

## **Pembentukan Gaharu Pada Pohon *Aquilaria malaccensis* Lamk., Menggunakan Inokulum *Fusarium* sp.**

### ***Formation of Agarwood on The Tree *Aquilaria malaccensis* Lamk., Using Inoculum *Fusarium* sp.***

Rachmawaty<sup>1)\*</sup>, Asrafal Ashar<sup>1)</sup>, Alimuddin Ali<sup>1)</sup>, Halifah Pagarra<sup>1)</sup>, Siti Fatmah Hiola<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Biologi, Jurusan Biologi FMIPA UNM

<sup>2)</sup> Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Biologi FMIPA UNM

*Received 7<sup>th</sup> June 2021 / Accepted 3<sup>rd</sup> September 2021*

#### **ABSTRAK**

*Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh formulasi nutrisi buatan dan inoculum *Fusarium* sp., untuk memproduksi gaharu pada tanaman *Aquilaria malaccensis* Lamk., menggunakan metode infus. Penelitian ini menggunakan 3 jenis perlakuan yaitu, formulasi inoculum P1 (nutrisi buatan + *Fusarium* sp), formulasi P2 (nutrisi buatan + fermentasi *Fusarium* sp) dan formulasi P3 (nutrisi buatan + *Fusarium* sp + serbuk kayu *A. malaccensis* Lamk yang difermentasi) dan formulasi P4 yaitu inoculum *Fusarium* sp beserta nutrisi organik sebagai kontrol. Penelitian dilakukan di lahan agroforestri petani di Kabupaten Soppeng, Desa BaraE, Sulawesi Selatan, dengan metode infus induksi pada 12 lubang dibor, dengan masing-masing jarak 10 cm tiap lubang dengan membentuk pola spiral. Kedalaman setiap lubang 1/3 diameter batang. Pemberian infus dilakukan setelah 3 bulan inokulasi dengan parameter pengamatan berupa luas infeksi, perubahan warna dan tingkat aroma. Hasil penelitian didapatkan formulasi P2 membentuk luas areal infeksi gaharu dengan rata-rata 10,06 cm<sup>2</sup>. Hasil organoleptic untuk perubahan warna yang menunjukkan skor 3 dari 6 panelis adalah formulasi P3, sedangkan tingkat aroma menunjukkan skor 3 (sangat harum) dari 7 panelis yaitu formulasi P4. Hasil penelitian ini disimpulkan bahwa formulasi P3 berpotensi memberikan pembentukan gaharu yang lebih baik, formulasi P4 untuk tingkat aroma dan luas infeksi oleh formulasi P2.*

*Kata kunci: Pembentukan Gaharu, *Fusarium* sp., Gaharu, *Aquilaria malaccensis**

#### **ABSTRACT**

*This study aims to determine the effect of artificial nutrient formulations and inoculum *Fusarium* sp., to produce agarwood in *Aquilaria malaccensis* Lamk., using the infusion method. This study used 3 types of treatment, namely, P1 inoculum formulation (artificial nutrition + *Fusarium* sp.), P2 formulation (artificial nutrition + *Fusarium* sp. fermentation) and P3 formulation (artificial nutrition + *Fusarium* sp. + fermented *A. malaccensis* Lamk sawdust) and formulation P4 was *Fusarium* sp. inoculum along with organic nutrients as control. The study was conducted on farmer's agroforestry land in Soppeng Regency, BaraE Village, South Sulawesi, using the induction infusion method in which 12 holes were drilled,*

---

\*Korespondensi:  
email: rachmawaty@unm.ac.id

*Pembentukan Gaharu Pada Pohon Aquilaria malaccensis Lamk., Menggunakan Inokulum Fusarium sp.*

10 cm apart from each hole in a spiral pattern. The depth of each hole is 1/3 the diameter of the rod. Infusion was given after 3 months of inoculation with observation parameters such as area of infection, color change and aroma level. The results showed that the P2 formulation formed the area of agarwood infection with an average of 10.06 cm<sup>2</sup>. The organoleptic result for color change which showed a score of 3 out of 6 panelists was the P3 formulation, while the aroma level showed a score of 3 (very fragrant) out of 7 panelists, namely the P4 formulation. The results of this study concluded that the P3 formulation has the potential to provide better agarwood formation, the P4 formulation for the level of aroma and the extent of infection by the P2 formulation.

*Keywords: Formation of Agarwood, Fusarium sp., Agarwood, Aquilaria malaccensis*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan hasil hutan melimpah. Hutan Indonesia yang memiliki luas 138 juta hektar menghasilkan berbagai macam komoditi. Salah satunya adalah gaharu yang merupakan hasil hutan bukan kayu yang mempunyai nilai ekonomis tinggi (Subowo, 2010). Gaharu merupakan salah satu komoditi Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) yang harganya lebih tinggi dibandingkan HHBK lainnya. Pohon yang paling banyak dicari oleh para pemburu gaharu adalah dari genus *Aquilaria* dan *Gyrinops* karena kualitas dan harga jualnya yang lebih tinggi (Putri, 2013).

