jamur dari spesies *Fusarium* sp. (Iskandar & Suhendra, 2013). Jamur *Fusarium* sp. juga dapat tumbuh dominan pada beberapa sampel batang pohon *Aquilaria malaccensis* yang telah diinokulasi dari berbagai macam jenis jamur (Lisdayani et al., 2015).

Pada umumnya jamur *Fusarium* sp yang berasal dari daerah yang berbeda memiliki kemampuan yang berbeda pula dalam proses pembentukan gaharu (Lisdayani et al., 2015). Selain itu, pembentukan gaharu juga dapat dipengaruhi dari beberapa perlakuan dan media tumbuh jamur (Nurbaya et al., 2014; Santoso et al., 2016; Santoso & Turjaman, 2011). Oleh sebab itu, media tumbuh jamur pembentuk gaharu perlu diteliti untuk membantu petani dalam menyediakan inokulan yang baik dan murah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penggunaan jamur *Fusarium* sp. dengan beberapa media tumbuh dan perlakuan untuk mengetahui media dan perlakuan yang paling baik

dalam membentuk gubal gaharu. Data dan informasi yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat membantu para petani gaharu untuk menyediakan inokulan yang lebih baik, skala massal, dan murah dalam rangka meningkatkan produksi budidaya gaharu.

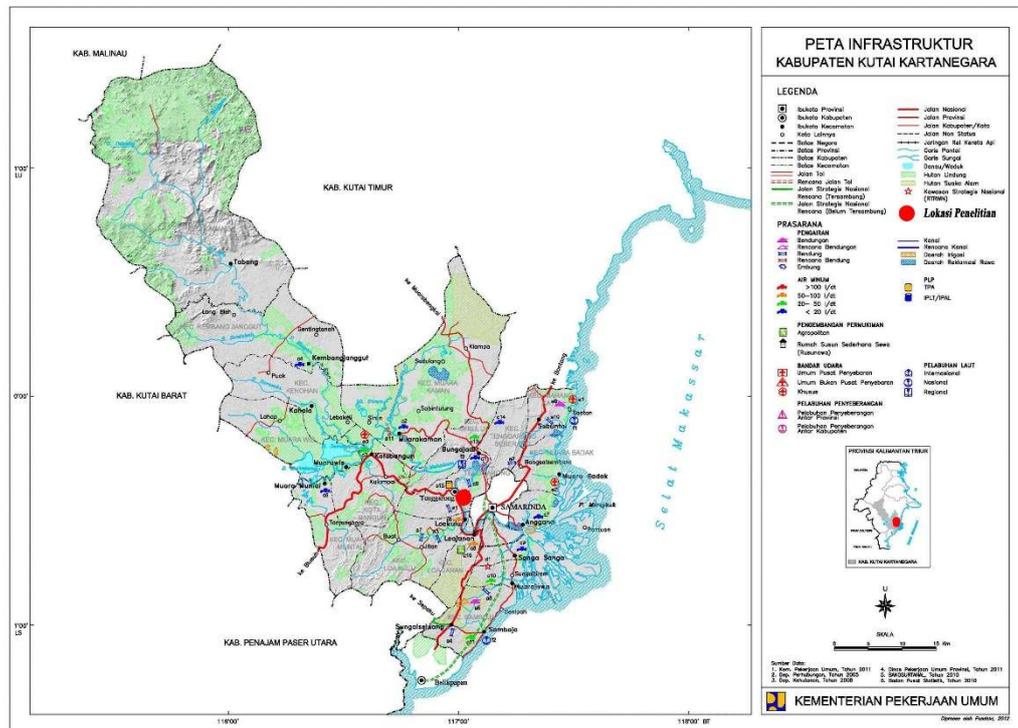
II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di dua lokasi yaitu Laboratorium Perlindungan Hutan Universitas Mulawarman untuk proses perbanyakan jamur dan proses inokulasi pada pohon penghasil gaharu dilakukan di Desa Bukit Raya Kecamatan Tenggara Seberang Kabupaten Kutai Kartanegara Propinsi Kalimantan Timur. Peta lokasi penelitian yang berada pada titik koordinat S 0° 25' 44.6", dan E 117° 4' 25.3" disajikan pada gambar 1.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pohon penghasil gaharu jenis *Aquilaria malaccensis* Lam. berumur 4-5 tahun, jamur *Fusarium* sp. berasal dari koleksi kultur murni yang dimiliki Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman, kentang, pisang, singkong, serbuk gergaji, bekatul, tepung tapioka, dan air suling. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroskop, freezer, clean bench, cawan petri, hand sprayer, autoclave, aluminium foil, pinset, lampu bunsen, spiritus, botol kaca (ex UC1000) 140 cc, hand counter, stick label, meteran, bor listrik, genset, kabel listrik 30 m, kamera, paku, tally sheet, spidol dan ATK.



