

## IDENTIFIKASI POTENSI SUMBER ISOLAT PEMBENTUK GAHARU

### *Identification of Isolate Source Potency as Agarwood Inducer*

**Karti Rahayu Kusumaningsih, Hastanto Bowo Woesono dan Didik Surya Hadi**

Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Stiper Yogyakarta

#### ABSTRACT

*Right now, agarwood has very good prospect to be developed. To result agarwood resin, needs suitable inoculant that has high survival and can infect plant goodly. The purpose of this research is to identify of potency of several isolates source as agarwood inducer. This study used 3 isolates, namely *Musa paradisiaca*, *Capsium frutescens* and *Pinus merkusii* wood isolates which are made solid, mix and liquid inoculants. The observed parameters were identification of fungi, fungi growth, fungi spore density, and fungi attack infection length after 1 month inoculated. Results of the research showed that fungi at *M. paradisiaca* and *C. frutescens* isolates were *Fusarium oxysporum*, while at *P. merkusii* wood isolate was *Ceratocystis* sp. *Musa paradisiaca* and *P. merkusii* isolates had faster growth coloni than *C. frutescens* isolate. The highest fungi spore density resulted at *M. paradisiaca* isolate in mix inoculant. Three isolates had potency as agarwood inducer with 100% inoculation success percentage. Base on growth rapidly, spore density and easily reproduction, *M. paradisiaca* isolate was tend to chosen to be developed as inducer gaharu.*

**Keywords :** *Identification, Isolates, Agarwood*

#### PENDAHULUAN

Gaharu merupakan salah satu produk hasil hutan non kayu yang saat ini semakin berkembang pemanfaatannya oleh masyarakat. Permintaan pasar akan produk-produk yang terbuat dari gaharu semakin meningkat seiring dengan perkembangan informasi tentang berbagai manfaat gaharu tersebut. Demikian pula dengan semakin meningkatnya pola pikir masyarakat yang kembali memanfaatkan bahan-bahan yang tersedia di alam (*back to nature*), mengakibatkan gaharu menjadi salah satu komoditi andalan hasil hutan non kayu yang memiliki prospek yang sangat baik untuk dikembangkan. Penggunaan produk-produk

dari gaharu saat ini tidak hanya terbatas sebagai bahan untuk upacara ritual keagamaan dan pengharum tubuh atau ruangan saja, tetapi telah berkembang sebagai bahan kosmetik, sabun, *body lotion*, kerajinan tangan, obat-obatan untuk mengatasi berbagai macam penyakit, dan lain-lain, bahkan daunnya dapat diolah menjadi teh dan kopi untuk kesehatan.

Gaharu merupakan suatu produk damar atau resin dengan aroma keharuman yang khas (Sumarna, 2009). Supaya dapat menghasilkan resin gaharu, maka tanaman harus terserang patogen (penyebab penyakit) terlebih dahulu, karena justru tanaman yang sehat tidak akan menghasilkan gaharu. Menurut Chen *et al.*

(2011) dalam Mohamed *et al.* (2014), gaharu merupakan suatu resin yang dihasilkan oleh tanaman sebagai respon akibat adanya luka, serangan serangga, atau serangan mikroorganisme tertentu. Resin yang dihasilkan tersebut merupakan zat ekstraktif dengan aroma harum. Bahan aktif utama yang terkandung dalam gaharu adalah *Sesquiterpenes* dan *2-2-Phenylethyl Chromone*.

Untuk memenuhi kebutuhan pasar yang semakin meningkat, maka rekayasa produksi gaharu secara buatan perlu selalu dikembangkan. Hal ini dilakukan dengan cara melakukan inokulasi (penularan) patogen ke tanaman gaharu tersebut sehingga pada akhirnya tanaman akan terserang penyakit dan menghasilkan resin gaharu. Berbagai jenis inokulan mulai dicoba dibuat sebagai penginduksi kayu gaharu, namun seringkali terjadi kegagalan inokulasi sehingga tidak terjadi infeksi dan pembentukan gaharu. Oleh karena itu jenis inokulan yang tepat yang memiliki daya survival tinggi, mampu menginfeksi tanaman serta menghasilkan produk resin gaharu, perlu dikembangkan lebih lanjut untuk memenuhi kebutuhan pasar.