Gaharu merupakan sejenis resin yang dihasilkan oleh pohon *A. malaccensis* Lamk., resin ini terbentuk akibatnya adanya infeksi mikroba yang disebabkan oleh dua faktor yaitu, secara alami maupun dengan sengaja yang dilakukan oleh manusia (Vantoman *et al.*, 2015). Gaharu dihasilkan dari pohon karas sebagai respon terhadap infeksi mikroba/ cendawan yang masuk ke dalam jaringan luka (Suhendra *et al.*, 2012). Masuknya mikroba ke dalam jaringan tanaman dianggap sebagai benda asing sehingga sel tanaman akan menghasilkan senyawa *fitoaleksin* yang berfungsi sebagai pertahanan terhadap infeksi patogen (Suhendra *et al.*, 2012). Menurut Yagura *et al.*, (2003) senyawa fitoaleksin dapat berupa resin aromatik yang pada gaharu didominasi oleh seskuiterpen dan kromon yang berwarna coklat atau hitam serta merupakan senyawa harum penentu kualitas gaharu.

Cendawan atau inokulan berperan penting terhadap proses pembentukan gaharu, terutama pada gaharu budidaya atau dengan sengaja diinokulasi jamur patogen untuk mempercepat pembentukan gaharu. Cendawan yang secara umum telah diketahui dapat menginduksi pembentukan gaharu adalah dari genus *Fusarium* (Nurbaya *et al.*, 2014). Ditemukan fungi dari sembilan pohon yang terluka fungi potensial yang paling melimpah di pohon *Aquilaria malaccensis* adalah spesies *Fusarium* sp (Mohamed *et al.*, 2010).

Salah satu fungi yang cocok dan banyak digunakan untuk inokulasi gaharu budidaya di Indonesia adalah *Fusarium* sp., (Suryawan, 2015). Dengan optimasi pertumbuhan yang tepat, maka *Fusarium* sp., dapat menginduksi pembentukan gaharu dengan kualitas tinggi. Cendawan *Fusarium* termasuk organisme heterotrofik, sehingga memerlukan senyawa organik untuk nutrisinya. Jika cendawan ini hidup pada senyawa organik terlarut, maka cendawan ini bersifat saprofit (Nurbaya *et al.*, 2014).

Jenis pohon penghasil gaharu yang akan dijadikan sebagai objek penelitian adalah dari genus *Aquilaria*, spesies *Aquilaria malaccensis* Lamk., karena jenis ini memiliki kualitas

gaharu terbaik dibandingkan jenis lain. Dengan demikian, maka pengembangan gaharu hasil budidaya dan inokulasi dapat jauh lebih efisien dibandingkan produksi yang mengandalkan gaharu bentukan alam.

Meningkatnya permintaan pasar atas komoditas ini, menyebabkan proses pencarian gaharu di hutan alam tak terkendali, disamping itu tidak semua pohon yang dicari mengandung gaharu. Minimnya pengetahuan masyarakat dalam membandingkan tanaman yang bergaharu dan tidak bergaharu mengakibatkan populasi tanaman penghasil gaharu semakin berkurang akibat kejadian asal tebang dan berakibat pada penurunan populasi.

Beberapa tahun ke belakang sudah banyak para petani yang membudidayakan tanaman karas, tetapi proses pembentukan gaharu secara alami membutuhkan waktu yang lama dengan berbagai faktor pembatas seperti jenis jamur penginfeksi yang spesifik dalam menghasilkan gaharu. Oleh karena itu dibutuhkan suatu teknologi inokulasi buatan dengan jamur potensial yang dapat menginduksi pembentukan gaharu yang lebih cepat. Namun rata-rata untuk masyarakat ekonomi menengah ke bawah sulit untuk mendapatkan penginduksian tersebut dikarenakan biayanya yang mahal.

Berdasarkan hal tersebut maka dalam penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh formulasi nutrisi buatan dan inoculum *Fusarium* sp., untuk memproduksi gaharu pada tanaman *Aquilaria malaccensis* Lamk., menggunakan metode infus.

## METODE

Penelitian dibagi menjadi dua kegiatan yaitu pembuatan nutrisi beserta pembuatan jenis inokulum di Laboratorium Biologi Jurusan Biologi, FMIPA UNM dan uji penginduksian inokulan terhadap pohon *Aquilaria malaccensis* Lamk., dilahan *agroforestry* yang berlokasi di Dusun Walimpong, Kabupaten Soppeng.

