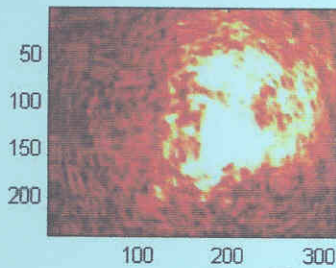


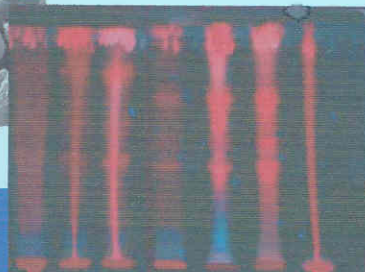
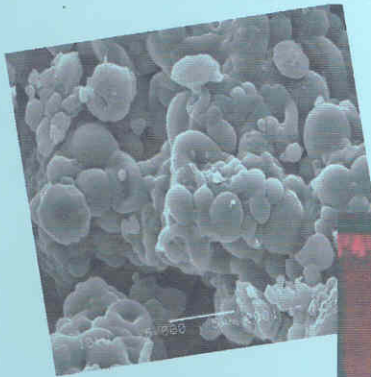
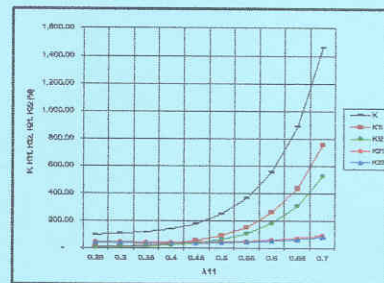
SEMINAR NASIONAL SAINS III
13 NOVEMBER 2010

*Sains Sebagai Landasan Inovasi Teknologi
dalam Pertanian dan Industri*

File video: sel 2hz 20v.avi



PROSIDING



BOGOR, DESEMBER 2010



ISBN: 978-979-95093-6-9

SEMINAR NASIONAL SAINS III

13 NOVEMBER 2010

Sains Sebagai Landasan Inovasi Teknologi dalam Pertanian dan Industri

PROSIDING

DEWAN EDITOR

ENCE DARMO JAYA SUPENA
ENDAR HASAFAH NUGRAHANI
HAMIM
HASIM
INDAHWATI
KIAGUS DAHLAN



Fakultas MIPA – Institut Pertanian Bogor
bekerja sama dengan
MIPAnet



2010

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat melaksanakan prosiding seminar nasional sains III "Sains Sebagai Landasan Inovasi Teknologi dalam Pertanian dan Industri" di Bogor pada tanggal 13 November 2010.

Acara ini diselenggarakan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Institut Pertanian Bogor (IPB).

Acara ini dihadiri oleh:

1. Kepala FMIPA, IPB

2. Kepala Jurusan Matematika, FMIPA, IPB

3. Kepala Jurusan Fisika, FMIPA, IPB

4. Kepala Jurusan Kimia, FMIPA, IPB

5. Kepala Jurusan Biologi, FMIPA, IPB

6. Kepala Jurusan Geografi, FMIPA, IPB

7. Kepala Jurusan Meteorologi, FMIPA, IPB

8. Kepala Jurusan Ilmu Tanah, FMIPA, IPB

9. Kepala Jurusan Ilmu Kelternan, FMIPA, IPB

10. Kepala Jurusan Ilmu Perikanan, FMIPA, IPB

11. Kepala Jurusan Ilmu Perikanan, FMIPA, IPB

12. Kepala Jurusan Ilmu Perikanan, FMIPA, IPB

13. Kepala Jurusan Ilmu Perikanan, FMIPA, IPB

14. Kepala Jurusan Ilmu Perikanan, FMIPA, IPB

15. Kepala Jurusan Ilmu Perikanan, FMIPA, IPB

16. Kepala Jurusan Ilmu Perikanan, FMIPA, IPB

17. Kepala Jurusan Ilmu Perikanan, FMIPA, IPB

18. Kepala Jurusan Ilmu Perikanan, FMIPA, IPB

19. Kepala Jurusan Ilmu Perikanan, FMIPA, IPB

20. Kepala Jurusan Ilmu Perikanan, FMIPA, IPB

Copyright© 2010

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Institut Pertanian Bogor (IPB)
Prosiding Seminar Nasional Sains III "**Sains Sebagai Landasan Inovasi Teknologi dalam Pertanian dan Industri**" di Bogor pada tanggal 13 November 2010