Gambar (Figure) 1. Peta lokasi penelitian (Map of research site)

Sumber (Source): <http://loketpeta.pu.go.id/peta-infrastruktur-kabupaten-kutai-kartanegara-2012>

C. Metode Penelitian

Media Agar dan Cair

Media tempat tumbuh jamur yang digunakan pada penelitian ini berbasis pada tiga jenis ekstrak bahan organik yaitu kentang, pisang dan singkong dengan kandungan nutrisi terlihat pada Tabel 1. Komposisi media tersebut terdiri atas (per 350 ml): 15 gram agar-agar, 18 gram gula pasir dan ekstrak organik (kentang, pisang atau singkong) sebanyak 70 gram. Sementara media cair dibuat tanpa penambahan agar. Kemudian media tersebut disterilisasi dengan cara dipanaskan menggunakan *autoclave* pada suhu 121° C dengan tekanan 1 kg/cm² selama 20 menit .

Fermentasi pada Media Agar

Isolat jamur *Fusarium* sp. yang tumbuh pada media agar dipotong dengan ukuran 25 mm x 25 mm dan potongan tersebut diletakkan ditengah permukaan media agar yang terbuat dari tiga jenis ekstrak organik yang berbeda. Kultur jamur pada cawan petri disimpan pada suhu ruang dan di tempat gelap. Setiap perlakuan media agar diulang sebanyak lima ulangan. Kecepatan tumbuh miselia jamur pada media di cawan petri diamati setiap hari. Kemudian untuk menghitung persentase perkecambahan spora, dilakukan dengan mengambil sedikit bagian miselia jamur yang tumbuh pada tiga jenis sari organik dan diencerkan sampai semua objek spora teramati di bawah mikroskop dengan jelas. Pengenceran dilakukan dengan empat cara yaitu dengan menggunakan sari kentang, sari pisang, sari singkong dan air suling. Masing-masing media diulang sebanyak tiga kali. Kecepatan spora berkecambah, diamati selama masa inkubasi selama 15 sampai 20 jam dengan bantuan mikroskop.

Pembuatan inokulan gaharu pada media cair dan media padat

Media cair yang digunakan pada penelitian ini adalah media ekstrak kentang, pisang dan singkong dengan penambahan 18 gram gula pasir. Kemudian disterilisasi dengan cara dipanaskan sampai mendidih. Media padat (campuran serbuk gergaji) yang digunakan terdiri dari 75% serbuk gergaji, 22% bekatul, dan 3% tepung tapioka. Media padat tersebut kemudian ditambahkan masing-masing ekstrak kentang, ekstrak pisang dan ekstrak singkong (1 liter per kilogram). Setelah itu, botol-botol yang telah terisi media disterilisasi menggunakan *autoclave* atau pengukus ada suhu 121° C dengan tekanan 1 kg per cm² selama 20 menit. Isolat jamur yang tumbuh pada media organik (kentang, pisang dan singkong), kemudian dipotong dengan ukuran 50 mm x 50 mm dan potongan tersebut dimasukkan ke dalam botol yang terbuat dari tiga jenis media padat (campuran media serbuk dengan ekstrak organik yang berbeda). Biakan jamur yang telah difermentasi pada media cair dan padat diinkubasi dengan waktu inkubasi yang berbeda yaitu 60 hari dan 90 hari, sebelum diinokulasikan pada pohon penghasil gaharu.

Proses Inokulasi pada Pohon Penghasil Gaharu

Metode inokulasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode biologi yang merupakan teknik inokulasi dengan menggunakan mikroba atau jasad renik (Cui et al., 2013; Santoso, 2014b). Proses inokulasi diawali dengan cara memilih pohon sampel yang akan diinokulasi dipilih secara sengaja dengan kriteria pohon dalam kondisi sehat, umur pohon sekitar 4-5 tahun atau diameternya lebih dari 10 cm. Jumlah pohon yang dipilih sebanyak 60 pohon, dengan rincian

masing-masing 10 pohon untuk perlakuan jamur yang tumbuh pada media ekstrak kentang, ekstrak pisang, ekstrak singkong, campuran serbuk gergaji dengan ekstrak kentang, ekstrak pisang, dan ekstrak singkong. Perlakuan untuk masing-masing pohon seperti yang terdapat pada gambar 2.

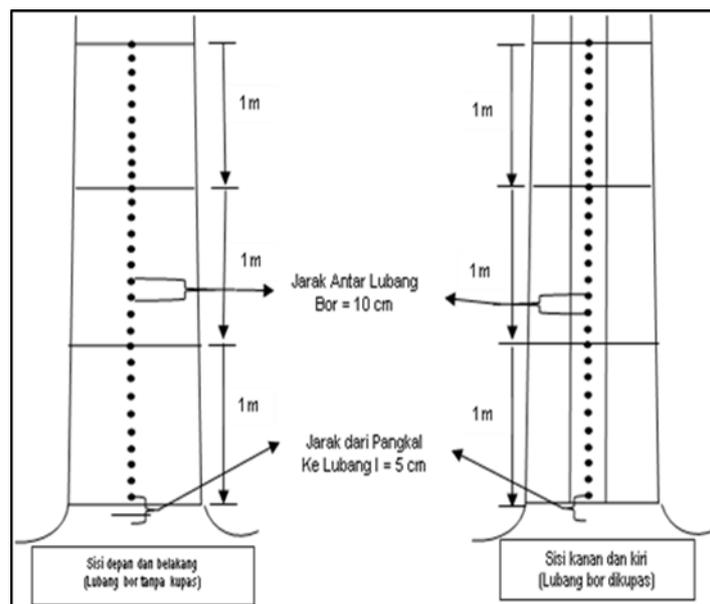
Bagian batang yang diinokulasi dimulai dari ketinggian 5 cm dari permukaan tanah dengan jarak antar lubang 10 cm sebanyak 120 lubang per pohon. Hal serupa pula telah dijelaskan bahwa, jarak inokulasi untuk jenis *Aquilaria* sp. yang paling efektif adalah 10 cm (Santoso & Turjaman, 2011). Inokulan dimasukkan ke dalam lubang bor