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah : inokulan *Fusarium* sp., tanaman *Aquilaria malaccensis* Lamk yang berumur 8 tahun, alat inokulasi (bor, jarum suntik, spatula), alkohol, plastisin, dan alat-alat analisis di laboratorium serta zat-zat kimia lainnya.

### a. Persiapan Isolat *Fusarium* sp.

Inokulum terdiri dari fungi *Fusarium* sp., di dapatkan dengan cara memesan dari koleksi dari Universitas Mataram, Lombok, Nusa Tenggara Barat yang produk inokulumnya telah teruji di introduksikan membentuk gaharu selama dua bulan. Inokulum ditumbuhkan di media cair dan nutrisi cair (bahan-bahan organik). Inokulum inilah yang akan dikembangkan formulanya untuk diaplikasikan ke pohon *Aquilaria malaccensis* Lamk.

### b. Pembuatan Nutrisi Buatan

Adapun komposisi pembuatan nutrisi buatan untuk 1000 ml yaitu:

Tabel 1. Komposisi Nutrisi Buatan

Nama Bahan	Jumlah
Kentang	200 gr
Dextrose	10 gr
Peptone	5 gr
Tetracycline	1000

*Pembentukan Gaharu Pada Pohon Aquilaria malaccensis Lamk., Menggunakan Inokulum Fusarium sp.*

*Dextrose* dan *pepton* dilarutkan pada hasil filtrat kentang sampai homogen lalu dicukupkan dengan aquades hingga volume 1000 mL selanjutnya disterilisasi di dalam autoklaf pada tekanan 1 atm dengan temperatur 121°C. Aplikasi pada tanaman *Aquilaria malaccensis* Lamk., dilakukan dengan cara mencampur kedua bahan tersebut (inokulum dan larutan nutrisi). Larutan inilah yang dijadikan sebagai inokulum kultur A.

**c. Kultur Isolat *Fusarium sp.*, dalam Larutan Nutrisi Buatan yang difermentasi**

Kultur isolat *Fusarium sp.*, dilakukan dengan menginokulasikan isolat jamur ke dalam media nutrisi buatan yang telah dibuat Selanjutnya dilakukan proses fermentasi secara statis (tanpa agitasi dan aerasi) 7 hari dalam suhu ruang  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  sampai terbentuk secara utuh miselium jamur pada permukaan media. Larutan tersebut di saring menggunakan kertas saring dan diambil cairannya. Cairan hasil fermentasi ini selanjutnya digunakan sebagai bagian dari perlakuan dengan menginjektikan larutan tersebut ke dalam lubang batang tanaman *Aquilaria malaccensis* Lamk. Larutan inilah yang dijadikan sebagai inokulum kultur B.

**d. Kultur Isolat *Fusarium sp.*, dalam Larutan Nutrisi Buatan yang di Suplementasi Serbuk Kayu *Aquilaria malaccensis* Lamk**

Kultur isolat *Fusarium sp.*, dilakukan dengan menginokulasikan isolat jamur ke dalam media nutrisi buatan yang telah dibuat sesuai dengan komposisi diatas dengan suplementasi serbuk kayu *Aquilaria malaccensis* Lamk., (100 gr/ L larutan nutrisi buatan). Selanjutnya dilakukan proses fermentasi, cairan hasil fermentasi ini selanjutnya digunakan sebagai bagian dari perlakuan dengan menginjektikan larutan tersebut ke dalam lubang batang tanaman *Aquilaria malaccensis* Lamk. Larutan ini dijadikan sebagai inokulum kultur C.

**e. Induksi Inokulum ke Batang *Aquilaria malaccensis* Lamk**

Pohon jenis *Aquilaria malaccensis* Lamk., yang akan dijadikan sebagai media uji inokulasi menggunakan metode infus yaitu pohon yang memiliki kriteria tanaman sehat berumur 8 tahun yang memiliki diameter batang 3-15 cm, pertumbuhannya normal, memiliki tingkat kelembapan pohon yang cukup tinggi, tidak terserang hama dan penyakit serta menghasilkan aroma harum dengan melakukan deteksi awal yaitu membakar serutan kayu *Aquilaria malaccensis* Lamk.

