

Pengaruh Stressing Terhadap Percepatan Pembentukan Gubal Gaharu Pada Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis*, Lamk)

Effect of Stressing to Agarwood Producing at Gaharu (*Aquilaria malaccensis*, lamk) Tree

Agus Winarsih, Fifi Puspita and M. Amrul Khoiri
Agrotechnology Department, Agriculture Faculty, University of Riau
Email : aguswinarsih21@yahoo.com

ABSTRACT

Agarwood is an aromatic substance formed as brown clumps, blackish brown in the lining of agarwood, divided into 3 classes; agar, kemedangan, ash. *Aquilaria malaccensis* has been known as an agar producing tree. Naturally, the forming of agar needs teens years. Several method has been known formed agar through wounded to *Aquilaria malaccensis*, Lamk. The reseach aimed was to test stressing at *Aquilaria malaccensis*. Lamk in forming agarwood. This research was conducted at Plot Forest Research Institute of Technology Fibers Forest at Ujungbatu, Rokan Hulu, Riau for about 5 months, started from June to October 2011. *Aquilaria malaccensis*, Lamk, was wound by given fisics stressing consist of without stressing (P_0), cordage with 1 ring (P_1), cordage with 2 rings (P_2), pruning $\frac{2}{3}$ part crown (P_3), and pruning $\frac{1}{2}$ part crown (P_4) then combined with biological stressing by inoculation of *Fusarium* sp. The stressing was designed by randomized block design Duncan's Multiple Range Test at significant level of 5% was applied to compared physics to agarwood producing. The changed of color and fragrance were analyzed by Non-Parametric Test. Kruskal Wallis at significant level of 5% was applied to evaluate significant treatments. Correlations Test was done between treatment at significant level of 1%. The result showed that *Aquilaria malaccensis*, Lamk, with fisics tressing (P_1 , P_2 , P_3 , dan P_4) showed wood colour changed after 1 month inoculation of *Fusarium* sp. Stressing cordage with 2 rings (P_2) which followed by inoculation of *Fusarium* sp at *Aquilaria malaccensis*, Lamk, resulted 26,76 g dryweight of brown agar with best fragrance at level 2 after 5 months stressing. Based on statistical analysis, there were significant between stressing and agar formed. The best stressing at *Aquilaria malaccensis*, Lamk, was cordage with 2 rings. The result of correlations test showed strong to very strong of infection area, color changing, fragrans and dryweight of agarwood

Key words: Aquilaria malaccensis, Lamk., agarwood, stressing

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Gaharu merupakan komoditi perdagangan hasil hutan bukan kayu (HHBK) berupa resin yang dihasilkan dari salah satu jenis pohon penghasil gaharu yaitu jenis *Aquilaria malaccensis* Lamk dari genus *Aquilaria*. Jika dilihat dari wujudnya, gaharu merupakan gumpalan berbentuk padat, berwarna coklat kehitaman sampai hitam dan berbau harum (jika dibakar) yang terdapat pada

bagian kayu atau akar dari jenis tumbuhan penghasil gaharu yang telah mengalami proses perubahan fisika dan kimia.

Hasil kajian CITES (2003) menyatakan bahwa Indonesia termasuk kedalam produsen gaharu terbesar di dunia dan menjadi tempat tumbuh endemik beberapa spesies pohon penghasil gaharu. Pada tahun 2009, jumlah kuota ekspor gaharu Indonesia mencapai 173.250 ton dengan realisasi ekspor 74.890 ton sehingga masih diperlukan teknik-teknik untuk mempercepat pembentukan gubal gaharu.

Gubal gaharu dapat dimanfaatkan sebagai bahan parfum dan farmakologi atau bahan obat-obatan. Selain masih banyaknya kuota yang harus dipenuhi dan banyaknya manfaat yang dimiliki gaharu mengakibatkan permintaan pasar internasional meningkat, sehingga populasi pohon penghasil gaharu juga semakin gencar dicari di alam dengan demikian mengakibatkan eksploitasi hutan alam yang tidak terkendali dan pemanenan yang tidak tepat telah mengakibatkan gaharu menjadi langka. Oleh karena itu pada tahun 1994 CITES memasukkan *A. malaccensis* ke dalam daftar *Appendix II*. Kondisi ini dapat diatasi, dengan pengembangan dan perbanyakan gaharu secara budidaya dan mencari teknik yang cepat untuk mendapatkan gubal gaharu.

Pembentukan gubal gaharu dapat terjadi secara alami dan buatan, dengan proses pembentukannya secara biologi, kimia dan fisika. Penelitian pembentukan gubal gaharu secara biologi dan kimia telah banyak dilakukan sedangkan proses pembentukan secara fisika masih kurang dilakukan untuk menambah senyawa *phytalyosin* yang dihasilkan yang berfungsi sebagai pertahanan terhadap stress pada tanaman gaharu *Aquilaria malaccensis* Lamk. 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.

Berdasarkan mekanisme pembentukan gubal gaharu tersebut, dilakukan rekayasa pembentukan gaharu *Aquilaria malaccensis* Lamk secara buatan dengan proses fisika yaitu pemberian stressing. Dengan demikian penulis mengetahui lebih lanjut mengenai cara percepatan pembentukan gubal gaharu dengan memanfaatkan stressing pohon gaharu berupa pemangkasan tajuk dan pengikatan pohon dengan kawat sehingga mempercepat pembentukan gubal gaharu. Berdasarkan uraian permasalahan di atas, penulis telah melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Stessing Terhadap Percepatan Pembentukan Gubal Gaharu Pada Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccensis*, Lamk)”**.