menggunakan injektor dengan dua perlakuan yaitu 1 ml per lubang dan 0,5 ml per lubang yang dicampur dengan media serbuk gergaji atau media campuran. Perlakuan pada batang yaitu melubangi batang pohon sampel menggunakan bor listrik berdiameter 0,5 cm sedalam 5 cm dengan tinggi pohon 3 m, pada tiap 1 m, 2 m, dan 3 m masing-masing terdapat 20 lubang dari sisi depan dan belakang, 20 lubang dikupas kulit batangnya dari sisi kanan dan kiri (Gambar 2). Lubang dibuat agak miring ke bawah agar inokulan tidak keluar. Setelah empat bulan barulah diukur luas infeksi yang dihasilkan dari beberapa media dan perlakuan tersebut.

Tabel (Table) 1. Kandungan nutrisi kentang, pisang dan singkong (*Nutritional content of potato, banana and cassava*)

Kandungan nutrisi (<i>Nutrition content</i>) per 100 g	Kentang (<i>Potato</i>)	Pisang (<i>Banana</i>)	Singkong (<i>Cassava</i>)
Kalori (<i>Calory</i>) (kcal)	82	88	146
Lemak (<i>Fat</i>)	0,1 g	0,3 g	0,3 g
Karbohidrat (<i>Carbohidrate</i>)	18 g	23 g	35 g
Gula (<i>Sugar</i>)	0,8 g	12 g	1,7 g
Protein (<i>Protein</i>)	2 g	1,1 g	1,2
Vitamin (<i>Vitamin</i>)	B6 (0,3 mg)	B6 (0,4 mg)	B6 (0,1 mg)

Sumber (*Source*) : Okigbo (1980)



Gambar (Figure) 2. Perlakuan pada pohon penghasil gaharu (*Treatment of the agarwood tree*)

D. Analisis Data

Kecepatan Tumbuh Miselia Jamur

Kecepatan tumbuh miselia dilakukan dengan cara mengukur pertambahan diameter miselia pada cawan petri per hari hingga mencapai tepi cawan petri. Satuan pengukuran yang digunakan adalah cm per hari.

Kecepatan tumbuh rata-rata miselia jamur per hari dihitung dengan menggunakan rumus Pers. (1) sebagai berikut:

$$KM = \frac{\sum(PM_1 + PM_n)}{JH} \quad (1)$$

Keterangan (*Remarks*):

KM = Kecepatan tumbuh miselia jamur
(*Growth rate of fungi micelia*)

PM1 = Panjang miselia hari ke-1
(*Micelia length of the First day*)

PMn = Panjang miselia hari ke-n
(*Micelia length of the nth day*)

JH = Jumlah hari (*Number of days*)

Hasil tersebut dianalisis perbedaannya menggunakan *One Way ANOVA* dengan tingkat kepercayaan 95% dan rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari tiga perlakuan dan lima ulangan. Untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan digunakan uji lanjut yaitu *multiple comparison* dengan uji *Duncan*.

Persentase Perkecambahan Spora

Persentase perkecambahan spora diukur dengan cara menghitung jumlah spora yang berkecambah dibagi dengan jumlah spora keseluruhan dikali 100% selama masa inkubasi 15 sampai 20 jam di bawah mikroskop.

Persentase berkecambah spora jamur dihitung dengan menggunakan Pers. (2) sebagai berikut:

$$PS = \frac{SK}{TS} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan (*Remarks*):

PS = Persentase perkecambahan spora
(*Percentage of spora germination*)

SK = Jumlah spora berkecambah
(*Number of germinated spora*)

TS = Jumlah spora keseluruhan (*Total number of spora*)

Perlakuan pada ketiga media tersebut adalah setelah pengenceran dengan ekstrak kentang, pisang, wortel, dan air suling.

Perbandingan Infeksi Pohon Penghasil Gaharu dari Beberapa Media dan Perlakuan

Infeksi akibat serangan jamur pada batang dideskripsi secara kualitatif perubahan secara fisik dari batang yang terinfeksi oleh jamur. Kemudian media tumbuh jamur dan perlakuan yang paling efektif dalam menginfeksi pohon penghasil gaharu dihitung berdasarkan nilai rata-rata luas gejala infeksi pada masing-masing pohon dan masing-masing ketinggian per meter. Luas infeksi pohon diperoleh dari jumlah luas infeksi jamur pada batang yang dihasilkan dalam satu pohon penghasil gaharu dengan satuan cm².