Sebelum melakukan pengeboran, batang gaharu dibersihkan sekelilingnya, dan batang yang akan di bor di bersihkan menggunakan alkohol 70%. Sterilkan mata bor terlebih dahulu dengan alkohol 70% atau bakar mata bornya. Desain titik pengeboran dibuat pada pohon yang akan di inokulasi dengan menggunakan kapur tulis. Lubang pengeboran dibuat dengan kedalaman hingga mencapai 1/3 atau 3 cm dari diameter batang dan posisi mata bor memiliki kemiringan  $\pm 45$  derajat ke arah bawah. Titik pengeboran pertama/ paling bawah dibuat 10 cm dari permukaan tanah. Jarak antara baris lubang tingkatan pertama dengan lubang tingkatan kedua diatasnya yaitu 10 cm dan jarak antara lubang secara horizontal yaitu disesuaikan dengan lebar pohon

Rancangan penginfusan dalam satu pohon dibagi menjadi empat bagian zona, setiap zona memiliki tinggi 30 cm sehingga tinggi batang pohon tempat semua perlakuan adalah 120 cm. Dalam satu zona terdapat tiga ulangan dengan posisi pengeboran lubang secara spiral, sehingga dalam empat zona terdapat 12 lubang pengeboran. Adapun pengacakan tata letak desain penginfusan inokulum dilapangan dilakukan pengacakan menggunakan tabel acak yang di sajikan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Tata letak desain penginfusan

ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4
P1U1	P2U1	P1U3	P1U2
P2U2	P4U3	P2U3	P3U1
P4U1	P3U3	P4U2	P3U2

Keterangan:

P1 = cairan inokulum *Fusarium* sp + nutrisi buatan

P2 = cairan inokulum *Fusarium* sp + nutrisi buatan yang difermentasi

P3 = cairan inokulum *Fusarium* sp. + nutrisi buatan dengan serbuk kayu *Aquilaria malaccensis* Lamk. yang difermentasi

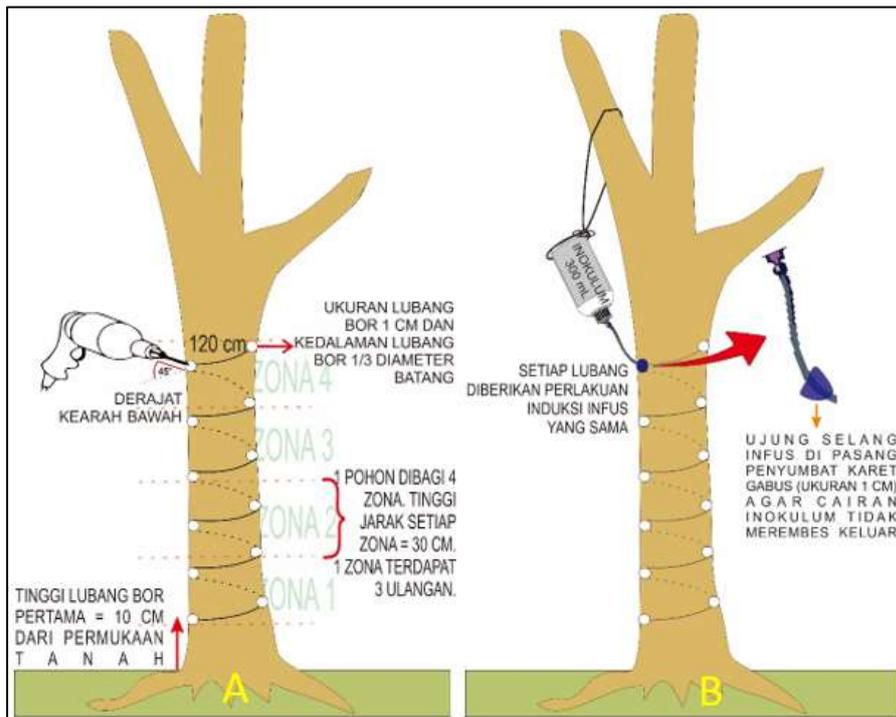
P4 = cairan inokulum asal Universitas Mataram, Lombok

U1 = Ulangan 1

U2 = Ulangan 2

U3 = Ulangan 3

Ilustrasi pengeboran batang dan ilustrasi penginfusan dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini



Gambar 1. (A). Ilustrasi pola pengeboran spiral; (B) Ilustrasi desain penginfusan ke batang *Aquilaria malaccensis* Lamk

Parameter yang diamati adalah : warna gubal, tingkat keharuman gubal, luas area infeksi. Data hasil pengamatan diolah secara statistik dengan menggunakan *software Microsoft Excel* serta analisis ragam (ANOVA) pada tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$  kemudian dilanjutkan dengan uji beda rata-rata *Duncan's Multiple Range Test (DMRT)* menggunakan program *software SPSS (Statistical Package for Social Science)* versi 22.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil peremajaan jamur *Fusarium sp.* dan dilanjutkan dengan pembuatan inokulum, didapatkan tiga inokulum dengan formula berbeda. Inokulum yang didapatkan digunakan sebagai bahan penginfeksi pohon *Aquilaria malaccensis* Lamk. Hasil pembuatan inokulum dengan formula berbeda dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Pertumbuhan *Fusarium sp.*, pada berbagai formula medium inokulum