Tujuan Penelitian

Mendapatkan perlakuan stressing terbaik terhadap pohon penghasil gaharu *Aquilaria malaccensis* Lamk dalam percepatan pembentukan gubal gaharu.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Desa Kembang Damai, Kecamatan Pagaran Tapah Darusalam, Kabupaten Rokan Hulu (Rohul), Propinsi Riau. Penelitian dilaksanakan selama 5 bulan yaitu Juni sampai Oktober 2011.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pohon Gaharu (*Aquilaria malaccensis*. Lamk) umur 5 tahun, malam (lilin), alkohol 70%, dan jamur *Fusarium sp.* dalam media cair hasil pengembangan Laboratorium Mikrobiologi

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam (P3HKA) di Bogor. Peralatan yang digunakan adalah genset, bor listrik dan mata bor (3 mm), kapas, alat injeksi, kaliper, meteran, kapur tulis, cat minyak/phylox, sarung tangan plastik, gergaji, parang, ring/kawat, cutter, millimeter blok, kamera dan alat tulis.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan penentuan lokasi penelitian menggunakan metode purposive sampling pada Plot Ujicoba Model Agroforestry Sawit dan Gaharu milik Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 3 blok, adapun perlakuan yang diuji :

P_0 = Tanpa stressing,

P_1 = Diikat dengan 1 ikatan kawat,

P_2 = Diikat batang dengan 2 ikatan kawat,

P_3 = Pemangkasan 2/3 bagian tajuk atas,

P_4 = Pemangkasan 1/2 bagian tajuk atas.

Model Linear Rancangan Acak Kelompok Lengkap adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

dimana :

Y_{ij} = Nilai pengamatan pada perlakuan ke - i dan kelompok ke - j

μ = Nilai rata - rata.

τ_i = Efek perlakuan ke - i

β_i = Efek kelompok ke - i

ε_{ij} = Efek galat percobaan pada perlakuan ke - i dan kelompok ke - j

Parameter yang diamati adalah:

Luas infeksi (cm²)

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 block untuk mengetahui luas dengan nilai satuan centimeter persegi (cm²) (Rahayu, 2009).

Perubahan warna (skoring)

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 responden. Kulit batang di sekitar lubang bor dikupas, kemudian digerus untuk melihat warna batang di sekitar lubang bor. Pengamatan warna dilakukan pada setiap lubang bor. (Rahayu, Erdi dan Fauziah, 2009).

Tingkat wangi (skoring)

Pengamatan wangi kayu meliputi tingkat wangi dari senyawa gaharu yang dihasilkan di sekitar lubang bor. Pengamatan dilakukan setiap bulan bersamaan dengan pengamatan perubahan warna kayu. 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

responden. Skala skor wangi adalah 0 = tidak wangi, 1 = kurang wangi, 2 = wangi, 3 = wangi sekali. (Rahayu, Erdi dan Fauziah, 2009).

Berat Kering Gubal Gaharu (gram)

Perhitungan berat kering gubal gaharu dilakukan pada akhir penelitian guna mengetahui tingkat keberhasilan masing-masing perlakuan stressing. Setelah disortasi bagian gubal gaharu di oven selama 3 hari pada suhu 60⁰ C sehingga mendapatkan berat kering yang konstan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas Infeksi

Hasil pengamatan luas infeksi dari kombinasi perlakuan pengikatan stressing menunjukkan berpengaruh nyata terhadap pembentukan gubal gaharu (*lampiran 6*). Stressing terhadap luas infeksi yang telah diuji lanjut dengan DN MRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Luas Infeksi Pembentukan Gaharu (cm²).

Perlakuan	Bulan Pengamatan				
	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
P ₀ (Tanpa Stressing)	2,6017 ^a	3,7887 ^a	5,6103 ^a	7,0087 ^a	8,6373 ^a
P ₁ (Diberi kawat 1 buah)	3,1110 ^{bc}	4,3407 ^{bc}	6,5020 ^b	7,9440 ^b	9,3953 ^b
P ₂ (Diberi kawat 2 buah)	3,3447 ^c	4,6727 ^c	7,3520 ^c	8,8197 ^c	10,3403 ^c
P ₃ (Pangkas 2/3 bagian tajuk)	2,8353 ^{ab}	3,7433 ^a	5,4507 ^a	6,8653 ^a	8,4100 ^a
P ₄ (Pangkas 1/2 bagian tajuk)	3,0887 ^{bc}	3,9930 ^{al}	5,7913 ^a	7,0043 ^a	8,2250 ^a

Keterangan : Angka-angka yang tidak diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT dengan selang kepercayaan 95%.

Tabel 1 menunjukkan pada bulan pertama (Juni) dan bulan ke dua (Juli) bahwa pengamatan tanpa stressing (P₀) berbeda tidak nyata dengan stressing pemangkasan 2/3 dan 1/2 bagian tajuk (P₃ dan P₄), dan berbeda nyata dengan stressing pemberian kawat 1 dan 2 (P₁ dan P₂). Pada bulan Agustus - Oktober menunjukkan bahwa perlakuan pemberian 2 kawat (P₂) berbeda nyata dengan perlakuan tanpa stressing, perlakuan stressing dengan pemangkasan 2/3 dan 1/2 bagian tajuk (P₃ dan P₄) dan pemberian 1 kawat (P₁).

