

INOKULASI *FUSARIUM* sp. PADA POHON KARAS (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) TERHADAP PEMBENTUKAN GAHARU

Azwin

Staf Pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning
Jln. Yos Sudarso Km. 8 Rumbai Pekanbaru Riau
Email : azwin@unilak.ac.id

ABSTRACT

This study aimed to get a dose of right inoculants Fusarium sp. and accelerate the creation of aloes. This research was conducted in test models of agro forestry plots and aloes-owned Balai Penelitian dan Teknologi Serat Tanaman Hutan (BPTSTH) Kuok that located in the village of Kembang Damai Districts of Pagaran Tapah Darussalam Rokan Hulu District. Held for 3 months from July to September 2013. The research method using a randomized block design with 5 treatments, namely in drill without being given inoculant fungi Fusarium sp. (Control), (P1), inoculant 0.5 cc / hole (P2), inoculant 1 cc / hole (P3), inoculant 1.5 cc / hole (P4), inoculant 2 cc / hole (P5). Each treatment was applied in three (3) blocks, the first block to the treatment of Karas trees to plant oil palm on a spacing of 2 meters, block II spacing of 3 meters and a block III at spacing of 4 meters. After 3 months of observation of the extensive infection, discoloration and changes in the level of flavor very significant effect. A symptom of the infection area formed on the aloe tree tends to spread vertically to follow the direction of the vascular tissue of the stem. To aloes ± 6 years old should use a dose of 0.5 cc / borehole inoculant Fusarium sp.

Keywords: Agarwood, Inokulasi Fusarium sp., Trees Karas

PENDAHULUAN

Pohon Karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) merupakan komoditas hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang bernilai ekonomi tinggi. Dikenal sebagai *aloewood* atau *eaglewood* yang mengandung damar wangi (*aromatic resin* dan *sesquiterpen*). Dari segi bentuk, gaharu merupakan jaringan dari pohon penghasil gaharu dengan kandungan resin *sesquiterpenoid*

volatile beraroma harum yang khas dan tahan lama.

Gaharu dihasilkan dari pohon - pohon penghasil gaharu terinfeksi yang tumbuh di daerah tropika dan memiliki marga *Aquilaria*, *Gyrinops* dan *Gonystilus* yang keseluruhannya termasuk dalam family *Thymelaeaceae*. Marga *Aquilaria* terdiri dari 15 spesies, tersebar di daerah tropis. Enam diantaranya ditemukan di Indonesia yaitu *A. malaccensis*, *A. microcarpa*, *A.*

hirta, *A. beccariana*, *A. cumingiana* dan *A. filarial*. Keenam jenis tersebut terdapat hampir di seluruh kepulauan Indonesia kecuali Jawa, Bali dan Nusa Tenggara.

Jaringan yang mengandung resin wangi gaharu hanya dapat ditemukan pada bagian pohon yang mengalami proses tertentu, seperti pelukaan yang disertai infeksi pathogen, melalui inokulasi atau proses lainnya, yang selanjutnya membuat jaringan kayu tersebut memiliki warna. Pengembangan gaharu tidak sama dengan pengembangan tanaman pertanian yang tidak akan berproduksi bila pohonnya tumbuh baik dan tidak terganggu sedikitpun. Saat ini pemungutan gaharu masih dilakukan secara tradisional yang lebih banyak mengandalkan pengalaman.

Menurut Sumarna (2009) sistem pemanenan dapat dilakukan dalam 2 cara yaitu panen berkala dan panen total. Panen berkala dilakukan pada pohon yang belum menunjukkan kondisi kematian yaitu daun dan tajuknya masih subur. Teknik panen berkala dilakukan dengan cara pengerukan atau pengupasan bagian kayu yang sudah terbentuk berwarna hitam, hitam coklat atau coklat kemerahan. Pengujian

keharuman dilakukan dengan cara pengerukan menggunakan pisau tajam, produk yang dihasilkan pada panen berkala ini berupa serpihan atau bubuk.

Sistem pemungutan gaharu yang dilakukan ini menyebabkan potensi jenis pohon penghasil gaharu semakin langka di habitat alaminya. Kekhawatiran akan musnahnya spesies pohon penghasil gaharu tersebut, sehingga dalam sidang CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) ke IX di Florida bulan November 1994 disepakati bahwa jenis *A. malaccensis* masuk dalam Appendik II yang berarti bahwa jenis tersebut keberadaannya semakin langka dan setiap Negara harus membatasi quotanya.

Jenis pohon penghasil gaharu yang akan dijadikan sebagai objek penelitian adalah dari genus *Aquilaria*, spesies *A. malaccensis* 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.

Pembentukan gaharu secara alami dimulai dengan terjadinya pelukaan akibat patah cabang atau terlukanya

batang. Perlukaan ini mengakibatkan pohon terjangkit penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme diantaranya *Fusarium sp.* Penyakit tersebut menular pada bagian batang pohon ditandai dengan adanya bercak warna coklat kehitaman pada jaringan kayu yang disebabkan oleh infeksi jamur. Semakin luas bidang infeksi pada jaringan kayu, semakin banyak rendemen gaharu yang dihasilkan.