No	Kode Inokulum	Formula	Keterangan
1	P1	Fusarium sp + Nutrisi buatan	Tidak ada pertumbuhan miselium
2	P2	Nutrisi buatan + <i>Fusarium</i> sp (Fermentasi 7 hari pada suhu $\pm 27^{\circ}\text{C}$ )	Ada pertumbuhan miselium
3	P3	Nutrisi buatan + <i>Fusarium</i> sp + suplementasi serbuk kayu <i>A. malaccensis</i> Lamk. (Fermentasi 7 hari pada suhu $\pm 27^{\circ}\text{C}$ )	Ada pertumbuhan miselium
4	P4 (kontrol)	Starter gaharu + nutrisi organik	Tidak ada pertumbuhan miselium.

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa penggunaan beberapa formula media cair untuk pembiakan jamur *Fusarium sp.*, menghasilkan perbedaan pertumbuhan jamur inokulum. Hal tersebut dapat dilihat dari luas pertumbuhan koloni bahwa pada media P3 (nutrisi buatan dan serbuk kayu *A. malaccensis* Lamk.) yang di inkubasi selama 7 hari pada suhu ruangan  $27^{\circ}\text{C}$  menghasilkan miselium yang lebih baik dibandingkan pada media yang lain.

Nutrisi buatan (*potato dextrose*) merupakan media yang sangat umum digunakan untuk mengembangbiakkan dan menumbuhkan jamur atau khamir. Formula utama nutrisi buatan ini terdiri dari filtrat kentang, *dextrose* dan *peptone*. Dimana kentang dan juga *dextrose* merupakan sumber makanan untuk jamur atau khamir. Filtrat kentang merupakan sumber karbohidrat, *dextrose* dan *peptone* (gugusan gula, baik itu monosakarida atau polisakarida) sebagai tambahan nutrisi bagi biakan, ekstrak kayu *A. malaccensis* Lamk., merupakan sumber selulosa, hemiselulosa, lignin dan zat lain (termasuk gula) (Mirani *et al.*, 2016; Ginting *et al.*, 2013). Salah satu nutrisi yang dibutuhkan oleh jamur adalah karbohidrat yang merupakan substrat utama untuk metabolisme karbon pada pertumbuhan jamur.

Pengamatan pembentukan gaharu setelah 3 bulan melalui teknik penginfusan pada batang *A. malaccensis* Lamk. dengan parameter pengamatan berupa luas infeksi, perubahan warna dan tingkat aroma. Profil pembentukan gaharu dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pembentukan gaharu pada lubang inokulum setelah aplikasi selama 3 bulan.

No	Perlakuan	Rata-rata		Perubahan warna	Tingkat aroma
		Luas (cm <sup>2</sup> )	Infeksi		
1	P1	8,5		Coklat	1
2	P2	10,06		Coklat kehitaman	7/3
3	P3	7,6		Coklat	5/3
4	P4	6,73		Coklat	7/3

NB; 1= tidak wangi; 2= wangi; 3= sangat wangi.

Hasil pengamatan luas infeksi pembentukan gaharu pada tegakan pohon *Aquilaria malaccensis* Lamk., aplikasi 4 (empat) formula inokulum selama 3 (tiga) bulan pengamatan terlihat luas infeksi dari setiap perlakuan menghasilkan rata-rata luas infeksi yang berbeda-beda. Hasil uji statistik luas infeksi menunjukkan bahwa nilai signifikansi (sig.) sebesar 0,618 ( $p > 0,05$ ), hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Luas Infeksi (cm<sup>2</sup>) Terbentuknya Gaharu pada Batang Pohon *A. malaccensis* Lamk.

Perlakuan	Rata-rata [cm <sup>2</sup> ]
P1 (Nutrisi buatan + <i>Fusarium</i> sp)/ Kultur A	8,52 <sup>a</sup>
P2 (Nutrisi buatan + <i>Fusarium</i> sp yang di inkubasi/ Kultur B	10,06 <sup>a</sup>
P3 (Nutrisi buatan + <i>Fusarium</i> sp + suplementasi serbuk kayu <i>A. malaccensis</i> Lamk., yang di inkubasi/ Kultur C	7,60 <sup>a</sup>
P4 ( <i>Fusarium</i> sp + nutrisi organik)/ Inokulum Laboratorium Biologi Universitas Mataram	6,72 <sup>a</sup>

Keterangan : Angka-angka pada lajur/ kolom yang diikuti oleh huruf yang sama "berbeda tidak nyata" setelah uji lanjut Duncan pada taraf kepercayaan 5 % atau  $\alpha$  0,05.