Hasil penelitian Mohamed *et al.* (2014) pada *Aquilaria malaccensis* yang diinokulasi dengan 5 jenis jamur dengan berbagai kedalaman lubang serta dengan waktu pengamatan 3 dan 6 bulan setelah inokulasi, menunjukkan bahwa jenis jamur berpengaruh nyata terhadap panjang dan intensitas zona pewarnaan akibat infeksi jamur. Pada contoh uji yang diamati setelah 3 bulan inokulasi, menunjukkan pewarnaan infeksi yang lebih terang dibandingkan dengan 6 bulan setelah inokulasi. Intensitas laju infeksi jamur meningkat seiring dengan bertambah lamanya waktu setelah dilakukan inokulasi. Semakin lama waktu setelah inokulasi, akan menghasilkan kayu dengan warna lebih gelap

dan produk gaharu yang lebih baik kualitasnya. Sedangkan hasil penelitian Kusumaningsih (2017) pada *Aquilaria malaccensis* yang diinokulasi dengan inokulan berbentuk cair dan padat menunjukkan bahwa inokulan cair menghasilkan persentase luas serangan jamur yang lebih tinggi dibandingkan dengan inokulan padat, yaitu masing-masing sebesar 5,51% dan 4,36%.

Upaya produksi kayu gaharu secara buatan yang dilakukan masyarakat dengan cara inokulasi dengan menggunakan berbagai jenis inokulan, seringkali mengalami kegagalan. Terdapat berbagai faktor yang dapat menyebabkan kegagalan hasil inokulasi tersebut, di antaranya adalah jenis inokulan yang tidak sesuai, tidak mampu menginfeksi tanaman lebih lanjut, serta tidak mampu bertahan lama. Banyak inokulan yang dijual bebas di pasaran dengan harga tinggi ternyata tidak menjamin keberhasilan inokulasi, sehingga akhirnya tanaman tidak menghasilkan resin gaharu. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian beberapa jenis isolat yang digunakan sebagai bahan inokulan untuk inokulasi tanaman gaharu, baik dalam skala laboratorium maupun pengujian langsung di lapangan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi beberapa sumber isolat yang berasal dari beberapa jenis tanaman, yang memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan penginduksi (*inducer*) kayu gaharu. Jenis isolat yang digunakan terdiri atas isolat dari batang pisang, tanaman cabai, dan kayu pinus, yang kemudian dibuat inokulan dalam bentuk padat, campuran dan cair. Parameter yang digunakan untuk menguji kemampuan inokulan dalam menginfeksi tanaman gaharu meliputi pertumbuhan jamur masing-masing jenis isolat, kepadatan spora jamur masing-masing jenis isolat dan bentuk

inokulan, serta uji respon tanaman gaharu di lapangan setelah diinokulasi selama 1 bulan dalam bentuk panjang infeksi serangan jamur. Dengan demikian dapat diidentifikasi potensi sumber-sumber isolat yang efektif sebagai bahan inokulan pembentuk gaharu, yang mampu memberikan hasil yang memuaskan.

## BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : tanaman pisang, cabai dan kayu pinus yang terserang jamur, *Potatoes Dextrose Agar (PDA)*, asam laktat, dextrose, vitamin B kompleks, kapur, gipsum, madu, aquadest, alkohol, serbuk gergaji kayu sengon, serta tegakan gaharu berumur 5,5 tahun yang berada di Desa Dungus, Kecamatan Wungu, Kabupaten Madiun, Jawa Timur. Sedangkan alat-alat yang digunakan antara lain : *autoclave*, *laminar-air flow*, *ent-case*, inkubator, *cold-storage*, obtilab, *haemocytometer*, timbangan analitik, cawan petri, tabung reaksi, skalpel, jarum preparat, pipet ukur, spatula, botol kaca, dan bor listrik.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (*Completely Randomized Design*) dengan menggunakan 2 faktor perlakuan, yaitu jenis isolat jamur yang terdiri atas isolat batang pisang, tanaman cabai dan kayu pinus, serta bentuk inokulan yang terdiri atas inokulan padat, campuran dan cair. Dari kedua faktor tersebut diperoleh  $3 \times 3 = 9$  kombinasi perlakuan, dengan masing-masing kombinasi perlakuan menggunakan 5 kali ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis varians. Hasil analisis varians yang menunjukkan perbedaan nyata, dilakukan uji lanjut dengan uji LSD (*Least Significant*

*Difference*). Parameter yang diamati adalah identifikasi spesies jamur, pertumbuhan jamur (cm), kepadatan spora jamur (spora/ml) dan uji respon tanaman dalam bentuk panjang infeksi serangan jamur (mm) setelah 1 bulan diinokulasi.