Pada akhir penelitian (Oktober) perlakuan stressing pengikatan dengan ikatan menunjukkan berbeda nyata dengan perlakuan tanpa stressing (P₀) dan perlakuan stressing dengan pemangkasan 2/3 dan 1/2 bagian tajuk (P₃ dan P₄). Dari hasil pengamatan data curah hujan di wilayah setempat pada bulan terakhir penelitian (Oktober) 419 ml dengan jumlah hari hujan 25 hari terdapat curah hujan yang tinggi maka selaras dengan bertambah luasnya infeksi diakibatkan iklim mikro yang mendukung berkembangnya jamur inokulasi pada batang tanaman gaharu dan didukung oleh perlakuan masing-masing stressing sehingga luas infeksi bulan Oktober yang terluas yaitu pada perlakuan P₂ yaitu 10,34 cm²

hal tersebut juga dikarenakan terjadinya penghambatan transportasi makanan dari akar ke batang, ranting dan daun sehingga nutrisi (unsur hara) yang diserap tidak dapat sempurna ditransportasikan ke daerah yang membutuhkan nutrisi dan bahan baku untuk pembentukan fotosintesis tidak dapat tersedia dengan demikian tanaman pada akhir penelitian mengalami akumulasi stress sehingga meningkatkan senyawa pertahanan dengan ditandai semakin meluasnya infeksi.

Luas infeksi kayu bertambah dianggap sebagai gejala awal yang timbul akibat adanya serangan agens biotik dan abiotik. Gejala ini meluas seiring dengan pertambahan waktu, sehingga invasinya terlihat lebih tinggi. Selanjutnya tanaman berusaha memberikan respon pertahanan dengan cara membentuk metabolit sekunder berupa sesquiterpenoid yang mengeluarkan aroma khas gaharu dan menimbulkan perubahan warna di sekitar luas infeksi tersebut.

Hasil penelitian Sutrisno (2011) bahwa pembentukan gaharu tanpa perlakuan stressing menunjukkan luas infeksi setelah 6 bulan inokulasi seluas 7,240 cm lebih kecil dibandingkan luas infeksi dengan perlakuan stressing selama 5 bulan yaitu 10,340 cm. Mengacu pada penelitian Sutrisno (2011) bahwa dengan perlakuan stressing lebih cepat pembentukan gubal gaharu dibandingkan perlakuan tanpa stressing dan efisiensi waktu pemanenan lebih cepat 1 bulan.

Infeksi yang diakibatkan oleh jamur *Fusarium* sp. dan stressing terjadi pada pembuluh kayu yang dapat menyebabkan menurunnya kemampuan sel dan jaringan dalam melaksanakan fungsi-fungsi fisiologisnya. Penurunan kemampuan fisiologis ini dapat mengganggu pertumbuhan bahkan menimbulkan kematian. Sebulan setelah dilaksanakan perlakuan stressing merupakan tahap awal stres dimana perkembangan infeksi menunjukan laju yang relatif sama.

Perbedaan perkembangan infeksi dijumpai pada pengamatan ke dua yaitu pada bulan kedua setelah distressing. Pada bulan kedua hingga akhir penelitian ini diperkirakan stress tanaman meningkat sehingga semakin luas pula infeksi yang dihasilkan. Atas dasar ini dapat diperkirakan bahwa semakin lama waktu infeksi maka hasil juga akan semakin baik. Jaringan batang yang berwarna kecoklatan di sekitar lubang bor menunjukkan telah terjadi akumulasi metabolit sekunder sebagai respon atas stressing, pelukaan dan infeksi jamur. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Novryanti (2009) luas infeksi disebabkan oleh pengangkutan karbohidrat hasil fotosintesis ke bagian akar melalui pembuluh floem menjadi terhambat dengan demikian tanaman akan mengeluarkan senyawa pertahanan yaitu sesquiterpenoid, yang diketahui merupakan senyawa pertahanan tanaman tipe fitoaleksin. Senyawa pertahanan ini adalah metabolit sekunder yang diproduksi tanaman dan berfungsi sebagai pertahanan terhadap pengaruh luar seperti pengaruh lingkungan dan penyakit.

Menurut Sumarna (2002) menyatakan bahwa infeksi yang disebabkan oleh fungi mengakibatkan penyumbatan pada penyaluran 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 xilem 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.

Perubahan Warna

Hasil pengamatan perubahan warna diuji dengan K-Independen sampel dan diuji lanjut dengan Kruskal-Wallis pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan warna (skoring) pembentukan gaharu setiap bualan

Perlakuan	Bulan	Rata-rata Ranking				
		Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
P ₀ (Tanpa Stressing)		2.50	2.00	2.00	2.17	2.17
P ₁ (Diberi kawat 1 buah)		5.17	9.50	8.83	10.67	10.67
P ₂ (Diberi kawat 2 buah)		12.50	11.67	12.67	13.50	14.00
P ₃ (Pangkas 2/3 bagian tajuk)		9.33	9.50	8.83	8.99	9.17
P ₄ (Pangkas 1/2 bagian tajuk)		10.50	7.33	7.67	8.17	8.00
Nilai Signifikansi		0.034*	0,080	0,052	0,018*	0,011*

Keterangan : * Angka-angka yang diikuti tanda bintang di belakang tidak berbeda nyata pada uji lanjut Kruskal-Wallis pada taraf 5%.