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 5, hasil uji statistik menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) kemudian dilanjutkan dengan uji beda rata-rata *Duncan* menunjukkan bahwa rata-rata luas infeksi tertinggi terdapat pada perlakuan P2 (Nutrisi buatan + *Fusarium* sp yang di inkubasi) dan terendah pada perlakuan P4 (*Fusarium* sp + nutrisi organik). P1, P2 dan P3 berbeda tidak nyata dengan P4.

#### a. Perubahan Warna

Hasil pengamatan perubahan warna dilakukan setelah 3 (tiga) bulan inokulasi. Sampel diamati secara langsung oleh setiap panelis pada bagian gaharu yang terbentuk disekeliling jaringan kayu bekas lubang infus. Pengamatan warna gaharu dilakukan pada setiap lubang bor dan ditetapkan melalui uji organoleptik yang dinyatakan dengan rata-rata skor. Pengujian organoleptik merupakan pengujian yang didasarkan pada proses penginderaan yang melibatkan 6 (enam) orang panelis.

Secara umum semua perlakuan menyebabkan perubahan warna kayu dan merangsang

*Pembentukan Gaharu Pada Pohon Aquilaria malaccensis Lamk., Menggunakan Inokulum Fusarium sp.*

munculnya perubahan aroma kayu. Jaringan disekitar area kayu yang di infus mengalami perubahan warna dari putih yang sebelum mendapat perlakuan berubah menjadi berwarna coklat atau coklat kehitaman. Kualitas gaharu terhadap indikator perubahan warna kayu dengan menilai ketentuan warna, lebih tua warna kayu, menandakan kandungan resin semakin tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa semua perlakuan mampu merangsang perubahan warna kayu.

Berdasarkan data perubahan warna perlakuan yang menghasilkan kualitas warna paling tinggi adalah pada perlakuan dengan menggunakan nutrisi buatan yang di inokulasikan jamur *Fusarium sp.*, dengan suplementasi serbuk kayu *A. malaccensis* Lamk., yang di inkubasi selama 7 hari pada suhu ruangan 27<sup>0</sup>C. (P3). Perlakuan dengan kualitas warna rendah atau bahkan hanya mengalami perubahan warna menjadi putih kecoklatan yaitu pada perlakuan starter gaharu ditambah nutrisi organik yang diperoleh dari Universitas Mataram, Lombok (P4). Perubahan warna kayu ini mengindikasikan adanya senyawa gaharu. Hasil infeksi jamur *Fusarium sp.*, menunjukkan perubahan warna yaitu coklat kehitaman. Fenomena ini diduga karena adanya infeksi kapang *Fusarium sp.*, terhadap serbuk kayu *Aquilaria sp.*, yang mengakibatkan fitoaleksin yang masih terdapat pada serbuk *Aquilaria sp.*, terurai atau terdegradasi. *Fusarium sp.*, merupakan jenis kapang yang mampu menghasilkan tiga macam toksin yang menyerang pembuluh xilem yaitu: asam fusariat, asam dehidrofusariat dan liomarasmin. Toksin-toksin tersebut akan mengubah permeabilitas membran plasma dari sel tanaman inang yang mampu mendegradasi fitoaleksin pada serbuk *Aquilaria sp* lebih gelap/ hitam (Hardiansyah *et al.*, 2015).

Pemberian inokulum melalui inokulasi ke dalam batang pohon *A. malaccensis* Lamk., mengakibatkan perubahan warna kayu di sekitar lubang bor dengan variasi antar perlakuannya. Pohon berusaha merespon pengaruh inokulum tersebut dengan memacu metabolismenya kearah metabolisme sekunder untuk menghasilkan metabolit beraroma harum. Sampai dengan akhir pengamatan menunjukkan bahwa gejala pembentukan gaharu berupa perubahan warna yang lebih mudah diamati dibandingkan dengan parameter deskriptif lainnya.

Perubahan warna yang terjadi pada semua perlakuan sejalan dengan luas infeksi. Perlakuan yang menghasilkan luas infeksi yang besar memiliki warna coklat dan sebaliknya perlakuan yang menghasilkan luas infeksi yang lebih rendah menghasilkan warna putih kecoklatan. Hal ini diduga karena perbedaan efektifitas infeksi oleh jamur dari masing-masing formula. Semakin coklat/ gelap warna yang dihasilkan, menunjukkan bahwa semakin besar pula respon pertahanan tubuh oleh pohon *A. malaccensis* Lamk., terhadap infeksi jamur. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Hardiansyah *et al* (2015) bahwa zat fitoaleksin yang telah dikeluarkan, selamanya akan tetap tersimpan di dalam batang tanaman tersebut walaupun ia sudah mati. Zat ini yang kemudian difermentasikan oleh jamur *Fusarium sp.*, sehingga dapat terlihat hasil perubahan warna coklat kehitaman pada kayu gaharu.