Luas infeksi tersebut kemudian dianalisis menggunakan *One Way ANOVA* dan rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari 12 perlakuan dan lima ulangan. Untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan digunakan uji lanjut yaitu uji *Duncan*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kecepatan Tumbuh Miselia pada Media Ekstrak Kentang, Pisang, dan Singkong

Hasil pengukuran kecepatan tumbuh miselia dengan media berbahan kentang, pisang, dan singkong yang telah diamati selama delapan hari terdapat perbedaan (Tabel 2), sehingga dapat diketahui bahwa bahan yang digunakan dalam pembuatan media tumbuh dapat mempengaruhi kecepatan tumbuh miselia. Kecepatan tumbuh miselia jamur merupakan awal dari pertumbuhan jamur. Miselia berperan dalam proses penyerapan makanan dan memproduksi spora. Penggunaan media tumbuh dengan media tambahan yang berbeda dapat memengaruhi pertumbuhan miselia jamur (Santoso & Turjaman, 2011; Suharnowo et al., 2012; Santoso et al., 2016).

Lebih lanjut dijelaskan bahwa dalam suatu substrat, nutrisi yang dibutuhkan jamur telah tersedia, tetapi tidak sebanyak yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan (Suharnowo et al., 2012). Penambahan nutrisi dari luar sebagai campuran media tumbuh untuk memacu pertumbuhan jamur sangat diperlukan, sehingga penggunaan media sari kentang, pisang, dan singkong sangat berperan dalam proses pertumbuhan miselia. Kecepatan tumbuh miselia dengan media

berbahan kentang, pisang, dan singkong yang telah diamati selama delapan hari disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui rata-rata kecepatan tumbuh per hari untuk setiap media berbeda-beda. Hal ini dapat dilihat pada ulangan 1-5 terdapat selisih panjang miselia antara 0,1-0,6 mm per hari. Keadaan tersebut membuktikan bahwa penggunaan media tumbuh dapat memengaruhi pertumbuhan miselia jamur. Bahan organik dalam jumlah besar dalam suatu media akan mendukung pertumbuhan miselia (Fauzia, Yusran, & Irmasari, 2014; Nurbaya et al., 2014).

Meskipun dari Tabel 2. terdapat selisih rata-rata panjang miselia antara ketiga media, tetapi menggunakan Anova dengan taraf kepercayaan 95% dan selisih nilai rata-rata luas infeksi media ekstrak kentang antara 9,8 sampai 10,2 mm per hari, dapat diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan antara ketiga media tersebut dalam mempengaruhi pertumbuhan miselia atau dapat disimpulkan bahwa media berbahan kentang, pisang, maupun singkong memiliki kemampuan yang sama dalam mempengaruhi pertumbuhan miselia. Hal ini disebabkan karena ketiga bahan tersebut memiliki kandungan nutrisi yang cukup dibutuhkan untuk pertumbuhan jamur.

Tabel (Table) 2. Kecepatan tumbuh miselia jamur dengan media berbahan kentang, pisang, dan singkong (*Mycelium growth of potato, banana and cassava infusion media*)

Ulangan (<i>Replication</i>)	Pertumbuhan miselia/hari (<i>Mycelia growth/day (mm)</i>)		
	Kentang (<i>Potato</i>)	Pisang (<i>Banana</i>)	Singkong (<i>Cassava</i>)
1	9,8	9,7	9,6
2	9,8	9,8	9,9
3	10,2	10,0	9,7
4	10,1	9,7	9,8
5	10,2	9,8	9,6
Jumlah (<i>Total</i>)	50,1	49,0	48,6
Rerata ± SD (<i>Average</i>)	10,0 ± 0,17	9,8 ± 0,14	9,7 ± 0,16

B. Persentase Perkecambahan Spora Pada Media Ekstrak Kentang, Pisang, dan Singkong dengan Beberapa Perlakuan

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa kecepatan berkecambah spora *Fusarium* sp. dengan media berbahan ekstrak kentang, pisang, dan singkong mulai dihitung dalam waktu 15 jam setelah pengenceran dengan ekstrak kentang, ekstrak pisang, ekstrak singkong, dan air suling. Kecepatan berkecambah masing-masing media bervariasi hingga mencapai 100%. Selisih waktu perkecambahan tiap media antara yang tercepat dan terlambat mencapai tiga jam.

Selain media tumbuh, perlakuan media setelah pengenceran dengan cairan lain juga diketahui dapat mempengaruhi kecepatan perkecambahan spora. Dalam satu media tumbuh berbahan sama tetapi perlakuannya berbeda, maka kecepatan perkecambahan sporanya juga akan berbeda. Waktu perkecambahan yang berbeda setiap spora akan mempengaruhi tingkat pertumbuhannya (Nurhandayani et al., 2013). Media tumbuh yang dapat meningkatkan kecepatan perkecambahan spora dapat menghasilkan luas infeksi yang besar pula ketika diinokulasikan pada pohon penghasil gaharu.