Penelitian diawali dengan melakukan koleksi beberapa jenis tanaman yang terserang jamur dari beberapa lokasi, kemudian dilakukan pembuatan biakan murni jamur yang ditumbuhkan pada media PDA (*Potatoes Dextrose Agar*) sebagai bahan untuk pembuatan inokulan. Pengamatan pertumbuhan jamur pada masing-masing jenis isolat dilakukan dengan cara mengukur rata-rata diameter pertumbuhan jamur dalam cawan petri (cm) selama 5 hari. Identifikasi jenis jamur pada masing-masing jenis isolat dilakukan dengan menggunakan mikroskop optilab dengan cara mengamati warna koloni, hifa, struktur dan bentuk spora jamur, kemudian dicocokkan dengan pustaka pendukung.

Inokulan dibuat dalam bentuk padat, campuran, dan cair untuk masing-masing jenis isolat. Untuk inokulan padat dibuat dari ekstrak kentang dicampur dengan dextrose, vitamin B kompleks dan madu ditambah aquadest hingga volumenya 1 Liter kemudian dimasak sampai mendidih. Media dicampur serbuk gergaji kayu sengon yang telah disterilkan, kemudian dimasukkan dalam botol-botol kaca steril, dan disterilkan dalam autoclave. Dalam kondisi media dingin, biakan murni jamur dimasukkan dan diinkubasikan selama 2 minggu. Untuk inokulan campuran dibuat dari dextrose, vitamin B kompleks, gipsum, kapur, dicampur aquadest 1 Liter, dimasak sampai mendidih, kemudian dimasukkan dalam botol-botol kaca steril dengan volume 100 ml. Dalam kondisi media dingin, biakan murni jamur dimasukkan dan diinkubasikan selama 2 minggu.

Sedangkan untuk inokulan cair dibuat dari aquadest yang dimasukkan dalam botol-botol kaca steril dengan volume 100 ml, kemudian biakan murni jamur dimasukkan ke dalam media dan diinkubasikan selama 1 minggu. Dilakukan perhitungan kepadatan spora jamur (spora/ml) pada masing-masing jenis isolat dan bentuk inokulan dengan menggunakan alat *haemocytometer* untuk mengetahui kemampuan jamur dalam menginfeksi tanaman gaharu.

Inokulasi tanaman gaharu dilakukan dengan pembuatan lubang pada batang dengan menggunakan bor listrik dengan jarak antar lubang 5 x 5 cm. Kemudian dilakukan inokulasi menggunakan berbagai jenis dan bentuk inokulan ke dalam masing-masing lubang dengan menggunakan alat yang telah disterilkan. Pengamatan uji respon tanaman dilakukan setelah 1 bulan tanaman diinokulasi, dengan cara penyayatan bagian kulit batang yang telah diinokulasi sampai ke bagian kayu gubal. Apabila warna kayu gubal berubah menjadi kecoklatan atau kehitaman dan menunjukkan adanya perkembangan laju infeksi serangan jamur, maka proses inokulasi

dinyatakan berhasil. Pengukuran panjang infeksi serangan jamur dilakukan pada arah vertikal (sejajar serat) pada masing-masing lubang dengan menggunakan mistar, pada bagian atas dan bawah lubang. Panjang infeksi serangan jamur (mm) (Mohamed *et al.*, 2014) = L1 + L2

Keterangan :

L1 = Panjang infeksi pada posisi vertikal di atas lubang (mm)

L2 = Panjang infeksi pada posisi vertikal di bawah lubang (mm)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. A. Identifikasi Jenis Jamur