Penerbit : FMIPA-IPB, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680
Telp/Fax: 0251-8625481/8625708
<http://fmipa.ipb.ac.id>

Terbit 30 Desember 2010
ix + 427 halaman

ISBN: 978-979-95093-6-9

KATA PENGANTAR

Ketahanan pangan dan kemandirian energi merupakan isu sentral nasional dan dunia untuk mengimbangi terus bertambahnya jumlah penduduk, semakin menyempitnya lahan yang disertai tidak terlalu signifikannya peningkatan produktivitas pertanian, ditambah lagi dengan masalah global menurunnya kualitas lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan-permasalahan ini tentunya dibutuhkan inovasi-inovasi. Inovasi akan menjadi lebih bermakna dan berhasil guna bila berlandaskan kepada sains dan teknologi.

Banyak perguruan tinggi dan lembaga litbang departemen atau bahkan divisi litbang di perusahaan terus melakukan penelitian dan pengembangan yang didasarkan pada pemanfaatan dan pengembangan sains dan teknologi untuk mengembangkan dan menghasilkan inovasi-inovasi dalam upaya untuk meningkatkan produktivitas serta meningkatkan nilai tambah. Seminar Nasional Sains III (2010) yang diselenggarakan atas kerjasama FMIPA-IPB dan MIPAnet, diharapkan menjadi sarana dan upaya untuk menjalin komunikasi antar pelaku dan institusi yang terlibat untuk mengoptimalkan pemanfaatan sains sebagai landasan dalam mengembangkan dan menghasilkan inovasi-inovasi dalam upaya menjawab tantangan ketahanan pangan dan kemandirian energi. MIPAnet adalah Jaringan Kerjasama Nasional Lembaga Pendidikan Tinggi Bidang MIPA yang didirikan pada tanggal 23 Oktober 2000.

Makalah-makalah hasil penelitian dipresentasikan pada empat kelas paralel yaitu *Biological Science, Biochemistry, Chemistry*, serta *Physics & Mathematical Science*. Selain itu beberapa makalah juga ditampilkan pada sesi Poster. Makalah-makalah tersebut sebagian besar merupakan isi dari prosiding ini. Seminar dihadiri oleh peneliti dari balitbang-balitbang terkait dan dosen-dosen perguruan tinggi, mahasiswa pascasarjana serta guru-guru SMA.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada FMIPA-IPB dan MIPAnet yang telah mendukung penuh kegiatan Seminar Nasional Sains III ini. Juga kepada Panitia Seminar, para mahasiswa, dan semua pihak yang telah mensukseskan acara seminar ini. Kami juga sangat berterima kasih kepada semua pemakalah atas kerjasamanya, sehingga memungkinkan prosiding ini terbit. Semoga prosiding ini bermanfaat bagi semua pihak.