Tabel (Table) 3. Persentase kecambah pada media ekstrak kentang, pisang, dan singkong dengan beberapa perlakuan (*Spore germination percentage of potato, banana and cassava infusions medias on some treatments*)

Media asal (Origin media)	Media pengencer (Solvent media)	Persentase perkecambahan spora setelah pengenceran (Percentage of germinated spora after media mixing) (%)					
		15 jam (Hour)	16 jam (Hour)	17 jam (Hour)	18 jam (Hour)	19 jam (Hour)	20 jam (Hour)
Ekstrak kentang (Potato extract)	Ekstrak kentang (Potato extract)	49,0	79,0	100	-	-	-
	Ekstrak pisang (Banana extract)	47,9	76,5	100	-	-	-
	Ekstrak singkong (Casava Extract)	48,0	73,5	88,5	100	-	-
Ekstrak pisang (Banana extract)	Air suling (Distilled water)	44,5	49,0	68,5	89,0	100	-
	Ekstrak kentang (Potato extract)	43,5	64,0	90,5	100	-	-
	Ekstrak pisang (Banana extract)	43,0	64,0	79,0	92,5	100	-
	Ekstrak singkong (Casava Extract)	37,5	59,5	66,0	87,5	100	-
Ekstrak singkong (Casava Extract)	Air suling (Distilled water)	30,0	48,0	63,0	84,5	100	-
	Ekstrak kentang (Potato extract)	29,0	47,5	58,0	74,0	89,0	100
	Ekstrak pisang (Banana extract)	28,5	42,5	52,5	68,5	84,5	100
	Ekstrak singkong (Casava Extract)	27,5	39,0	50,0	62,5	78,5	100
	Air suling (Distilled water)	21,5	34,0	44,0	55,0	73,5	100

Dari ketiga media tersebut, kecepatan berkecambah spora jamur yang paling rendah adalah perlakuan setelah pengenceran dengan air steril. Penyebab utamanya dikarenakan oleh kandungan nutrisi yang sangat rendah dari air steril. Media organik yang kurang nutris dapat menyebabkan rendahnya pertumbuhan spora *Fusarium* sp. (Nurbaya et al., 2014). Kemudian juga dijelaskan bahwa kandungan gula dalam media mampu menstimulasi perkecambahan spora jamur (Boyette & Hoagland, 2012).

Ukuran spora yang lebih kecil dapat menyebabkan fase hidrasi berlangsung sangat cepat, sehingga aktivitas enzim yang berhubungan dengan proses perkecambahan akan berlangsung lebih cepat (Saputra et al., 2015). Kemudian kandungan nutrisi dalam air sebagai bahan dalam pembuatan media juga dapat mempengaruhi perkecambahan spora jamur *Colletotrichum capsici* dan *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersicii* (Rosanti et al., 2014). Dengan demikian media yang paling baik dan perlakuan yang paling efektif adalah media ekstrak kentang setelah pengenceran dengan ekstrak kentang dan pisang.

C. Perbandingan Infeksi Pohon Penghasil Gaharu dari Beberapa Media dan Perlakuan

Gejala infeksi yang terlihat setelah empat bulan diinokulasi adalah perubahan warna pada kayu gubalnya (keputih-putihan) menjadi putih keabu-abuan atau kecoklatan. Warna dari gubal gaharu merupakan salah satu standar tinggi rendahnya kualitas gaharu (Iskandar & Suhendra, 2013). Kualitas gaharu ditentukan oleh komponen keharuman dan kemampuan inokulan dalam menginfeksi (Suhendra, Roswanjaya, & Handayani,

2012). Hasil pengukuran terhadap rata-rata luas infeksi dari beberapa media dan perlakuan disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 jumlah pohon yang terinfeksi dengan media ekstrak kentang, pisang, singkong, dan media campuran serbuk dengan ekstrak kentang, pisang, dan singkong adalah terinfeksi seluruhnya (100%) dengan ditandai adanya perubahan warna kayu gubal gaharu dari putih-krem menjadi coklat, tetapi aroma dari kayu gubal gaharu masih belum dihasilkan. Infeksi yang terjadi pada pohon penghasil gaharu disebabkan adanya jamur *Fusarium* sp. Jamur tersebut mampu menginduksi pembentukan gaharu pada pohon *Aquilaria* sp. (Putri, 2011; Suhendra et al., 2012; Santoso, 2014b; Nurbaya et al., 2015). Tetapi terdapat perbedaan luas infeksi dari beberapa media tumbuh dan perlakuan. Perbedaan tersebut memiliki selisih luas infeksi sekitar 26 cm², sehingga dapat diketahui bahwa perbedaan media dan perlakuan dapat mempengaruhi luas infeksi batang pohon penghasil gaharu. Perbedaan perlakuan juga dapat mempengaruhi kualitas gubal gaharu (Vantompan et al., 2015). Kemudian perlakuan formulasi inokulan berpengaruh nyata terhadap kandungan resin dalam gubal gaharu (Mega et al., 2012).