Ciri-ciri mikroskopis jamur yang berasal dari isolat batang pisang adalah : koloni berwarna kuning tua (oranye), hifa bersekat, makrokonidia berbentuk lonjong memanjang, mikrokonidia berbentuk bulat telur, kladospora berbentuk bulat telur berangkai-rangkai dengan jumlah melimpah. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka diketahui bahwa jenis jamur yang berasal dari

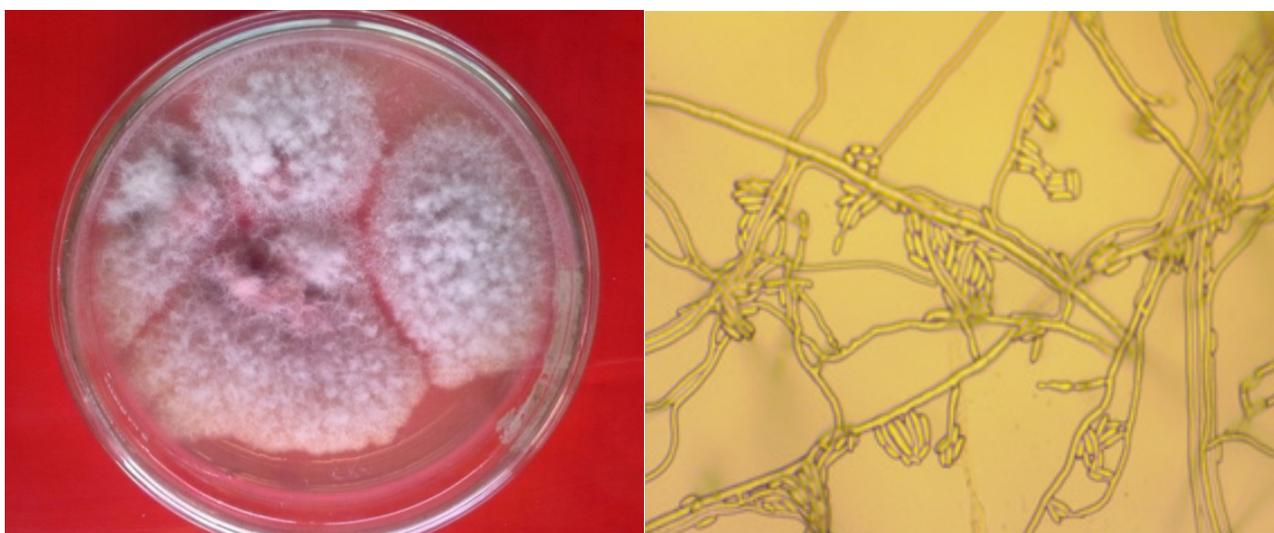


Gambar 1. Jamur *Fusarium oxysporum* dari isolat batang pisang

isolat batang pisang adalah jamur *Fusarium oxysporum*. Makroskopis dan mikroskopis jamur *Fusarium oxysporum* yang berasal dari isolat batang pisang, disajikan pada Gambar 1.

Ciri-ciri mikroskopis jamur yang berasal dari isolat tanaman cabai adalah : koloni di awal pertumbuhan berwarna putih kemudian berkembang menjadi merah muda, pertumbuhan koloni lambat, hifa bersekat, makrokonidia berbentuk lonjong memanjang dengan ujung

agak meruncing, mikrokonidia berbentuk bulat, klamidospora berangkai panjang, miselium berwarna putih sampai merah muda. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka diketahui bahwa jenis jamur yang berasal dari isolat tanaman cabai adalah jamur *Fusarium oxysporum*. Meskipun mempunyai warna koloni yang berbeda dengan isolat batang pisang, namun berdasarkan ciri-ciri morfologinya isolat tanaman cabai ini juga termasuk *Fusarium oxysporum*. Menurut Semangun (2014), pada PDA miselium jamur