Dengan memformulasikan fungsi *Fusarium sp.* untuk aplikasi komersial potensi antagonistik dari jamur diperlukan suatu usaha produksi isolat yang memiliki daya tahan dan daya infeksi tinggi. Langkah pertama dalam aplikasi isolat adalah penetapan dosis yang sesuai, tepat dan murah, sederhana dalam penyiapan dan aplikasinya serta ketersediaan nutrisi yang seimbang. Dosis isolat jamur yang berbeda, diduga dapat mempercepat proses terjangkitnya penyakit dan infeksi dalam pembentukan gubal gaharu.

Berdasarkan uraian diatas, penulis melakukan penelitian dengan judul "Inokulasi Fungi *Fusarium Sp* Pada Pohon Karas Terhadap Pembentukan Gaharu (*Aquilaria Malaccencis* Lamk.)".

Tujuan Penelitian

Untuk mendapatkan dosis inokulan *Fusarium sp.* yang tepat dan dapat mempercepat proses pembentukan gaharu.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Plot Uji coba Model Agroforestry Sawit dan Gaharu milik Balai Penelitian dan Teknologi Serat Tanaman Hutan (BPTSTH) Kuok, berlokasi di Desa Kembang Damai, Kecamatan Pagaran Tapah Darusalam Kabupaten Rokan Hulu (Rohul) Provinsi Riau. Penelitian dilaksanakan Juli sampai September 2013.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah tegakan pohon karas (*Aquilaria malaccensis* Lamrk.) umur \pm 6 tahun, lilin, alkohol 70%, dan inokulan fungi *fusarium sp.* dalam media cair hasil pengembangan Laboratorium Pusat Penelitian Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam (P3HKA) di Bogor. Alat yang digunakan adalah kamera, genset, bor dan mata bor (0,5 cm), kapas, alat injeksi, kaliper, meteran, kapur tulis, cat

minyak/phylox, sarung tangan plastik, cutter, millimeter blok dan alat tulis.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 5 perlakuan, setiap perlakuan terdiri dari 3 kelompok atau blok, tiap-tiap blok memiliki jarak tanam yang berbeda, pada blok I jarak tanam gaharu dengan tanaman sawit berjarak 2 meter, blok II jarak tanam gaharu dengan tanaman sawit berjarak 3 meter dan blok III jarak tanam gaharu dengan tanaman sawit berjarak 4 meter, perlakuannya meliputi :

- P_1 = Di bor tanpa diberi isolat (kontrol),
- P_2 = Isolat jamur *Fusarium sp.* dalam media cair dengan dosis 0,5 cc/lubang,
- P_3 = Isolat jamur *Fusarium sp.* dalam media cair dengan dosis 1 cc/lubang,
- P_4 = Isolat jamur *Fusarium sp.* dalam media cair dengan dosis 1,5 cc/lubang,
- P_5 = Isolat jamur *Fusarium sp.* dalam media cair dengan dosis 2 cc/lubang.

Model Linear Rancangan Acak Kelompok adalah: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

Setiap pohon sampel dibuat lubang dan diperlakukan sama yaitu di inokulasi dengan inokulan fungi *Fusarium sp.* dimana masing-masing pohon dilakukan pengeboran sebanyak 10 lubang bor.

Pelaksanaan Penelitian

Pemilihan Pohon

Pohon karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) yang akan di inokulasi yaitu pohon-pohon yang berumur \pm 6 Tahun dan diberi tanda. Setiap pohon contoh diberi perlakuan inokulasi pada bagian batang dari pangkal hingga ketinggian 0,5 meter.

Inokulasi *Fusarium sp*

Inokulan yang digunakan berasal dari Provinsi Jambi hal ini berdasarkan Penelitian Laboratorium Pusat Penelitian Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam (P3HKA) di Bogor, bahwa daya virulensinya lebih tinggi dibandingkan isolat asal Provinsi lain.

Inokulan fungi penginfeksi sudah dilakukan penelitian di Laboratorium Pusat Penelitian Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam (P3HKA) dengan hasil diperoleh dari genus *Fusarium sp.* fungi *Fusarium sp.* merupakan fungi penyebab penyakit pada banyak tanaman. Klasifikasi dan nama ilmiah fungi ini adalah Kingdom: Fungi, Filum: Ascomycota, Ordo : Hypocreales, Famili : Hypocreaceaw, Genus : *Fusarium*. *Fusarium* adalah fungi saprofitik berfilamen yang tersebar luas

pada tanaman dan tanah. Genus *Fusarium* terdiri dari 20 spesies, yang paling umum adalah *F. Solani*, *F. Oxysporum* dan *F. Chlamydosporum*.