Pada tabel di atas menunjukkan pada awal pengamatan perlakuan stressing berpengaruh nyata terhadap pembentukan gubal gaharu hal tersebut karena tanaman gaharu mengalami awal stress akibat perlakuan. Sedangkan pada bulan ke 2 dan 3 (Juli dan Agustus) perubahan warna tidak berpengaruh nyata dikarenakan kemungkinan stress yang diberikan melalui berbagai perlakuan pada tanaman gaharu mengalami pembentukan kekebalan tubuh sehingga tanaman mampu mengatasi stress tetapi pada bulan ke 4 dan akhir penelitian terjadi akumulasi stress yang menyebabkan pembentuk senyawa metabolisme sekunder terbentuk berlanjut sehingga perubahan warna berpengaruh nyata terhadap pembentukan gubal gaharu.

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.

Pemberian 2 ikatan kawat pada batang utama memperlihatkan perubahan tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sejauh ini perubahan warna terjadi baru sampai pada tahap berwarna coklat saja yaitu pada perlakuan pengikatan dengan kawat dan pemangkasan tajuk pohon. Perubahan warna kayu terjadi pada setiap perlakuan. Intensitas warna kayu sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh perlakuan.

Pemberian 2 ikatan kawat pada batang memperlihatkan terus mengalami peningkatan perubahan warna sampai pada bulan akhir pengamatan terbukti dilihat dari skoring tertinggi diduduki oleh pemberian 2 ikatan kawat (P₂), diikuti secara berurut oleh stressing pemberian 1 kawat (P₁), pemangkasan 1/2 dan 2/3 tajuk (P₄ dan P₃) serta peringkat yang terakhir adalah perlakuan tanpa stressing

(P₀). Untuk perlakuan tanpa stressing memang terjadi perubahan warna kayu, hanya saja belum tentu perubahan warna tersebut menandakan terjadinya pembentukan gubal gaharu. Perubahan warna terjadi akibat adanya kerusakan dan atau kematian jaringan yang disebabkan adanya lubang bor inokulasi dan akumulasi metabolisme sekunder. Sehingga warna yang terbentuk menjadi salah satu syarat pengklasifikasian nilai jual. Setiap warna akan memberikan nilai jual tersendiri.

Perlakuan stressing mengakibatkan perubahan warna kayu di sekitar lubang bor dengan variasi antar perlakuannya. Pohon gaharu berusaha merespon pengaruh stressing tersebut dengan memacu metabolismenya ke arah 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. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nobuchi dan Siripatanadilok (1991) bahwa perubahan warna kayu menjadi coklat muncul setelah sel-sel kehilangan pati akibat pelukaan. Semakin hitam warna gaharu semakin tinggi kualitasnya dan biasanya gaharu kualitas ini tengelam dalam air, sehingga gaharu kualitas pertama harus memiliki warna yang paling hitam dan mengkilat. Kriteria yang ada hubungannya dengan warna ini adalah kepadatan dan kandungan resin atau pendamarannya. Gaharu yang warnanya yang lebih hitam dan mengkilat, tingkat kepadatannya dan pendamarannya lebih tinggi yang menunjukkan tingginya kadar resin yang terkandung di dalamnya. Kriteria warna dan kandungan resin dapat ditentukan secara kuantitatif sehingga penentuan kualitas sifatnya lebih objektif. Kadar minyak juga ditentukan oleh warna gaharu, semakin hitam gaharunya maka semakin tinggi pula kadar minyaknya dibandingkan dengan warna gaharu yang kurang hitam (Wiyono et al, 1999).

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

Jaringan batang yang berwarna kecokelatan disekitar lubang bor menunjukkan telah terjadi akumulasi senyawa *phytalyosin* dan *sesquiterpenoid* sebagai respon atas pelukaan atau infeksi jamur *Fusarium* sp. (Santoso, 2007). Keberhasilan rekayasa pembentukan gaharu erat kaitannya antara kinerja penyakit (fungi) dengan kondisi ekologis, edafis dan iklim mikro setempat, yang merupakan respon fisiologis tumbuhan terhadap adanya serangan mikroorganisme. Apabila tanaman diganggu oleh patogen atau keadaan lingkungan tertentu dan salah satu atau lebih fungsi tersebut terganggu sehingga terjadi penyimpangan dari keadaan normal maka tanaman menjadi sakit. Interaksi antara tanaman, patogen pembentuk gaharu dan kondisi lingkungan membentuk gubal gaharu seiring waktu. Jamur 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 *A. malaccensis* sebagai akibat serangan jamur *Fusarium* sp. dan stressing maka gejalanya termasuk ke dalam gejala lokal (awalnya hanya sekitar lubang pengeboran) yang lama kelamaan infeksiya bisa semakin luas membunuh jaringan tumbuhan. Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan *Fusarium* sp. Sangat baik dimana *Fusarium* sp. dapat berasosiasi dengan pohon penghasil gaharu dengan tambahan stressing yang mengganggu tanaman dalam hal ini adalah pohon karas (*Aquilaria malaccensis*, Lamk).