Setelah dianalisis menggunakan Anova, dapat diketahui bahwa perlakuan lubang (dikupas kulit dan tanpa dikupas kulit batangnya) terdapat perbedaan yang signifikan dan untuk media juga terdapat perbedaan yang signifikan antara media berbahan kentang, pisang, dan singkong dalam menghasilkan luas infeksi, sehingga dapat diketahui penggunaan beberapa media dan perlakuan dapat mempengaruhi luas infeksi jamur.

Tabel (Table) 4. Rata-rata luas infeksi dari beberapa media dan perlakuan (*The average trees infection area of some media and treatments*)

No.	Perlakuan (Treatment)	Luas infeksi (Infection area)	
		Rata-rata (Average) (cm ²) ± SD (Signifikan) (Significant)	Media (Media)
1	Tanpa kupas pada ketinggian 2-3 m (Unpeeled on 2-3 m high)	17,87 ± 16,35 A	Ekstrak kentang (Potato Extract) A
2	Tanpa kupas pada ketinggian 1-2 m (Unpeeled on 1-2 m high)	16,35 ± 15,00 B	Ekstrak pisang (Banana Extract) B
3	Tanpa kupas pada ketinggian 0-1 m (Unpeeled on 0-1 m high)	12,86 ± 12,18 C	Ekstrak singkong Cassava extract) C
4	Dikupas pada ketinggian 2-3 m (Peeled on 2-3 m high)	11,23 ± 10,65 D	Campuran ekstrak kentang dan serbuk gergaji (Potato extract and sawdust mixed) D
5	Dikupas pada ketinggian 1-2 m (Peeled on 1-2 m high)	10,25 ± 9,53 D	Campuran ekstrak pisang dan serbuk gergaji (Banana and sawdust mixed) D
6	Dikupas pada ketinggian 0-1 m (Peeled on 0-1 m high)	8,95 ± 7,98 E	Campuran ekstrak singkong dan serbuk gergaji (Cassava extract and sawdust mixed) D

Keterangan (Remarks): Angka-angka yang diikuti dengan abjad yang berbeda berarti berbeda signifikan pada tingkat kepercayaan 95%. LSD 5% = 1,238383 (Number followed by different letter means significantly different at the level of 95%. LSD 5% = 1,238383) .

Dengan menggunakan uji lanjutan, dapat diketahui bahwa media yang paling baik dalam mempercepat produksi gaharu yaitu media ekstrak kentang. Media serbuk gergaji yang dicampur dengan ekstrak kentang, pisang, dan singkong memiliki luas infeksi paling kecil dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Tetapi, pada dasarnya media ini masih mampu menginfeksi pohon (Hardiansyah et al., 2015). Infeksi pada pohon penghasil gaharu juga dapat dipengaruhi dari respon pohon tersebut untuk mempertahankan dan memulihkan dirinya. Daya tahan pohon juga akan menentukan pemenang antara pohon dengan penyakit yang

disebabkan jamur tersebut (Santoso, 2014a).

Luas infeksi yang diperoleh hanya sementara dan akan terus bertambah luas seiring berjalannya waktu, karena besarnya produksi gaharu dipengaruhi oleh lamanya waktu setelah inokulasi. Selain itu, semakin lama umur inokulasi maka semakin banyak resin wangi yang terakumulasi dan semakin tinggi kualitas gaharu yang dihasilkan (Mucharromah, 2010). Berkaitan dengan hal tersebut, kegiatan budidaya gaharu sebaiknya dilakukan dengan sistem agroforestry, agar ada hasil lain yang diusahakan selama

menunggu waktu panen gaharu (Wuisang et al., 2015).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Media ekstrak kentang, pisang dan singkong memiliki kemampuan yang sama dalam menumbuhkan miselia jamur. Begitu pula pada perkecambahan spora jamur, media yang paling baik dan perlakuan yang paling efektif adalah media ekstrak kentang setelah pengenceran dengan ekstrak kentang dan pisang. Pohon penghasil gaharu *A. malaccensis* yang diinokulasi dari beberapa media dan perlakuan berhasil terinfeksi 100%.

Media ekstrak kentang yang pertumbuhan miselia dan perkecambahan sporanya paling cepat merupakan media yang paling baik dalam menginfeksi pohon penghasil gaharu, hal ini ditandai dengan luasnya infeksi yang dihasilkan. Perlakuan yang paling baik dalam menghasilkan luas infeksi yang paling besar adalah perlakuan tanpa dikupas kulit batangnya.