Desain titik pengeboran dibuat pada pohon yang akan diinokulasi dengan menggunakan kapur tulis. Pengeboran dilakukan melingkar di sekeliling batang pohon, jarak antar lubang bor yaitu 10 cm. Sebelum melakukan pengeboran terlebih dahulu alat disterilisasi dengan alkohol, lubang pengeboran dibuat hingga mencapai 1/3 dari diameter batang. Titik pengeboran pertama dibuat 10 cm dari permukaan tanah. Ukuran lubang bor untuk inokulan fungi *Fusarium sp.* 0,5 cm. Dosis injeksi inokulan fungi *Fusarium sp.* adalah 0,5 cc/lubang bor, 1 cc/lubang bor, 1,5 cc/lubang bor, 2 cc/lubang bor.

Pengamatan

Luas infeksi (bulan)

Pengukuran luas infeksi dilakukan setiap bulan di sekitar titik pengeboran. Batang di sekitar titik bor dikupas kulitnya lalu diukur luas infeksi menggunakan kertas kalkir. Data pengukuran luasan dengan kertas kalkir tersebut akan dikonversi kedalam millimeter blok untuk mengetahui luas

dengan nilai satuan sentimeter persegi (cm^2).

Perubahan Warna (bulan)

Perubahan warna kayu meliputi tingkat perubahan warna. Tingkat perubahan warna kayu ditetapkan berdasarkan sistem skor (0 = putih, 1 = putih kecoklatan, 2 = coklat, 3 = coklat kehitaman) dan dinyatakan dalam rata-rata nilai skor dari 3 panelis. Kulit batang di sekitar lubang bor dikupas, kemudian keruk dengan menggunakan pisau cutter untuk melihat warna batang di sekitar lubang bor. Pengamatan warna dilakukan setiap bulan setelah dilakukan pengeboran, selama 3 bulan berturut-turut pada setiap lubang bor.

Tingkat Aroma

Pengamatan wangi kayu meliputi tingkat wangi dari senyawa gaharu yang dihasilkan di sekitar lubang bor. Pengamatan dilakukan di akhir penelitian setelah kulit batang di sekitar lubang bor dikupas, lalu digerus untuk mengambil sample. Kemudian jaringan kayu yang telah tergerus dibakar. Pengamatan wangi kayu dilakukan pada setiap lubang bor dan ditetapkan melalui uji organoleptik yang dinyatakan dengan rata-rata skor dari 3 panelis. Pengujian organoleptik merupakan pengujian yang

didasarkan pada proses pengindraan. Skala skor wangi adalah 0 = tidak wangi, 1 = kurang wangi, 2 = wangi, 3 = wangi sekali.

Analisis Data

Data yang dianalisis adalah luas infeksi, perubahan warna dan tingkat aroma. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap masing-masing variabel, maka data pengamatan dianalisis menggunakan software SPSS Versi. 16 for windows. Apabila hasil analisis SPSS menunjukkan nilai Signifikansi lebih kecil dari 5 % berarti perlakuan berpengaruh nyata terhadap variabel yang diamati, atau hasil uji F (Uji Sidik Ragam), menunjukkan hasil yang berpengaruh nyata, maka dilakukan uji DMRT pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas Infeksi

Hasil pengamatan luas infeksi pembentukan gaharu pada tegakan pohon karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) aplikasi dosis inokulan fungi *Fusarium sp.* berturut-turut selama 3 (tiga) bulan pengamatan terlihat luas infeksi dari perlakuan, P5 (perlakuan dosis 2 cc) menghasilkan rata-rata luas infeksi terluas. Hasil uji F (sidik ragam) luas infeksi menunjukkan bahwa nilai Signifikansi (sig) lebih rendah dari alpha ($\leq 1\%$) yaitu 0,006. Artinya perbedaaan dosis inokulan fungi *Fusarium sp.* pada pohon karas berpengaruh sangat nyata terhadap luas infeksi fungi *Fusarium sp.* sehingga dilakukan uji lanjut DMRT dan hasilnya seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas Infeksi (cm²) Akibat Aplikasi Dosis Inokulan Fungi *Fusarium sp.* Pada Pohon Karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk.)

Perlakuan	Rata-rata
P1 (Kontrol)	4,523 ^a
P2 (Dosis 0,5 cc/lubang bor)	11,775 ^b
P3 (Dosis 1 cc/lubang bor)	11,668 ^b
P4 (Dosis 1,5 cc/lubang bor)	12,152 ^b
P5 (Dosis 2 cc/lubang bor)	16,228 ^b

Keterangan : Angka-angka pada lajur/kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata setelah uji lanjut DNMRT pada taraf 5 %