Tingkat Wangi

Hasil pengamatan tingkat wangi diuji dengan K-Independen sampel dan diuji lanjut dengan Kruskal-Wallis pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat wangi (skoring) pembentukan gaharu setiap bualan

Perlakuan	Rata-rata rangking					
	Bulan	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
P ₀ (Tanpa Stressing)		2,67	2,50	2,00	2,00	2,33
P ₁ (Diberi kawat 1 buah)		8,33	9,00	9,50	11,17	9,33
P ₂ (Diberi kawat 2 buah)		10,00	12,17	13,83	13,83	14,00
P ₃ (Pangkas 2/3 bagian tajuk)		9,17	7,33	6,00	5,33	5,00
P ₄ (Pangkas 1/2 bagian tajuk)		9,83	9,00	8,67	7,67	9,33
Nilai Signifikansi		0,180	0,106	0,016*	0,010*	0,015*

Keterangan : * Angka-angka yang diikuti tanda bintang di belakang tidak berbeda nyata pada uji lanjut Kruskal-Wallis pada taraf 5%.

Berdasarkan hasil pengamatan dan tabel di atas menunjukkan bahwa perlakuan stressing berpengaruh nyata pada parameter tingkat wangi terhadap pembentukan gaharu pada bulan ke tiga (Agustus). Sedangkan pada bulan pertama dan kedua tingkat wangi tidak berpengaruh nyata terhadap pembentukan gubal gaharu. Secara umum pemberian perlakuan mampu meningkatkan tingkat wangi pada kayu dibandingkan dengan perlakuan tanpa stressing.

Tingkat wangi antar perlakuan stressing pada bulan pertama pengamatan (Juni) skoring tertinggi pada perlakuan stressing pemberian 2 ikatan (P₂) kemudian diikuti dengan perlakuan stressing pemangkasan 1/2 dan 2/3 bagian tajuk (P₄ dan P₃) kemudian P₁ dan P₀. Perlakuan stressing pemberian 2 ikatan dari awal pengamatan hingga akhir penelitian menunjukkan skoring tertinggi dibandingkan perlakuan tanpa stressing dan perlakuan stressing yang lain . Dalam satu perlakuan, tingkat wangi pada setiap lubang bor bervariasi.

Berdasarkan skoring semua perlakuan berpotensi merangsang munculnya aroma wangi. Sampai akhir pengamatan semua perlakuan hanya sampai pada kategori wangi. Aroma wangi yang terbentuk merupakan bagian dari komponen senyawa gaharu yang terbentuk. Perubahan tingkat wangi pada gaharu yang terbentuk relatif tidak stabil hal tersebut dikarenakan bahwa ada peranan genetik.

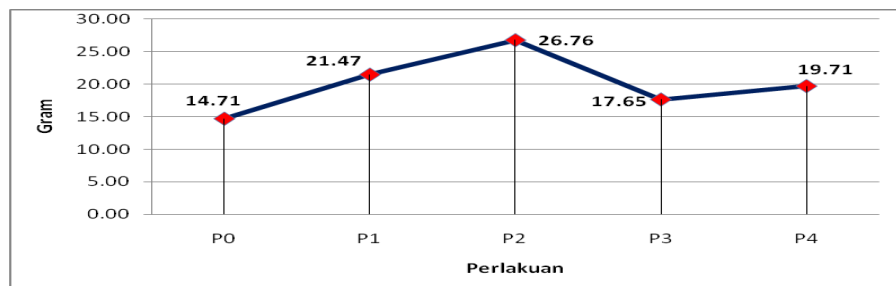
Mengingat susunan gen, karena berbagai proses dapat berubah, maka demikian pula virulensi pada suatu jenis patogen dapat berubah dari waktu ke waktu akibat stressing. Menurut Rahayu (2009) peningkatan aroma wangi tidak selalu dibarengi dengan perubahan warna kayu. Peningkatan aroma wangi diduga disebabkan 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 (Huang 2001 dalam Isnaini 2004).

Sumarna (2002) menyatakan bahwa penyakit pembentuk gaharu memiliki hubungan fisiologis antara jenis pohon dengan kondisi ekologis lingkungan sesuai sebaran tumbuh pohon, karena semua benda hayati sesuai nilai endemik dan edafis tempat tumbuhnya memiliki keamatan hubungan dengan proses biofisiologis laju perkembangan tumbuh. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu mengenai gaharu yang lebih terfokus pada jamur spesifik yang dapat merangsang terbentuknya gaharu. Sejumlah penelitian ini menyebutkan bahwa jamur penyebab terbentuknya gaharu berlainan pada setiap pohonnya.

Berat Kering Gubal Gaharu (gram)

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan terjadinya perbedaan berat kering gubal gaharu pada pemberian perlakuan stressing seperti pada gambar berikut :



Keterangan : P₀ = Tanpa stressing
P₁ = Diikat dengan 1 kawat P₃ = Pemangkasan 2/3 bagian tajuk
P₂ = Diikat dengan 2 kawat P₄ = Pemangkasan 1/2 bagian tajuk

Gambar 6. Grafik berat kering gubal gaharu 5 bulan setelah perlakuan stressing.

Gambar 6. di atas menunjukkan berat kering tertinggi adalah perlakuan stressing pemberian 2 ikatan kawat pada batang (P₂) dengan berat kering 26,76 gram, diikuti oleh P₁, P₄, P₃ dan P₀. Perhitungan berat kering dimaksudkan untuk mengetahui hasil yang diperoleh. Rendemen yang dihasilkan tidak sama untuk setiap perlakuannya, kecuali pada perlakuan pemangkasan. Masing – masing berat kering mempunyai klasifikasi dan harga yang berbeda.