Gambar 2. Jamur *Fusarium oxysporum* dari isolat tanaman cabai



Gambar 3. Jamur *Ceratocystis* sp dari isolat kayu pinus

*F. oxysporum* mula-mula berwarna putih, semakin tua menjadi krem atau kuning pucat. Dalam keadaan tertentu berwarna merah muda atau agak ungu. Jamur ini mempunyai banyak bentuk khusus yang disebut *formae specialis* (f.sp). Menurut Juniawan (2015), jamur *F. oxysporum* mempunyai variasi spesies yang tinggi, yaitu  $\pm 100$  jenis. Jamur ini membentuk 2 jenis spora aseksual, yaitu mikrokonidia dan makrokonidia. Mikrokonidia bersel tunggal, tidak bersekat, tidak berwarna, berinding tipis, berbentuk bulat telur sampai lurus. Makrokonidia berbentuk lancip, ujungnya melengkung seperti bulan sabit, bersekat 3-5. Pada keadaan tertentu jenis ini menghasilkan klamidospora berwarna coklat muda, terbentuk di ujung terminal atau tengah hifa. Makroskopis dan mikroskopis jamur *Fusarium oxysporum* yang berasal dari isolat tanaman cabai, disajikan pada Gambar 2.

Ciri-ciri mikroskopis jamur yang berasal dari isolat kayu pinus adalah : koloni berwarna hijau tua, hifa tidak bersekat, konidia berbentuk bulat dan terbentuk di ujung hifa, berwarna agak gelap dengan sel-sel ujung agak jernih. Berdasarkan ciri-ciri tersebut maka diketahui bahwa jenis jamur yang berasal dari isolat kayu pinus adalah jamur *Ceratocystis* sp. Makroskopis dan mikroskopis jamur

*Ceratocystis* sp yang berasal dari isolat kayu pinus, disajikan pada Gambar 3.

## B. Pertumbuhan Jamur

Hasil pengamatan pertumbuhan jamur dalam bentuk rata-rata diameter pertumbuhan jamur dalam cawan petri, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Diameter pertumbuhan 3 jenis isolat jamur (cm)

Jenis isolat	Rata-rata diameter (cm)
Batang pisang	8,50 a
Tanaman cabai	2,56 b
Kayu pinus	8,50 a

Keterangan :

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji LSD pada level 0,01

Berdasarkan hasil pengujian diameter pertumbuhan jamur pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jenis isolat batang pisang dan kayu pinus memiliki rata-rata diameter pertumbuhan yang lebih besar dibandingkan dengan isolat tanaman cabai, yaitu masing-masing sebesar 8,50 cm untuk isolat batang pisang dan kayu

Tabel 2. Kepadatan spora jamur pada berbagai jenis isolat dan bentuk inokulan (spora/ml)

Jenis isolat	Bentuk inokulan			Rata-rata
	Padat	Campuran	Cair	
Batang pisang	28.600.000 a	50.950.000 c	47.200.000 c	42.250.000 x
Tanaman cabai	11.800.000 b	9.100.000 b	7.500.000 b	9.466.666 y
Kayu pinus	9.400.000 b	6.050.000 b	3.450.000 b	6.300.000 z
Rata-rata	16.600.000 p	22.033.333 q	19.383.333 pq	

Keterangan :

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji LSD pada level 0,01

pinus, serta 2,56 cm untuk isolat tanaman cabai. Isolat batang pisang memiliki pertumbuhan yang sangat cepat (spora dan miselium cepat menyebar). Meskipun merupakan jenis yang sama yaitu *Fusarium oxysporum*, namun kedua jenis jamur ini memiliki kecepatan pertumbuhan yang berbeda. Berdasarkan hasil pengamatan pertumbuhan jamur, koloni jamur dari isolat batang pisang memiliki miselium dan spora yang cepat menyebar dan melimpah. Jenis jamur yang memiliki pertumbuhan yang cepat serta perkembangan spora yang banyak, diharapkan mampu melakukan infeksi pada tanaman dengan lebih cepat pula. Dengan

demikian jenis jamur dari batang pisang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan inokulan pembentuk gaharu berdasarkan kecepatan pertumbuhan jamur tersebut.