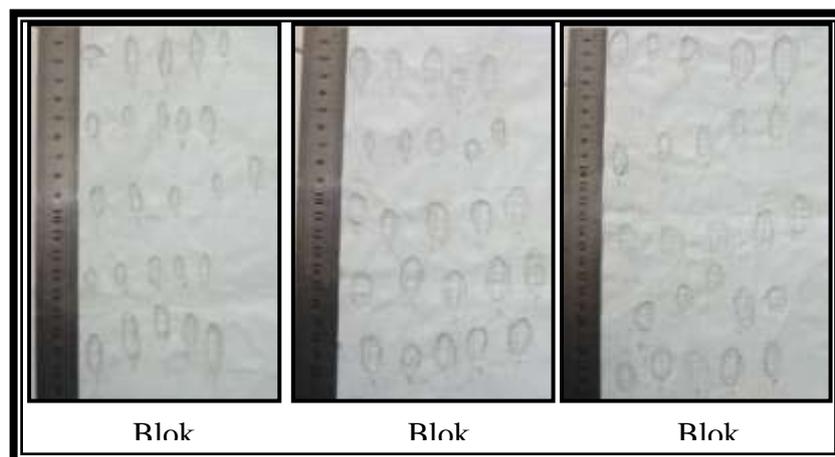
Tabel 1 menunjukkan bahwa luas infeksi pada pengamatan bulan September 2013 dengan menggunakan inokulan fungi *Fusarium sp.* tiap-tiap perlakuan memiliki luas infeksi yang berbeda-beda. Dimana, P1 (kontrol)

dengan luas infeksi 4,523 cm², P2 (dosis 0,5 cc/lubang bor) dengan luas infeksi 11,775 cm², P3 (dosis 1 cc/lubang bor) dengan luas infeksi 11,665 cm², P4 (dosis 1,5 cc/lubang bor) dengan luas infeksi 12,152 cm², P5 (dosis 2

cc/lubang bor) dengan luas infeksi 16,228 cm². Hal ini dapat disebabkan oleh pada perlakuan tersebut populasi fungi *Fusarium sp* cukup tinggi. Sesuai dengan pernyataan Agustini dkk (2006) bahwa pada 1 cc isolat cair dihuni oleh 10⁶ propagul jamur *Fusarium sp*. konsentrasi jamur yang efektif untuk menimbulkan gejala sakit berbeda dari setiap jamur dan bentuk propagulnya. Pada fungi *Fusarium sp*.. Propagul yang efektif adalah 250-1000 klamidospora/gr (Rahayu, 2004). Hal ini juga berkaitan erat dengan laju infeksi inokulan terhadap resistensi tanaman. Infeksi yang diakibatkan oleh fungi *Fusarium sp*. Terjadi pada pembuluh kayu yang dapat menyebabkan menurunnya kemampuan sel dan jaringan dalam

melaksanakan fungsi-fungsi fisiologisnya.

Perlakuan yang dilakukan pada blok tanam yang berbeda-beda terdapat luas infeksi yang tidak sama pada tiap-tiap blok, dimana pada blok I rata-rata luas infeksi 7,756 cm² lebih kecil dibandingkan pada blok II yang luas infeksi 12,367 cm², blok II juga lebih kecil luas infeksi dengan blok III dengan rata-rata luas infeksi 13,685 cm², ini diakibatkan pengaruh jarak tanam yang berbeda-beda terhadap tanaman sawit, peta plot dapat dilihat seperti pada Gambar 3. Ini dapat dilihat dari luas infeksi pada pengamatan dibulan September 2013 yang telah dikonversikan ke dalam kertas millimeter blok, yang terdapat pada masing-masing blok, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Luas Infeksi Aplikasi Dosis Fungi *Fusarium sp.* Terhadap Pembentukan Gaharu pada Pohon Karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) yang Sudah Dikonversi Dalam Millimeter Blok.

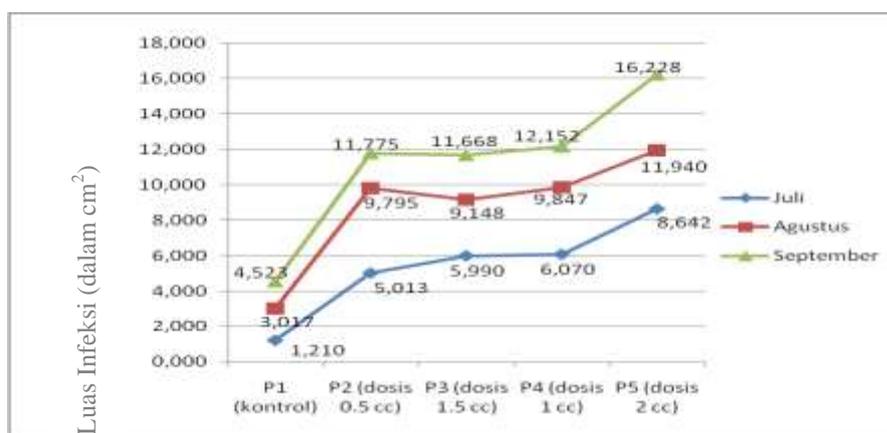
Dari perlakuan yang berbeda dosis inokulan fungi *Fusarium sp.* dengan melakukan 3 (tiga) ulangan menyatakan P1 (kontrol) berbeda nyata dengan P2 (dosis 0,5cc), P3 (dosis 1 cc), P4 (dosis 1,5 cc), dan P5 (dosis 2 cc). Hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya populasi fungi yang terdapat isolat *Fusarium sp.* pada perlakuan tersebut.