## b. Tingkat Aroma

Aroma wangi gaharu terbentuk oleh adanya resin yang merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan tanaman gaharu untuk merespon infeksi jamur patogen. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan menunjukkan bahwa tingkat wangi tertinggi yaitu pada perlakuan P4 (*Fusarium* sp di tambah nutrisi organik) koleksi Laboratorium Biologi Universitas Mataram sedangkan tingkat wangi terendah yaitu pada perlakuan P3 (nutrisi buatan yang di inokulasikan jamur *Fusarium* sp., dengan suplementasi serbuk kayu *A. malaccensis* Lamk., yang di inkubasi). Hal ini berbanding terbalik dengan pembentukan warna pada gaharu dimana kayu gaharu dengan warna yang lebih coklat menghasilkan aroma wangi yang lebih rendah dan sebaliknya kayu gaharu yang memiliki warna sedikit coklat lebih tinggi aroma wanginya. Hal tersebut menunjukkan tingkat warna tidak menjadi acuan untuk mengukur tingkat aroma wangi gaharu. Beberapa penelitian menyebutkan terdapat kegagalan pembentukan gaharu dengan inokulasi jamur tertentu, atau terjadi pembentukan gaharu tetapi tidak menimbulkan wangi dengan inokulasi jenis jamur yang lain (Dudi dan Ahmad, 2012).

Perubahan tingkat aroma pada gaharu yang terbentuk relatif tidak stabil. Mengingat virulensi pada suatu jenis patogen dapat berubah dari waktu ke waktu. Peningkatan aroma wangi tidak selalu dibarengi dengan perubahan warna kayu. Peningkatan aroma kayu diduga disebabkan oleh bertambahnya senyawa *sesquiterpen* begitu juga penurunan tingkat wangi yang diakibatkan oleh hilangnya senyawa *sesquiterpen*, karena senyawa ini mudah menguap (Azwin, 2016). Itulah sebabnya mengapa suatu jenis patogen yang sama dan yang memiliki bentuk serta cara perkembangbiakan yang sama, tetapi apabila berada di daerah dan berbagai jenis pohon yang berbeda maka dapat berlainan infeksi. Peningkatan luas infeksi berkorelasi dengan peningkatan tingkat keharuman yang terjadi karena kedua parameter tersebut dipengaruhi oleh akumulasi metabolit sekunder yaitu *sesquiterpen* dan kromon di area sekitar lubang infeksi (Suhendra *et al.*, 2012).

Keberhasilan setiap inokulum menggunakan jamur *Fusarium* sp., dengan metode infus dalam menginfeksi pohon *A. malaccensis* Lamk., ditandai dengan adanya perubahan warna diikuti terbentuknya aroma wangi serta diameter yang lebih besar dibandingkan dengan metode induksi yang lain. Hal ini diduga karena suplai inokulum menggunakan metode infus lebih mencukupi untuk melakukan infeksi sehingga toksin yang dilakukan oleh mikroba menjadi maksimal. Hasil ini menunjukkan bahwa metode infus merupakan metode yang lebih maksimal jika dibandingkan dengan metode induksi yang lain (Aksan *et al.*, 2012).

Keberhasilan proses inokulasi juga erat hubungannya dengan kemampuan antibodi yang dibentuk pohon apabila mendapat gangguan biologis penyakit. Bila senyawa antibodi berhasil melawan penyakit, maka proses pembentukan gaharu akan terhambat atau bahkan tidak akan terbentuk gaharu, sebaliknya bila penyakit itu berhasil melawan antibodi pohon, maka senyawa antibodi akan dirubah menjadi resin gaharu yang berisikan komponen kimia (Mucharromah *et al.*, 2008)

Beberapa faktor sangat berpengaruh terhadap pembentukan, kuantitas dan kualitas gaharu yang diproduksi oleh tanaman penghasil gaharu hasil budidaya. Faktor-faktor tersebut adalah jenis dan kemurnian mikroorganisme yang digunakan, formula inokulum yang tepat pada jenis pohon dalam kondisi tertentu, penggunaan inokulum yang unggul,

*Pembentukan Gaharu Pada Pohon Aquilaria malaccensis Lamk., Menggunakan Inokulum Fusarium sp.*

teknik inokulasi yang baik, serta waktu antara inokulasi dan panen. Semakin lama maka mutu gubal dihasilkan akan semakin tinggi (Mucharromah, 2011).