Tanda adanya pembentukan gubal gaharu (infeksi *Fusarium* sp.) dicirikan dengan berubahnya warna batang dari putih kekuningan (pucat) menjadi coklat sampai dengan coklat kehitaman di sekitar lubang bor. Penetapan stressing harus diperhatikan dalam percepatan pembentukan gubal gaharu. Karena apabila perlakuan stressing yang berlebihan dapat menyebabkan kematian pada pohon gaharu tersebut. Stressing pengikatan batang utama dan pemangkasan bagian tajuk atas pohon dibuat untuk menambah stress pada pohon setelah inokulasi dengan *Fusarium* sp. guna untuk menghambat transportasi unsur hara tanaman baik dari pembuluh xylem maupun floem sehingga tanaman penghasil gaharu ikut terangsang untuk melakukan pembentukan senyawa sekunder yaitu sesquiterpenoid

Selain asal isolat yang harus sesuai (sama) dengan daerah sebaran tumbuh, menurut Suharti (1987) faktor lain yang sangat mempengaruhi keberhasilan inokulasi dan stressing 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 dan stressing juga erat hubungannya dengan kemampuan antibodi yang dibentuk pohon bila mendapat gangguan biologis penyakit. Bila *phenol* sebagai bahan 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).

Menurut Tobing (1995) dalam Wiyono B et al (1999) dari berbagai kriteria yang digunakan dalam penetapan kualitas gaharu ada beberapa parameter yang perlu diperhatikan, yaitu : warna gaharu dan kilat, kadar resin atau pendamaran, kepadatan, kadar minyak, kadar harum (tingkat wangi), ukuran, bentuk serpih dan susunan serat.

Semakin hitam warna gaharu semakin tinggi kualitasnya dan biasanya gaharu kualitas ini tengelam dalam air, sehingga gaharu kualitas pertama harus memiliki warna yang paling hitam dan mengkilat. Kriteria yang ada hubungannya dengan warna ini adalah kepadatan dan kandungan resin atau pendamarannya. Maka semakin padat kandungan resinnya semakin berat pula gaharunya. Gaharu yang warnanya yang lebih hitam dan mengkilat, tingkat kepadatannya dan pendamarannya lebih tinggi yang menunjukkan tingginya kadar resin yang terkandung di dalamnya. Kriteria warna dan kandungan resin dapat ditentukan secara kuantitatif sehingga penentuan kualitas sifatnya lebih objektif. Kadar minyak juga ditentukan oleh warna gaharu, semakin hitam gaharunya maka semakin tinggi pula kadar minyaknya dibandingkan dengan warna gaharu yang kurang hitam (Wiyono B et al, 1999).

Sumadiwangsa (2004) menyatakan bahwa penentuan kualitas saat ini sifatnya subyektif dan tidak seragam, sehingga kualitas gaharu yang dihasilkan tergantung dari orang yang menetapkannya. Dengan demikian ada kemungkinan gaharu yang seharusnya mempunyai kualitas yang sama, mempunyai kualitas

yang berlainan karena orang yang menentukan berbeda. Akibatnya harga gaharu tersebut juga berbeda. Tidak menutup kemungkinan gaharu berkualitas tinggi mempunyai harga yang murah karena tidak seragamnya cara penetapan kualitasnya. Oleh karena itu penetapan kualitas gaharu secara kuantitatif sangat diperlukan. Beberapa parameter yang dapat dijadikan acuan untuk menentukan kualitas gaharu secara kuantitatif antara lain adalah kadar resin, kadar minyak, bilangan ester atau kadar ekstraktifnya. Gaharu yang tergolong kualitas tinggi mengandung kadar resin, kadar minyak, bilangan ester atau kadar ekstraktifnya yang tinggi pula. Dengan demikian setelah tersedianya kriteria penentu gaharu secara kuantitatif maka penetapan dan kualitas gaharu dapat ditentukan secara tepat, objektif dan akurat sehingga harga dapat ditentukan sesuai kualitas.

Menurut standar mutu yang berlaku di Indonesia (*lampiran 8*), gaharu yang terbentuk termasuk kedalam kelas mutu kemedangan. Kemedangan adalah kayu yang berasal dari pohon atau bagian pohon penghasil gaharu, memiliki kandungan damar wangi dengan aroma yang lemah, ditandai oleh warnanya yang putih keabu-abuan sampai kecoklat-coklatan, berserat kasar, dan kayunya yang lunak.

Uji Korelasi Luas Infeksi, Perubahan Warna, Wangi dan Berat Kering Gubal Gaharu

Hasil uji korelasi dari pengamatan luas infeksi, perubahan warna, wangi dan berat kering gubal gaharu dari kombinasi perlakuan stressing menunjukkan adanya hubungan antarvariabel prediktif dengan teknik korelasi dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini :

Tabel 4. Korelasi parameter pada akhir penelitian (bulan Oktober)

Parameter	Correlation			
	Luas Infeksi	Perubahan Warna	Wangi	Berat Kering
Luas Infeksi				
Pearson Correlation	1	0,802	0,726	0,838
Perubahan Warna				
Pearson Correlation	0,802	1	0,979*	0,985*
Wangi				
Pearson Correlation	0,726	0,979*	1	0,977*
Berat Kering Gubal Gaharu				
Pearson Correlation	0,838	0,985*	0,977*	1

Keterangan : * Angka-angka yang diikuti tanda bintang di belakang signifikan pada uji korelasi taraf 1%.