Penurunan kemampuan fisiologis ini dapat mengganggu pertumbuhan bahkan menimbulkan kematian. Sebulan setelah dilaksanakan inokulasi merupakan tahap awal infeksi dimana perkembangan infeksi menunjukkan laju relatif sama. Novriyanti (2009) menyatakan bahwa besarnya lubang bor menyebabkan proses pembentukan gaharu yang terjadi berlangsung relatif lebih lambat, yang ditunjukkan oleh luas

infeksi yang lebih kecil. Pada lubang bor yang lebih kecil akan terjadi infeksi yang lebih cepat dan berkorelasi dengan luasan infeksi.

Pada Tabel 1. dapat dilihat pembentukan gubal gaharu pada pengamatan dibulan September 2013 dengan dosis inokulan fungi *Fusarium sp.* yang berbeda dosis, bahwa P5 dengan dosis 2 cc/lubang bor memiliki luas infeksi tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Pola perkembangan luas infeksi pembentukan gubal gaharu setelah diinokulasi dosis berbeda dengan inokulan fungi *Fusarium sp.* dengan pengamatan yang dilakukan di bulan Juli sampai dengan September 2013, dapat dilihat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Tingkat Perkembangan Luas Infeksi Aplikasi Dosis Inokulan Fungi *Fusarium sp.* pada Pohon Karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk.)

Pada Gambar 2. menunjukkan proses terbentuknya gaharu akibat adanya respon penghasil gaharu terhadap banyak faktor, yaitu fisiologi tanaman dan infeksi fungi *Fusarium sp.* pembentukan gaharu ditandai oleh proses pencoklatan jaringan batang pada area terinfeksi akibat akumulasi resin, yaitu metabolit sekunder yang merupakan senyawa penentu kualitas gaharu. Seiring waktu, resin itu mengeras disudut-sudut pembuluh xylem dan floem organ pohon yang mendistribusikan sehingga berwarna kecoklatan, serta harum bila dibakar. Gaharu merupakan substansi aromatik berupa gumpalan atau padatan berwarna coklat muda sampai coklat kehitaman yang terbentuk pada lapisan dalam dari kayu tertentu. Substansi aromatik yang terkandung dalam gubal gaharu ini termasuk dalam golongan sesquiterpena (Atmojo, 2003).

Infeksi yang diakibatkan oleh fungi *Fusarium sp.* terjadi pada pembuluh kayu yang dapat menurunnya kemampuan sel dan jaringan dalam melaksanakan fungsi-fungsi fisiologisnya. Penurunan kemampuan fisiologisnya ini dapat mengganggu pertumbuhan bahkan menimbulkan kematian. Sebulan setelah dilaksanakan

inokulasi merupakan tahap awal infeksi dimana perkembangan infeksi menunjukkan laju yang hampir relatif sama. Perbedaan perkembangan infeksi dijumpai pengamatan kedua yaitu pada bulan kedua setelah diinokulasi. Pada bulan kedua ini diperkirakan isolat beradaptasi lebih baik dari sebelumnya sehingga lebih efektif menginfeksi jaringan. Atas dasar ini dapat diperkirakan bahwa semakin lama waktu infeksi maka hasil juga akan semakin baik.

Menurut Sumarna (2002) menyatakan bahwa infeksi yang disebabkan oleh fungi *Fusarium sp.* mengakibatkan penyumbatan pada saluran tanaman sehingga menghasilkan senyawa *phytalyosin* sebagai reaksi dari resistensi dari jaringan. Senyawa *phytalyosin* yang dihasilkan berfungsi sebagai pertahanan terhadap penyakit atau patogen. Senyawa *phytalyosin* tersebut dapat berupa resin berwarna coklat dan beraroma harum, serta menumpuk pada pembuluh xylem dan floem untuk mencegah meluasnya luka ke jaringan lain. Akibat dari infeksi tersebut, sistem fisiologi tanaman menjadi terganggu dan secara visual dapat terlihat pada bagian yang terinfeksi berwarna coklat sampai

dengan kehitaman dan memiliki aroma wangi. Namun, apabila patogen yang menginfeksi tanaman tidak dapat mengalahkan sistem pertahanan tanaman maka gaharu tidak terbentuk dan bagian tanaman yang luka dapat membusuk.

Perlakuan lainnya terjadi peningkatan luas infeksi dari 1 (satu) bulan setelah di inokulasi hanya saja terlihat lambat dan fluktuatif. Hal ini terjadi dikarenakan adanya sistem pertahanan tumbuhan terhadap infeksi patogen. Pohon penghasil gaharu biasanya mensintesis dan mengakumulasi senyawa *phytalyosin* dan *sesquiterpenoid* sebagai respon terhadap infeksi oleh gen tertentu, rangsangan fisiologis maupun keadaan cekaman.