Bogor, Desember 2010

Dekan FMIPA-IPB,

Dr. drh Hasim, DEA

DAFTAR ISI

No.	Penulis	Judul	Hal
Biological Science			1
1	Turati, Miftahudin, Ida Hanarida	Penapisan Galur-galur Padi Toleran Cekaman Aluminium pada Populasi RIL F7 Hasil Persilangan antara Padi Var IR64 dan Hawara Bunar	2
2	Dedi Suryadi, Miftahudin, Ida Hanarida	Penapisan Galur-galur Padi Toleran Cekaman Besi pada Populasi RIL F7 Hasil Persilangan antara Padi Var IR64 dan Hawara Bunar	12
3	Riana Murti Handayani, Gayuh Rahayu, Jonner Situmorang	Interaksi Kultur Tunas <i>in vitro</i> <i>Aquilaria</i> spp. dengan Hifomisit (<i>Acremonium</i> spp.)	19
4	Ahmad Basri, Hamim, Nampiah Sukarno	Teknik Perkecambahan dan Respon Beberapa Aksesi Jarak Pagar terhadap Aplikasi Pupuk Hayati Selama Pemantapan Bibit	28
5	Martha Sari, Hamim	Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i> L.) sebagai Sumber Senyawa Metabolit Sekunder Antimikrob Alternatif	36
6	Jeni, Hamim, Aris Tjahjoleksono, Ida Hanarida Soemantri	Viabilitas dan Efektifitas Pupuk Hayati dari Beberapa Teknik Pengeringan dan Lama Penyimpanan	50
7	Risa Swandari Wijihastuti, Tatik Chikmawati, Miftahudin	Optimasi Lingkungan Tumbuh Mikroalga dari Kawah Ratu Sukabumi yang Berpotensi sebagai Sumber Biodiesel	61
8	Suprihatin, Muhammad Romli, Andes Ismayana	Kajian Produksi Mikroalga dengan Media Limbah Cair Rumah Pematangan Hewan	68
9	Yahmi Ira Setyaningrum, Hamim, Dorly	Respon Morfologi Buah dan Kemunculan Getah Kuning terhadap Aplikasi Kalsium secara Eksternal pada Buah Manggis (<i>Garcinia mangostana</i>)	80
10	Ari Fina Bintarti, Iman Rusmana, Dave B. Nedwell	Aktivitas Oksidasi Metan dan Akumulasi Ammonium Isolat Bakteri Metanotrof Asal Sawah	89
11	Anthoni Agustien	Produksi Protease Serin dari Sel Amobil <i>Brevibacillus agri</i> A-03 dengan Matriks Alginat	99
12	Rahmat Hidayat, Usamah Afiff, Fachriyan Hasmi Pasaribu	Pemeriksaan Serologik Brucellosis dan Mikrobiologik Susu di Peternakan Sapi Perah Kabupaten Bogor dan Sukabumi	108

No.	Penulis	Judul	Hal
13	Tania June	Perubahan Iklim: Observasi Fungsi <i>Supply</i> dan <i>Demand</i> terhadap CO ₂ pada Tanaman dan Implikasinya	118
14	Baba Barus, U. Sudadi, B. Tahjono, L.O.S. Iman	Pengembangan Geoindikator untuk Penataan Ruang	133
15	Wien Kusharyoto, Martha Sari	Ekspresi Fragmen Antibodi Fab yang Spesifik terhadap Virus Dengue DEN-2 di <i>Escherichia coli</i>	145

Biochemistry

153

1	Dyah Iswantini, Latifah K Darusman, Lany Yulinda	Daya Inhibisi Ekstrak Pegagan, Kumis kucing, Sambiloto dan Tempuyung terhadap Aktivitas ACE secara <i>In vitro</i>	154
2	Christofferus SY, Dyah Iswantini	Daya Inhibisi Ekstrak Rimpang Jahe Merah dan Kulit Kayu Manis terhadap Aktivitas Enzim Siklooksigenase-2 dan Enzim Xantin Oksidase secara <i>In vitro</i>	163
3	Anggi Susanti, Dyah Iswantini	Kinetika Inhibisi Ekstrak Tempuyung (<i>Sonchus arvensis</i> L.) terhadap Enzim Xantin Oksidase secara <i>In Vitro</i>	172
4	Dyah Iswantini, Deden Saprudin, R Aghyar Rudita	Pengaruh Ekstrak Bangle (<i>Zingiber cassumunar</i> Roxb.) terhadap Aktivitas Enzim Kolesterol Oksidase secara <i>In vitro</i>	181
5	Rini Madyastuti Purwono, Bayu Febram Prasetyo, Ietje Wientarsih	Aktivitas Diuretik Fraksi Etil Asetat Ekstrak Etanol Daun Alpukat (<i>Persea americana</i> mill.) pada Tikus Sprague-Dawley	190
6	Eti Rohaeti, Irmanida Batubara, Anastasia Lieke LDN, Latifah K Darusman	Potensi Ekstrak <i>Rhizophora sp</i> sebagai Inhibitor Tirosinase	196
7	Popi Asri Kurniatin, Laksmi Ambarsari, Juliana	Komposisi dan Aktivitas Bioflokulan dari <i>Flavobacterium sp.</i>	202