B. Saran

Pengembangan teknik inokulasi pohon penghasil gaharu harus terus ditingkatkan untuk mempercepat proses pembentukan gaharu. Selain itu perhitungan analisis finansial dari produksi gaharu pada kegiatan ini dan kualitas dari kandungan minyak gaharu yang dihasilkan juga perlu diketahui. Informasi yang didapatkan bukan hanya teknik inokulasi untuk mempercepat infeksi gaharu tetapi kualitas gaharu yang dihasilkan dari teknik tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Perlindungan Hutan Fakultas Kehutanan Unmul atas bantuan selama pelaksanaan penelitian di laboratorium. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Nikmah atas dukungan, saran, dan bimbingannya selama melakukan kegiatan di laboratorium. Terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Herman selaku pemilik kebun gaharu yang telah mengizinkan untuk melakukan penelitian di lokasi tersebut, serta para pengurus kebun gaharu yang telah banyak membantu kegiatan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Boyette, C. D., & Hoagland, R. E. (2012). Interactions of chemical additives, pH and temperature on conidia germination and virulence of *Colletotrichum truncatum*, a bioherbicide of *Sesbania exaltata*. *Allelopathy Journal*, 30(1), 103–116. Retrieved from <http://naldc.nal.usda.gov/download/60780/PDF>
- Cui, J., Guo, S., Fu, S., Xiao, P., & Wang, M. (2013). Effects of inoculating fungi on agilawood formation in *Aquilaria sinensis*. *Chinese Science Bulletin*, 58(26), 3280–3287. <http://doi.org/10.1007/s11434-013-5856-5>
- Fauzia, Yusran, & Irmasari. (2014). Pengaruh media tumbuh beberapa limbah serbuk kayu gergajian terhadap pertumbuhan jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*). *Jurnal Warta Rimba*, 2(1), 45–53.
- Hardiansyah, Afghani, J., & Arreneuz, S. (2015). Fermentasi serbuk kayu *Aquilaria* sp menggunakan kapang *Fusarium* sp. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(4), 41–44. Retrieved from

- <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/view/11349/10757>
- Iskandar, D., & Suhendra, A. (2013). Uji inokulasi *Fusarium* sp untuk produksi gaharu pada budidaya *A. Beccariana*. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 14(3), 182–188. Retrieved from <http://ejurnal.bppt.go.id/ejurnal2011/index.php/jsti/article/download/938/883>
- Lisdayani, Anna, N., & Siregar, E. B. M. (2015). Reisolasi dan identifikasi fungi pada batang gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) hasil inokulasi. *Peronema Forestry Science Journal*, 4(3), 1–5. Retrieved from <http://jurnal.usu.ac.id/index.php/PFSJ/article/view/13114/5931>
- Mega, I. M., Suanda, D. K., Ksniari, D. N., Suena, W., & Parwata, M. A. O. (2012). Formulasi inokulan jamur pembentuk gubal gaharu pada tanaman ketimunan (*Gyrinops versteegii*) 1. *Jurnal Agrotrop*, 2(2), 139–144. Retrieved from <http://ojs.unud.ac.id/index.php/agrotrop/article/viewFile/7826/5904>
- Mucharromah. (2010). Pengembangan gaharu di Bengkulu, Sumatera. *Info Hutan*, 7(2), 117–128.
- Nurbaya, Kuswinanti, T., Baharuddin, Rosmana, A., & Millang, S. (2014). Uji kecepatan pertumbuhan *Fusarium* spp. pada media organik dan media sintesis. *Jurnal Bionature*, 15(1), 45–53.
- Nurbaya, Kuswinanti, T., Baharuddin, Rosmana, A., & Millang, S. (2015). Eksplorasi *Fusarium* Spp yang berasosiasi dengan *Aquilaria* Spp di Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara. In *Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan* (pp. 28–36). Makassar: Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar. Retrieved from <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/article/view/431/408>
- Nurhandayani, R., Linda, R., & Khotimah, S. (2013). Inventarisasi jamur mikoriza vesikular arbuskular dari rhizosfer tanah gambut tanaman nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr). *Jurnal Protobiont*, 2(3), 146–151.
- Okigbo, B. N. (1980). Nutritional implications of projects giving high priority to the production of staples of low nutritive quality: the case for cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) in the Humid Tropics of West Africa. Retrieved June 28, 2018, from <http://www.nzdl.org/gsdldmod?e=d-0000-00---off-0fnl2.2--00-0---0-10-0---0---0direct-10---4-----0-01--11-en-50---20-about---00-0-1-00---4-4--0-0-11-11-0utfZz-8-10-00&a=d&c=fnl2.2&cl=CL3.66&d=HASH0162b0a7690865eab1001f7b.1.1>
- Prastyaningsih, S. R., Ervayenri, & Azwin. (2015). Potensi pohon penghasil gaharu budidaya di Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Wahana Foresta*, 10(2), 88–100. Retrieved from <https://ejurnal.unilak.ac.id/index.php/foresta/article/view/169/116>
- Putri, A. L. (2011). *Studi Interaksi Fusarium sp. dengan Pohon Gaharu (Aquilaria sp.) Menggunakan Pendekatan Sitologi*. Institut Pertanian Bogor.
- Rosanti, K. T., Sastrahidayat, I. R., & Abadi, A. L. (2014). Pengaruh jenis air terhadap perkecambahan spora jamur *Colletotrichum Capsici* pada cabai dan *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersicii pada tomat. *Jurnal HPT*, 2(3), 109–120.
- Saikia, P., & Khan, M. L. (2012). Agar (*Aquilaria malaccensis* Lam.): A promising crop in the homegardens of Upper Assam, northeastern India.