Selain asal isolat yang harus sama dengan daerah sebaran tumbuh, menurut Suharti (2009) faktor lain yang sangat mempengaruhi keberhasilan inokulasi adalah sifat genetis pohon dan lingkungan tempat tumbuh. Sifat genetis pohon merupakan kemampuan pohon untuk membentuk struktur-struktur yang tidak menguntungkan perkembangan patogen pada pohon tersebut, sehingga patogen mati sebelum dapat berkembang lebih lanjut dan gagal

menyebabkan penyakit pada pohon, karena pembentukan gaharu terjadi sebagai respon pertahanan pohon terhadap pelukaan/infeksi yang berasosiasi dengan adanya perubahan sitologi pada sel parenkima hidup pada kayu setelah dilukai.

Keberhasilan proses inokulasi juga erat hubungannya dengan kemampuan antibodi yang dibentuk pohon bila mendapat gangguan biologis penyakit. Bila *phenol* sebagai 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 *phenol* akan dirubah menjadi resin gaharu yang berisikan komponen kimia berupa *alpha-beta agarofurol* (Sumarna, 2003)

Santoso (2007) menyatakan bahwa, sangat pentingnya seleksi jamur pembentuk gaharu, karena walaupun spesiesnya sama, tetapi strainnya kemungkinan berbeda sehingga kemampuan untuk menginfeksi dan mengakumulasi gaharu berbeda.

Perubahan Warna

Hasil pengamatan perubahan warna aplikasi dosis inokulan fungi *Fusarium* sp. berturut-turut selama 3 (tiga) bulan

pengamatan terlihat perubahan warna dari perlakuan, P5 (perlakuan dosis 2 cc) menghasilkan rata-rata perubahan warna terluas. Hasil uji F (sidik ragam) perubahan warna menunjukkan bahwa nilai Signifikasi (sig) lebih rendah dari alpha ($\leq 1\%$) yaitu 0,006. Artinya

perbedaan dosis inokulan fungi *Fusarium sp.* pada pohon karas berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan warna fungi *Fusarium sp.* sehingga dilakukan uji lanjut DMRT dan hasilnya seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan Tingkat Warna (Sistem skoring) Aplikasi Dosis Inokulan Fungi *Fusarium sp.* pada Pohon Karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk.)

Perlakuan	Rata-rata
P1 (Kontrol)	0,733 ^a
P2 (Dosis 0,5 cc/lubang bor)	1,333 ^b
P3 (Dosis 1 cc/lubang bor)	1,666 ^b
P4 (Dosis 1,5 cc/lubang bor)	1,733 ^b
P5 (Dosis 2 cc/lubang bor)	1,867 ^b

Keterangan : angka-angka pada lajur/kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata setelah uji lanjut DNMRT pada taraf 5 %

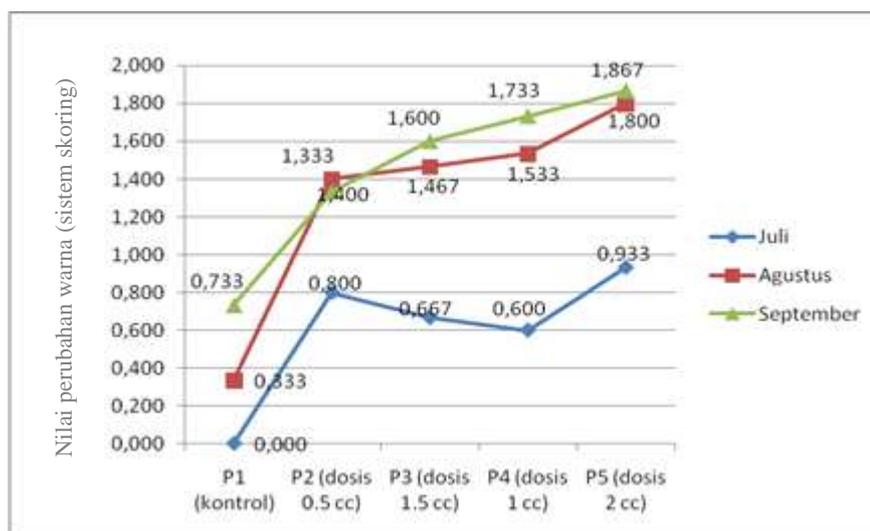
Tabel 2 menunjukkan terjadinya perubahan warna pada bulan terakhir (September 2013) pengamatan. Dari pemberian inokulan fungi *Fusarium sp.* sebanyak 2 cc/lubang bor, memperlihatkan perubahan tertinggi dibandingkan dengan pemberian inokulan lainnya. Sejauh ini perubahan warna terjadi baru sampai pada tahap berwarna coklat saja. Berdasarkan hasil penilaian dilapangan yang dilakukan oleh 3 panelis dengan mengupas kulit batang disekitar lubang bor, kemudian digerus untuk melihat warna batang disekitar lubang bor lalu ditetapkan melalui sistem skoring. Dilakukan pada 3 blok dimana tiap blok pohon gaharu

dan tanaman sawit memiliki jarak tanam yang berbeda-beda.