Chemistry

212

1	Muhammad Bachri Amran	Metoda Analisis Ion Besi Berbasis <i>Cyclic-Flow Injection Analysis</i> (cy-FIA) sebagai Suatu Usaha Menuju Analisis Kimia Ramah Lingkungan (<i>Green Analytical Chemistry</i>)	213
---	-----------------------	---	-----

No.	Penulis	Judul	Hal
2	Purwantiningsih Sugita, Tuti Wukirsari, Tetty Kemala, Bayu Dwi Aryanto	Perilaku Disolusi Mikrokapsul Ketoprofen-Alginat Berdasarkan Ragam Konsentrasi Surfaktan	221
3	Purwantiningsih Sugita, Yunia Anggi Setyani, Tuti Wukirsari, Bambang Srijanto	Dissolution Behavior of Ketoprofen Double Coated by Chitosan-Gum Guar with Alginat-CaCl ₂	230
4	Dwi Wahyono, Purwantiningsih Sugita, Laksmi Ambarsari	Sintesis Nanopartikel Kitosan dengan Metode Ultrasonikasi dan Sentrifugasi serta Karakterisasinya	241
5	Siti Latifah, Purwantiningsih Sugita, Bambang Srijanto	Stabilitas Mikrokapsul Ketoprofen Tersalut Kitosan-Alginat	248
6	Salih Muharam, Purwantiningsih Sugita, Armi Wulanawati	Adsorption of Au (III) onto Chitosan Glutaraldehyde Cross-linked in Cyanide Solution	260
7	Wulandari Kencana Wardani, Purwantiningsih Sugita, Bambang Srijanto	Sintesis dan Karakterisasi Glukosamina Hidroklorida Berbasis Kitosan	271
8	Setyoningsih, Akhiruddin M, Deden S	Kajian Penggunaan Asam Oleat dan Teknik Hidrotermal pada Sintesis Nanokristal Magnetit	282
9	Sugiarti, S.; Abidin, Z.; Shofwatunnisaa ; Widayastana, P.; Hedianna, N	Sintesis Nanokomposit Beberapa Material Clay/TiO ₂ dari Bahan Dasar Kaolin Indonesia	288
10	Sugiarti, S.; Abidin, Z.; Henmi, T	Zeolit/TiO ₂ Nanokomposit sebagai Fotokatalis pada Penguraian Biru Metilena	298
11	Syafii, F; Sugiarti, S; Charlena	Modifikasi Zeolit Melalui Interaksi dengan Fe(OH) ₃ untuk Meningkatkan Kapasitas Tukar Anion	307
Physics			316
1	Wiwis S., Agus Rubiyanto	Pengembangan Metode Penyetabil Sumber Cahaya Laser He-Ne dengan Menggunakan Plat $\lambda/4$	317
2	Harmadi, Gatut Yudoyono, Mitrayana, Agus Rubiyanto, Suhariningsih	Pola Spekel Akusto-Optik untuk Pendeteksian Getaran (<i>Vibrasi</i>) Akustik pada Objek yang Bergetar	322

No.	Penulis	Judul	Hal
3	Stepanus Sahala S.	Alat Peraga Fisika Menggunakan <i>Interfacing</i> Sensor Cahaya dengan Stopwatch pada Percobaan Gerak Jatuh Bebas dalam Pembelajaran Fisika	331
4	Akhiruddin Maddu, Deni Christopel Pane, Setyanto Tri Wahyudi	Pengaruh Konsentrasi Dopan HCl pada Polianilin terhadap Karakteristik Sensor Gas Amonia (NH ₃)	341
5	M.N. Indro, R. Permatasari, A. Insani	Pembuatan Nano Alloy MgNi dengan Teknik <i>Ball Milling</i>	349
6	Rani Chahyani, Zahroul Athiyah, Kiagus Dahlan	Sintesis dan Karakterisasi Membran Polisulfon Didadah Karbon Aktif untuk Filtrasi Air	354
7	Abdul Djamil Husin, M. Misbakhushshudur, Irzaman, Jajang Juansah, Sobri Effendy	Pemanfaatan dan Kajian Termal Tungku Sekam untuk Penyulingan Minyak Atsiri dari Daun Cengkeh sebagai Pengembangan Produk dan Energi Alternatif Terbarukan	364
8	S.U. Dewi, K. Dahlan, R.S. Rahayu, B.M. Bachtiar	Pengujian <i>Biphasic Calcium Phosphate</i> (BCP) dalam Sel Fibroblas	373