## **KESIMPULAN**

Semua inokulan yang di uji yaitu P1,P2, P3 dan P4 menggunakan metode infus dengan parameter (luas infeksi, keharuman dan warna infeksi) menunjukkan hasil yang positif. Hasil pengamatan umur 3 bulan setelah penyuntikan menunjukkan bahwa inokulan (*Fusarium sp*) yang paling potensial pada peringkat pertama adalah P2, kemudian P1, P3, dan P4. Pengujian lanjutan perlu dilakukan dengan penambahan waktu untuk mengetahui konsistensi inokulan membentuk gaharu.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Akhsan, N., Maman S. dan Djumali M. 2012. Pengujian Model Inokulasi *Fusarium sp.*, pada Pohon Gaharu (*Aquilaria microcarpa*). *Jurnal Kehutanan Tropika Humida*, 5 (1) : 48-49.
- Azwin. 2016. Inokulasi *Fusarium sp.* pada Pohon Karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) Terhadap Pembentukan Gaharu. *Wahana Forestra : Jurnal Kehutanan*, 11 (2) : 60-62
- Ginting, A. R., Ninuk H. dan Setyono, Y. T. 2013. Studi Pertumbuhan dan Produksi Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) pada Media Tumbuh Gergaji Kayu Sengon dan Bagas Tebu. *Jurnal Produksi Tanaman*, 1 (2) : 17-21. ISSN : 2338-3976.
- Hardiansyah, Afghani J. dan Savante A. 2015. Fermentasi Serbuk Kayu *Aquilaria sp.*, Menggunakan Kapang *Fusarium sp.* *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4 (4) : 41-42. ISSN : 2303-1077.
- Mirani, E. D., Burhanuddin dan Rosa S. 2016. Uji Pertumbuhan *Fusarium sp.*, Pembentuk Gubal Gaharu (*Aquilaria malaccensis*) pada Variasi Media Tumbuh dan Suhu. *Jurnal Hutan Lestari*, 4 (4) : 446 – 450.
- Mucharromah,Hartal, dan U. Santoso. 2008. Potensi Tiga Isolat *Fusarium sp.* Dalam Menginduksi Akumulasi Resin Wangi Gaharu pada Batang *Aquilaria malaccensis* (Lamk.). Makalah Semirata Bidang MIPA, BKS-PTN Wilayah Barat, Universitas Bengkulu, 14-16 Mei 2008.
- Mucharromah, 2011. Pengembangan Gaharu di Sumatera. Dalam Siran, S.A dan ; Turjaman, M (eds). Pengembangan Teknologi produksi Gaharu Berbasis Pemberdayaan Masyarakat Sekitar Hutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam.
- Mohamed, R., P. L. Jong dan M. S. Zali. 2010. Fungal diversity in wounded stems of

*Aquilaria malaccensis*. Springer : *Fungal Diversity*, 43 : 67–68

- Nurbaya, Tutik K., Baharuddin, Ade R. dan Syamsuddin M. 2014. Uji Kecepatan Pertumbuhan *Fusarium spp.*, pada Media Organik dan Media Sintesis. *Jurnal Bionature*, 15 (1) : 45-46.
- Putri, M. S. 2013. *Eksplorasi Peran Mikrob dan Status Hara Tanaman Terhadap Pembentukan Gaharu pada Aquilaria malaccensis*. Bogor : Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- Subowo, Y. B. 2010. Jamur Pembentuk Gaharu Sebagai Penjaga Kelangsungan Hidup Tanaman Gaharu (*Aquilaria sp.*). *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 11 (2) : 167-168. ISSN : 1441-318X.
- Suhendra, A, Yuda P. R. dan Dwi P. H. 2012. *Aplikasi Inokulasi Fusarium untuk Mempercepat Proses Pembentukan dan Produksi Gubal Gaharu di Kabupaten Penajam Paser Utara Kalimantan Timur*. Prosiding Insinas.
- Suryawan, W. I. G. A. 2015. Pemanfaatan Medium Alternatif untuk Pertumbuhan Isolat *Fusarium sp.* Penginduksi Pembentukan Gaharu pada *Gyrinops versteegii* (Gilg) Domke. *Jurnal Sangkareang Mataram*, 1 (3) : 54-55. ISSN : 2355-9292.
- Dudi, I., Ahmad, S. 2012. Uji Inokulasi *Fusarium sp.* untuk produksi gaharu pada budidaya *A. Beccariana*. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 14 (3) : 182-188.
- Vantoman, W. D. P., Savante A. dan Muhamad A. W. 2015. Perbandingan Inokulan *Fusarium sp* Menggunakan Metode Infus dan Injeksi untuk Mendapatkan Gaharu pada Pohon *Aquilaria malaccensis*. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4 (1) : 43-45. ISSN : 2303-1077.
- Yagura, T., N. Shibayama, M. Ito, F. Kiuchi, dan G. Honda. 2003. Three Novel Diepoxy Tetrahydrochomones from Agarwood Artificially Produced by Intentional Wounding. *Tetrahedron Letters*, 46 : 4395-439