### C. Kepadatan Spora Jamur

Hasil pengujian kepadatan spora jamur pada berbagai jenis isolat dan bentuk inokulan, disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil pengujian kepadatan spora jamur pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kepadatan spora jamur tertinggi dihasilkan pada jenis isolat batang pisang dengan bentuk inokulan campuran, yaitu sebesar 50.950.000 spora/ml, meskipun

Tabel 3. Panjang infeksi serangan jamur pada berbagai jenis isolat dan bentuk inokulan (mm)

Jenis Isolat	Bentuk inokulan			Rata-rata
	Padat	Campuran	Cair	
Batang pisang	5,60 b	6,00 ab	6,60 ab	6,60
Tanaman cabai	8,20 ab	6,20 ab	6,80 ab	6,80
Kayu pinus	10,40 a	4,60 b	6,47 b	6,47
Rata-rata	8,07 p	5,60 q	6,20 q	

Keterangan :

Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji LSD pada level 0,01

hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan isolat batang pisang dengan bentuk inokulan cair. Berdasar hasil pengamatan pertumbuhan jamur, isolat dari batang pisang memiliki pertumbuhan spora dan miselium yang paling cepat dengan jumlah melimpah, sehingga jenis ini memiliki kepadatan spora jamur yang paling besar. Bentuk inokulan campuran, yaitu dibuat dari biakan muni jamur yang kemudian ditumbuhkan dalam media aquadest yang dicampur dengan dextrosa, gipsum, kapur dan vitamin B kompleks, memungkinkan jamur untuk tetap tumbuh dan berkembang karena ketersediaan nutrisi yang mencukupi. Dengan

demikian jenis isolat batang pisang yang dibuat inokulan dalam bentuk campuran, dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai inokulan pembentuk gaharu.

### D. Uji Respon Tanaman Gaharu

Hasil pengujian uji respon dalam bentuk panjang infeksi serangan jamur pada tanaman gaharu setelah 1 bulan diinokulasi dengan berbagai jenis isolat dan bentuk inokulan, disajikan pada Tabel 3.

Hasil pengujian panjang infeksi serangan jamur pada Tabel 3 menunjukkan bahwa



Gambar 4. Hasil infeksi serangan jamur pada tanaman gaharu setelah diinokulasi dengan isolat batang pisang (kiri), tanaman cabai (tengah) dan kayu pinus (kanan)

panjang infeksi serangan jamur terbesar dihasilkan pada jenis isolat kayu pinus dengan bentuk inokulan padat, yaitu sebesar 10,40 mm. Namun demikian hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan jenis isolat batang pisang dengan bentuk inokulan campuran dan cair, serta jenis isolat tanaman cabai dengan bentuk inokulan padat, campuran dan cair. Hasil persentase keberhasilan inokulasi tanaman gaharu dengan menggunakan berbagai jenis isolat dan bentuk inokulan adalah 100%, yaitu semua lubang inokulasi menunjukkan adanya infeksi serangan jamur. Dengan demikian semua jenis isolat yang dibuat inokulan dalam bentuk padat, campuran dan cair, memungkinkan untuk digunakan sebagai *inducer* kayu gaharu. Menurut Chen *et al.* (2011) dalam Mohamed *et al.* (2014), terdapat faktor-faktor lain yang juga berpengaruh terhadap inokulasi gaharu seperti umur pohon, musim, lokasi geografis, dan faktor genetik. Dengan demikian selain inokulan yang tepat, maka faktor-faktor tersebut juga berpengaruh terhadap hasil inokulasi tanaman gaharu.

Hasil infeksi serangan jamur pada tanaman gaharu setelah 1 bulan diinokulasi dengan inokulan dari isolat batang pisang, tanaman

cabai dan kayu pinus, disajikan pada Gambar 4.

#### KESIMPULAN

1. Hasil identifikasi jamur yang berasal dari isolat batang pisang dan tanaman cabai adalah *Fusarium oxysporum*, sedangkan dari isolat kayu pinus adalah *Ceratocystis* sp.
2. Jenis isolat berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan jamur. Isolat batang pisang dan kayu pinus memiliki rata-rata diameter pertumbuhan jamur yang lebih besar dibandingkan isolat tanaman cabai, yaitu sebesar 8,50 cm selama 5 hari pengamatan.
3. Interaksi antara jenis isolat dan bentuk inokulan berpengaruh sangat nyata terhadap kepadatan spora jamur. Isolat batang pisang yang dibuat inokulan dalam bentuk campuran memiliki kepadatan spora jamur tertinggi, yaitu sebesar 50.950.000 spora/ml.
4. Persentase keberhasilan inokulasi tanaman gaharu dengan menggunakan 3 jenis isolat dan 3 bentuk inokulan adalah 100%, yaitu

seluruh contoh uji menunjukkan gejala infeksi serangan jamur setelah 1 bulan inokulasi.