Untuk mengetahui parameter perubahan tingkat warna berbeda dosis inokulan fungi *Fusarium sp.* terhadap pembentukan gaharu pada pohon karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk.). dengan melakukan 3 (tiga) ulangan menyatakan P1 (kontrol) berbeda nyata dengan P2 (dosis 0,5cc), P3 (dosis 1 cc), P4 (dosis 1,5 cc), dan P5 (dosis 2 cc). Menurut Walker et al. dalam Rahayu dkk. (2009) menyatakan bahwa perubahan warna kayu menjadi warna coklat (browning) dapat disebabkan oleh serangan patogen (cendawan) dan kerusakan fisik. Perubahan warna kayu ini mungkin

dapat mengindikasikan adanya senyawa gaharu. Hal ini didukung oleh pernyataan Novriyanti (2009), bahwa perubahan warna dari putih menjadi coklat kehitaman merupakan gejala awal terbentuknya senyawa gaharu. Hasil tingkat pengamatan dilapangan menunjukkan terjadinya perubahan warna akibat pemberian isolat yang berbeda dosis untuk 3 (tiga) bulan pengamatan (bulan Juli sampai September 2013), seperti pada Gambar 3.

Indikasi keberhasilan rekayasa pembentukan gaharu melalui inokulasi ditandai dengan terjadinya perubahan fisiologis yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab penyakit sehingga jelas ditunjukkan adanya gejala yaitu berubahnya warna batang dari putih kekuningan (pucat) menjadi coklat kehitaman dan perubahan warna atau bentuk daun yang menguning atau kerdil (Yunasfi, 2008).



Gambar 3. Tingkat Perubahan Warna Berbeda Dosis Inokulan Fungi *Fusarium sp* Pada Pohon Karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk.)

Pemberian isolat melalui inokulasi kedalam batang pohon karas mengakibatkan perubahan warna kayu disekitar lubang bor dengan variasi antar perlakuannya. Pohon karas berusaha

merespon pengaruh inokulan 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.

Fungi menyebabkan gejala lokal atau gejala sistemik pada inangnya dan gejala tersebut mungkin terjadi secara terpisah pada inang-inang yang berbeda, secara bersamaan pada inang yang sama atau yang satu mengikuti yang lain pada inang yang sama. Gejala pencoklatan pada batang pohon karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) sebagai akibat serangan fungi *Fusarium sp.*

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa gejala pencoklatan yang terbentuk bervariasi, tetapi cenderung menyebar secara vertikal (ke atas) mengikuti arah jaringan pembuluh batang tanaman yang juga dibangun atas sel-sel yang tersusun secara

vertikal dengan warna gejala yang hampir sama.

Tingkat Aroma

Hasil pengamatan perubahan tingkat aroma pembentukan gaharu pada tegakan pohon karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) aplikasi dosis inokulan fungi *Fusarium sp.* berturut-turut selama 3 (tiga) bulan pengamatan terlihat perubahan tingkat aroma dari perlakuan, P5 (perlakuan dosis 2 cc) menghasilkan rata-rata perubahan tingkat aroma terluas, dan hasil uji F (sidik ragam) perubahan tingkat aroma menunjukkan bahwa nilai Signifikansi (sig) lebih rendah dari alpha ($\leq 1\%$) yaitu 0,002. Artinya perbedaaan dosis inokulan fungi *Fusarium sp.* pada pohon karas berpengaruh sangat nyata terhadap luas infeksi fungi *Fusarium sp.*, sehingga dilakukan uji lanjut DMRT dan hasilnya seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Perubahan Tingkat Aroma (Sistem skoring) Berbeda Dosis Inokulan Fungi *Fusarium sp.* pada Pohon Karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk.)

Perlakuan	Rata-rata
P1 (Kontrol)	0,000 ^a
P2 (Dosis 0,5 cc/lubang bor)	0,267 ^b
P3 (Dosis 1 cc/lubang bor)	0,267 ^b
P4 (Dosis 1,5 cc/lubang bor)	0,400 ^{bc}
P5 (Dosis 2 cc/lubang bor)	0,467 ^c

Keterangan : angka-angka pada lajur/kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata setelah uji lanjut DNMRT pada taraf 5 %

Berdasarkan skoring semua perlakuan berpotensi merangsang munculnya aroma. Sampai akhir pengamatan semua perlakuan hanya sampai kategori kurang wangi. Aroma wangi yang terbentuk merupakan bagian dari komponen senyawa gaharu yang terbentuk.

Perubahan tingkat aroma pada gaharu yang terbentuk relatif tidak stabil. Yunasfi (2008) menyatakan bahwa ada peranan genetik dalam hal tersebut. Mengingat susunan gen karena berbagai proses dapat berubah, maka demikian pula virulensi pada suatu jenis patogen dapat berubah dari waktu ke waktu. Perubahan itu bisa terjadi karena hibridisasi, heterokariosis dan paraseksualisme. Itulah sebabnya mengapa suatu jenis patogen yang sama dan yang memiliki bentuk serta cara perkembangbiakan yang sama, tetapi apabila berada didaerah dan berbagai jenis pohon yang berbeda maka dapat berlainan infeksi.