Berdasarkan hasil pengamatan tabel di atas menunjukkan bahwa masing-masing parameter menunjukkan korelasi kuat (0,50 - 0,75) hingga korelasi sangat kuat (0,75 – 0,99). Pada nilai r parameter perubahan warna dengan wangi dan berat kering gubal gaharu 0,004 dan 0,002 < 0,01 dengan demikian korelasi antara ketiga variabel signifikan. Nilai r parameter wangi dengan perubahan warna dan berat kering gubal gaharu 0,004 dan 0,004 < 0,01 dengan demikian korelasi antara ketiga variabel signifikan. Sedangkan nilai r parameter berat kering gubal gaharu dengan perubahan warna dan wangi 0,002 dan 0,004 < 0,01 maka korelasi antara ketiga variabelnya signifikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian “**Pengaruh Stessing Terhadap Percepatan Pembentukan Gubal Gaharu Pada Tanaman Gaharu (*Aquilaria malaccencis*, Lamk)**” dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemberian stressing yang berbeda merangsang senyawa pembentukan gaharu dan perlakuan stressing terbaik adalah pemberian 2 ikatan kawat pada batang utama yang menghasilkan berat kering 26,76 gram dengan tingkat wangi level 2 pada umur 5 bulan setelah stressing dan berwarna coklat hampir coklat kehitaman.
2. Luas infeksi terluas ditunjukkan pada perlakuan stressing pemberian 2 ikatan kawat yaitu 10,3403 cm².
3. Antara masing-masing parameter menunjukkan adanya hubungan secara positif pada interval kekuatan hubungan korelasi kuat (0,50 - 0,75) hingga korelasi sangat kuat (0,75 – 0,99). Hal ini menunjukkan adanya indikasi dan korelasi antara stressing terhadap infeksi pohon penghasil gaharu.

Saran

1. Stressing terbaik yang digunakan dalam mempercepat pembentukan gubal gaharu adalah pemberian 2 ikatan kawat pada batang utama.
2. Teknik stressing yang tepat pada pembentukan gubal gaharu dengan kualitas terbaik perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut dengan rentang waktu penelitian yang lebih lama serta perlakuan stressing yang lebih variatif.
3. Analisa kandungan resin dari masing-masing perlakuan stressing harus dilakukan, hal ini akan menjadi penting untuk menentukan kualitas gaharu yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adijaya D. 2009. **Gaharu: Harta di kebun. Trubus online.** <http://www.trubus-online.co.id/mod.php?mod=publisher&up#viewarticle&cid=8&artid=290> Diakses pada tanggal 2 Februari 2011.
- Afifi. 1995. **Proses pengelolaan pohon gaharu sampai siap diperdagangkan dan tata cara pembudidayaannya, serta proses pembentukan gubal.** Lokakarya Pengusahaan Hasil Hutan Non Kayu (Rotan, Gaharu dan Tanaman Obat). Indonesia Tropical Forest Management Programme Surabaya, 31 Juli – 1 Agustus 1995.
- Agustini, Dono, Erdy. 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.

- Anonim, 2004. **Uji biologi isolat jenis penyakit pembentuk gaharu dari beberapa wilayah sentra produksi**, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam (P3HKA), Bogor.
- Anonim, 2008. **Perkembangan gaharu dan prospeknya**. **Error! Hyperlink reference not valid.** dan prospeknya-di.html. Diakses pada tanggal 2 Februari 2011.
- Anonim, 2008. **Budidaya Gaharu**. Dirjen Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Departemen Kehutanan. Yogyakarta.
- Anonim, 2009. **Luka Pembawa Aroma**. Majalah Trubus Online. http://www.trubus-online.co.id/trindo7/index.php?option=com_content&view=article&id=159:luka-pembawa-aroma&catid=81:topik&Itemid=520. Diakses pada tanggal 2 Februari 2011.
- Anonim, 2011. **Sinyal Stes Pada Tanaman**. <http://www.kelas-mikrokontrol.com/jurnal/iptek/bagian-1/sinyal-stress-pada-tanaman.html>. Diakses pada tanggal 2 Februari 2011.
- Atmojo K. 2003. **Budidaya gaharu dan masalahnya. Sudah gaharu super pula**. Jakarta. Pustaka Sinar Harapan.
- Barden, A., N. Awang Anak, T. Mulliken, and M. Song. 2000. **Heart of the Matter: Agarwood Use and Trade and CITES Implementation for *Aquilaria malaccensis***. TRAFFIC Network.
- Cowan, M. 1999. **Plant products as antimicrobial agents**. *Clinical microbiology Review*, 12 (4) : 564-582.
- Goodman, R.N., Z. Kiraly, and K.R. Wood. 1986. **The Biochemistry and Physiology of Plant Disease**. Columbia University of Missouri Press.
- Hamim, Gayuh R, Risa Rosita. **Efektivitas Metil Jasmonat secara Berulang dalam Meningkatkan Deposit Senyawa Terpenoid pada Pohon Gaharu (*Aquilaria crassna*)**. Makalah yang disajikan dalam Seminar Nasional I “Menuju Produksi Gaharu Secara Lestari di Indonesia”. IPB International Convention Center., 12 Nopember 2009. Bogor.
- Heyne K. 1987. **Tumbuhan berguna Indonesia, Jilid III**, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Dephut, Jakarta.
- Michiho I. 2005. **Induction of sesquiterpenoid production by Methyl Jasmonate in *Aquilaria sinensis* cell suspension culture**. Essential Oil Research. <http://www.findarticles.com>. Diakses pada tanggal 13 April 2011