- Journal of Tropical Agriculture*, 50(2), 8–14.
- Santoso, E. (2014a). Teknologi Bioinduksi Gaharu. In A. Susmianto, M. Turjaman, & P. Setio (Eds.), *Rekam Jejak: Gaharu Inokulasi Teknologi Badan Litbang Kehutanan* (II, pp. 135–156). Bogor, Indonesia: Forda Press.
- Santoso, E. (2014b). Teknologi Bioinduksi Jamur Pembentuk Gaharu. In A. Susmianto, M. Turjaman, & P. Setio (Eds.), *Rekam Jejak: Gaharu Inokulasi Teknologi Badan Litbang Kehutanan* (II, pp. 33–68). Bogor, Indonesia: Forda Press.
- Santoso, E., Agustini, L., Sitepu, I. R., & Turjaman, M. (2016). Efektivitas pembentukan gaharu dan komposisi senyawa resin gaharu pada *Aquilaria* spp. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 4(6), 543–551.
- Santoso, E., & Turjaman, M. (2011). Standardization dan Effectiveness of Bioinduction on Gaharu Development and Its Qualities. In *Proceeding of Gaharu Workshop Bioinduction Technology for Sustainable Development and Conservation of Gaharu* (pp. 19–36). ITTO PD425/06.
- Saputra, B., Linda, R., & Lovadi, I. (2015). Jamur mikoriza vesikular arbuskular (MVA) pada tiga jenis tanah rhizosfer tanaman pisang nipah (*Musa paradisiaca* L. var. nipah) di Kabupaten Pontianak. *Jurnal Probiot*, 4(1), 160–169.
- Setyaningrum, H. D., & Saparinto, C. (2014). *Panduan Lengkap Gaharu*. (T. Kamal & B. W. Prasetya, Eds.) (1st ed.). Jakarta: Penebar Swadaya Grup. Retrieved from <https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=V2IDBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=pasar+internasi> onal+gaharu+gaharu&ots=0Dv-hkFlkO&sig=igwQhFk1j3if5T0QeI0bz4FfFtc&redir_esc=y#v=onepage&q=pasar internasional gaharu gaharu&f=false
- Sitepu, I. R., Santoso, E., & Turjaman, M. (2011). *Identification of Eaglewood (Gaharu) Tree Species Susceptibility. Technical Report No. 1*. Bogor, Indonesia.
- Suharnowo, Budipramana, L. S., & Isnawati. (2012). Pertumbuhan miselia dan produksi tubuh buah jamur tiram putih (*Pleurotus Ostreatus*) dengan memanfaatkan kulit ari biji kedelai sebagai campuran pada media tanam. *Jurnal LenteraBio*, 1(3), 125–130.
- Suhendra, A., Roswanjaya, Y. P., & Handayani, D. P. (2012). Aplikasi inokulasi fusarium untuk mempercepat proses pembentukan dan produksi gubal gaharu di Kabupaten Penajam Paser Utara Kalimantan Timur. In *Prosiding InSINas. Seminar Nasional Insentif Riset SINAS: Membangun Sinergi Riset Nasional untuk Kemandirian Teknologi* (pp. 64–69).
- Susmianto, A., & Santoso, E. (2014). Ketika Gaharu Menjadi “Booming. In A. Susmianto, M. Turjaman, & P. Setio (Eds.), *Rekam Jejak: Gaharu Inokulasi Teknologi Badan Litbang Kehutanan* (II, pp. 3–15). Bogor, Indonesia: Forda Press.
- Turjaman, M. (2014). Industri Hulu Hilir Gaharu. In A. Susmianto, Maman Turjaman, & P. Setio (Eds.), *Rekam Jejak: Gaharu Inokulasi Teknologi Badan Litbang Kehutanan* (II, pp. 185–216). Bogor, Indonesia: Forda Press.
- Turjaman, M., & Hidayat, A. (2016). Estimasi Produksi Gaharu Budidaya Berbasis Inokulan *Fusarium*. In M. Bismark & E. Santoso (Eds.),

Membangun Hasil Hutan yang Tersisa (I, pp. 39-86). Bogor, Indonesia: Forda Press.

Vantompan, W. D. P., Arreneuz, S., & Wibowo, M. A. (2015). Perbandingan inokulan *Fusarium* sp menggunakan metode infus dan injeksi untuk mendapatkan gaharu pada pohon *Aquilaria malaccensis*.

Jurnal Kimia Khatulistiwa, 4(1), 34–37.

Wuisang, J. L., Gafur, S., & Yurinthae, E. (2015). Analisis finansial usahatani gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lam.) di Kabupaten Sanggau. *Jurnal Social Economic of Agriculture*, 4(1), 70–82.