5. Interaksi antara jenis isolat dan bentuk inokulan berpengaruh sangat nyata terhadap panjang infeksi serangan jamur pada tanaman gaharu. Isolat kayu pinus yang dibuat inokulan dalam bentuk padat menghasilkan infeksi serangan jamur terpanjang yaitu sebesar 10,40 mm.
6. Isolat batang pisang, tanaman cabai dan kayu pinus memiliki potensi sebagai inokulan pembentuk gaharu. Namun demikian berdasar kecepatan pertumbuhan dan kepadatan spora jamur yang dihasilkan serta kemudahan dalam pengembangbiakannya, isolat batang pisang lebih cenderung dipilih untuk dikembangkan sebagai inokulan pembentuk gaharu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos, C. J. and C. W. Mims. 1997. *Introductory Mycology*. United States America. America.
- Anonimous. 2009. Departemen Kehutanan Kembangkan Teknologi Penghasil Gaharu Kualitas Super. Kementerian Lingkungan hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2012. *Budidaya Gaharu dan Teknik Inokulasinya*. Balai Penelitian Kehutanan. Makassar.
- \_\_\_\_\_. 2016. *Pereaksi Pendeteksi Gaharu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Juniawan. 2015. *Mengenal Jamur *Fusarium oxysporum**. Artikel Pertanian, September 2015. BPPP Ketindan.
- Kusumaningsih, K.R. 2016. *Efektivitas Beberapa Jenis Inokulan Jamur Sebagai Bahan Penginduksi Kayu Gaharu*. Laporan Penelitian. Tidak Diterbitkan. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Stiper. Yogyakarta.
- \_\_\_\_\_. 2017. *Inokulasi Tanaman Gaharu (*Aquilaria* sp) Dengan Beberapa Jenis Inokulan Jamur*. Laporan Penelitian. Tidak Diterbitkan. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Stiper. Yogyakarta.
- Mohamed, R., P.L. Jong, and A.K. Kamziah. 2014. *Fungal Inoculation Induces Agarwood in Young *Aquilaria malaccensis* Trees in the Nursery*. *Journal of Forestry Research* Vol. 25 No. 1, 2014, 201 – 204. Malaysia.
- Semangun, H. 1996. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- \_\_\_\_\_. 2000. *Mengenal Jamur *Fusarium* sp.* [http : // bbppketindan.bppsdp.pertanian.go.id/blog/mengenal-jamur-fusarium-oxysporum](http://bbppketindan.bppsdp.pertanian.go.id/blog/mengenal-jamur-fusarium-oxysporum). Diakses tanggal 13 Mei 2016.
- \_\_\_\_\_. 2004. *Pengantar Penyakit Penting Tanaman Hortikultura di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Setyaningrum dan C. Saparinto. 2014. *Panduan Lengkap Gaharu*. Cetakan I. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Streets, R. B. 1980. *Diagnosis Penyakit Tanaman*. PT Gede Jaya. Indonesia.
- Sumarna, Y. 2005. *Budi Daya Gaharu*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2009. *Gaharu : Budi Daya dan Rekayasa Produksi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Summerell, B.A., John, F.L., David, B., Wayne, L.B., and Lester, W.B. (Ed.). 2001. *Fusarium*, Paul E. Nelson Memorial Symposium. The American Phytopathological Society (APS) Press. St. Paul, Mimesota, USA.
- Sutejo, A.S, Achmadi, P dan Arif, W. 2008. Identifikasi Morfologi Beberapa Spesies Jamur *Fusarium* (Morfological Identification of Several *Fusarium* Species). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* Vol. 14. No. 1. Tahun 2008.
- Toussoun, T. A. and P. E. Nelson. 1968. *A Pictorial Guide to the Identification of Fusarium Species According to the Taxonomic System of Snyder and Hansen*. The Pennsylvania State University Press. University Park. London.