- Mogea JP, Gandawidjaja D, Wiradinata B, Rusdy E, dan Irawati. 2001. **Tumbuhan langka Indonesia**. Balai Penelitian Botani, Herbarium Bogoriense. Bogor.
- Nobuchi T, Siripatanadilok S. 1991. **Preliminary observation of *Aquilaria crassna* wood associated with the formation of aleowood**. Bulletin of the Kyoto University Forest 63:226-235.
- Novriyanti E. 2009. **Kajian kimia gaharu hasil inokulasi *Fusarium sp* pada *Aquilaria microcarpa***, Makalah yang disajikan dalam Seminar “Pengembangan Teknologi Produksi Gaharu Berbasis pada Pemberdayaan Masyarakat di sekitar Hutan” yang diselenggarakan oleh Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam bekerjasama dengan ITTO PD 425/06 Rev. I (I) di Bogor, 29 April 2009.
- Nurrohman E, 2007. **Teknik Rekayasa Pembentukan Gaharu Dengan Pola Pengeboran Dan Asal Isolat Yang Berbeda**. Skripsi Pada Fakultas Kehutanan, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru.
- Rahayu, Erdi, Fauziah. 2009. **Efektivitas Etilen dalam Menginduksi Pembentukan Senyawa Terpenoid pada Pohon Gaharu (*Aquilaria microcarpa*)**, Makalah yang disajikan dalam Seminar Nasional I “Menuju Produksi Gaharu Secara Lestari di Indonesia”. IPB International Convention Center., 12 Nopember 2009. Bogor.
- Rahayu,G. 2009. **Status penelitian dan pengembangan gaharu di Indonesia**, Makalah yang disajikan dalam Seminar Nasional I “Menuju Produksi Gaharu Secara Lestari di Indonesia”. IPB International Convention Center., 12 Nopember 2009. Bogor.
- Santoso E, Agustini L, Irnayuli R, Turjaman M. 2007. **Efektivitas 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.
- Siregar Edy. 2009. **Potensi dan induksi pembentukan gubal gaharu (*Aquilaria malaccensis*) di Kabupaten Langkat, Sumatera Utara**, makalah yang disajikan dalam Seminar Nasional I “Menuju Produksi Gaharu Secara Lestari di Indonesia”. IPB International Convention Center., 12 Nopember 2009. Bogor.
- Suharti S. 1987. **Prospek pengusahaan gaharu melalui pola pengelolaan hutan berbasis masyarakat (PHBM)**, Makalah yang disajikan dalam Seminar “Pengembangan Teknologi Produksi Gaharu Berbasis pada Pemberdayaan Masyarakat di sekitar Hutan” yang diselenggarakan oleh Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam bekerjasama dengan ITTO PD 425/06 Rev. I (I) di Bogor, 29 April 2009.

- Sumarna, 2002. **Budidaya gaharu**, Seri agribisnis. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Sumarna Y dan Santoso E. 2003. **Budidaya dan rekayasa produksi gaharu, sosialisasi gaharu dan mikoriza**. Biro KLN dan Investasi, Setjen Dephut. Jakarta.
- Sumarna Y. 2009. **Budidaya dan produksi tumbuhan penghasil gaharu**. Surili Vol. 50/2009:30-35. Jawa Barat.
- Sumadiwangsa S., 2004. **Peningkatan produktifitas dan kualitas HHBK (Hasil Hutan Bukan Kayu)**, Makalah yang disajikan dalam Seminar Ekspose Hasil – Hasil Litbang Hasil Hutan. Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan Bogor, 14 Desember 2004.
- Susilo. 2003. **Sudah gaharu, super pula: budidaya gaharu dan masalahnya**. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Sutrisno E, 2011. **Inokulasi Jamur *Fusarium* Sp. Dalam Media Biakan Padat Dan Cair Terhadap Pembentukan Gaharu Pada Pohon Karas (*Aquilaria Malaccensis*, Lamk)**. Skripsi pada Fakultas Pertanian, Universitas Riau.
- Verpoorter, R. 2000. **Plant secondary metabolism**. In : Verpoorter, R. and Alfermann, A. W. (Editors). **Metabolic engineering of plant secondary metabolism**. Kluwer Academic Publisher. Dordrech, Bostom, London. P : 1-30.
- Wiyono B, Santosa E, Anggraeni, 1999. **Penentuan parameter persyaratan kualitas gaharu**. Info hasil hutan. 3 No. 2 (1999) pp. 29 – 36. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Yuan QS. 1995. **Aquilaria species : in vitro culture and production of eaglewood (agarwood)**. Di dalam : Bajaj YPS, editor. **Biotechnol Agric Forest** 33. Volume ke 15. New York: Springer. Hal : 36-46.
- Yuliansyah. 1997. **Teknik pemungutan gaharu pada pohon karas (*A. malaccensis*) oleh masyarakat sekitar hutan di Kabupaten Kutai**. Dipterokarpa Vol. 2 No.1/1997:29-34. Balai Penelitian Kehutanan Samarinda.
- Yunasfi. 2008. **Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit dan penyakit 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 pada tanggal 10 Maret 2011.