Selain pengamatan lapangan, hasil penelitian juga dilakukan melalui uji lanjut DNMR pada taraf 5 % dengan menggunakan aplikasi SPSS. Untuk mengetahui parameter perubahan tingkat aroma berbeda dosis inokulasi

fungi *fusarium sp.* terhadap pembentukan gaharu pada pohon karas (*Aquilaria malccensis* Lamk.). dengan melakukan 3 (tiga) ulangan menyatakan P1 (kontrol) berbeda nyata dengan P2 (dosis 0,5 cc) dan P3 (dosis 1 cc), P4 (dosis 1,5 cc) berbeda tidak nyata P2 (dosis 0,5 cc) dan P3 (dosis 1 cc), namun P5 (dosis 2 cc) berbeda nyata dengan semua perlakuan tersebut dan itu memberikan perubahan tingkat aroma yang tinggi.

Menurut Rahayu dkk. (2009) 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. Produksi suatu metabolit sekunder tergantung pada diferensiasi morfologi, enzim yang berperan dalam biosintesis produk dan media produksi. Biosintesis terpenoid pada sejumlah tanaman distimulasi oleh infeksi mikroba atau pemberian elisitor yang didahului oleh aktifitas enzim-enzim yang terlibat dalam jalur asetat mevalonat seperti enzim 3-Hydroxy-3-methylglutaryl-CoA

reductase (HMGR), mevalonic acid kinase, mevalonic acid pyrophosphate decarboxylase .

Pada akhir pengamatan terjadi peningkatan aroma. Perlakuan inokulan fungi *Fusarium sp.* sebanyak 2 cc perlubang bor menghasilkan tingkat aroma dengan sistem skoring rata-rata, bahwa laju tingkat aroma yang dirasakan dengan aroma kurang wangi pada bulan ke-3 atau diakhir penelitian setelah dilakukan dengan sistem skoring melalui 3 orang panelis. Tingkat aroma yang dilakukan panelis dengan mengkeruk dengan *cutter* lalu dibakar dengan menggunakan korek api setelah itu bisa dirasakan aroma yang terdapat pada pohon gaharu yang telah terinokulasi dengan fungi *Fusarium sp.* tersebut.

KESIMPULAN

1. 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* Lamk.)
2. Aplikasi dosis fungi *Fusarium sp.* pada pohon karas (*Aquilaria*

malaccensis Lamk.), yang paling besar pengaruhnya terhadap pembentukan gaharu adalah penggunaan dosis 2 cc/lubang bor.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini L., Dono W., Erdy S.. 2006. Keanekaragaman Jenis Jamur yang Potensial Dalam Pembentukan Gaharu Dari Batang *Aquilaria* spp. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam. Vol III Nomor 5 Tahun 2006 : 555-564 Badan Litbang Kehutanan.
- Atmojo K. 2003. Budidaya Gaharu dan Masalahnya. Sudah Gaharu Super pula. Jakarta. Pustaka Sinar Harapan.
- Novriyanti E. 2009. Kajian Kimia Gaharu Hasil Inokulasi *Fusarium sp* pada *Aquilaria microcarpa*, Workshop Pengembangan Teknologi Produksi Gaharu Berbasis pada Pemberdayaan Masyarakat di sekitar Hutan. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam Bogor, 29 April 2009.
- Rahayu,G. 2009. Status Penelitian dan Pengembangan Gaharu di Indonesia, Seminar Nasional Menuju Produksi Gaharu Secara Lestari di Indonesia. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam Bogor, 12 Nopember 2009.

- Santoso E, Agustini L, Irnayuli R, Turjaman M. 2007. Efektifitas Pembentukan Gaharu dan Komposisi Senyawa Resin Gaharu pada *Aquilaria* spp. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam. Vol IV Nomor 6 Tahun 2007 : 543-551 Badan Litbang Kehutanan.
- Suharti S.2009. Prospek Pengusahaan Gaharu Melalui Pola Pengelolaan Hutan Berbasis Masyarakat (PHBM), Workshop Pengembangan Teknologi Produksi Gaharu Berbasis pada Pemberdayaan Masyarakat di sekitar Hutan. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam Bogor, 29 April 2009.
- Sumarna Y. 2009. Budidaya dan Produksi Tumbuhan Penghasil gaharu. Surili Vol. 50/2009:30-35.Jawa Barat.
- Sumarna Y. 2002. Budidaya Gaharu. Seri agribisnis. Jakarta. Penebar Swadaya
- Yunasfi.2008.Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit danpenyakit yang Disebabkan oleh Jamur. [Http://library.usu.ac.id/download/fp/hutan-Yunasfi.pdf](http://library.usu.ac.id/download/fp/hutan-Yunasfi.pdf). [diakses tanggal 10 Juni 2009].