Mathematical Science

381

1	Tri Handhika, Murni	Kajian Stabilitas Model Tingkat Bunga Rendleman-Bartter	382
2	Agus Santoso	Randomisasi Pemilihan Butir Awal pada Algoritma <i>Computerized Adaptive Test</i> sebagai Upaya Mengurangi <i>Item Exposure</i>	391
3	Endar H. Nugrahani	Pengaruh Parameter Tingkat Produktivitas Manusia pada Model Pertumbuhan Ekonomi Regional	401
4	Mohammad Masjkur	Perbandingan Metode Peragam Papadakis Rancangan <i>Nearest Neighbour</i>	410
5	Mohammad Masjkur	Perbandingan Rancangan Spasial <i>Nearest Neighbour</i> dan Rancangan Acak Kelompok Percobaan Pemupukan Padi Sawah	419

BIOLOGICAL SCIENCE

INTERAKSI KULTUR TUNAS IN VITRO *Aquilaria* spp. DENGAN HIFOMISET (*Acremonium* spp. DAN *Fusarium* spp.) ASAL BANGKA

Riana Murti Handayani¹, Gayuh Rahayu¹, Jonner Situmorang²

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. ²SEAMEO BIOTROP, Bogor.

Abstract

Agarwood resin was formed as a response of agarwood tree (*Aquilaria* spp.) to hyphomycetes infection. Eight isolates of hyphomycetes (5 isolates *Acremonium* spp. and 3 isolates *Fusarium* spp.) from Bangka's agarwood were interacted with in dual culture of shoot *Aquilaria crassna* klon AC8, *A. malaccensis* klon PD, *A. microcarpa* klon CD in media 50% modified-Murashige-Skoog agar. Hyphomycetes response towards the presence of shoot and shoot response towards hyphomycetes, fragrance index and the presence of terpenoid substance were observed for 4 weeks interaction. The presence of shoot affected the growth of hyphomycetes. All hyphomycetes caused all clones of the shoot death at fourth week of interaction. *Acremonium* L, *Fusarium* A, B, and D induced fragrance formation. The fragrance level was in moderate level (score 1 out of 3) of those isolates, *Acremonium* L might induce fragrance formation in all clones of shoot. Sterol was detected both in interacted and control shoots of *A. malaccensis* and *A. microcarpa*.

Keywords: *Acremonium* sp, *Fusarium* sp., *Aquilaria* spp., shoot, dual culture

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aquilaria spp. merupakan pohon penghasil gubal gaharu. Gubal gaharu merupakan sejenis kayu dengan berbagai bentuk dan warna yang khas, serta memiliki kandungan kadar damar wangi. Gubal gaharu terbentuk akibat proses pelukaan dan infeksi mikroba, serta senyawa kimia (Nobuchi & Siripatanadilok 1999). Beberapa cendawan yang tergolong hifomiset dan dapat menginduksi pembentukan senyawa gaharu telah berhasil diisolasi dari pohon gaharu, antara lain *Acremonium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Diplodia*, *Scytalidium*, dan *Thielaviopsis* (Rahayu *et al.* 1999).

Senyawa gaharu mengandung komponen senyawa volatil yang wangi. Produksi wangi khas gaharu ini dapat dirangsang secara *in vitro* melalui interaksi kultur ganda (IKG) antara tunas dengan hifomiset (Rahayu *et al.* 2001). *Acremonium* dapat menginduksi pembentukan senyawa wangi khas gaharu pada tunas *A. malaccensis*

(Sepriana 2003), *A. microcarpa* (Kartika 2003), *A. crassna* dan *A. filaria* (Herawati 2004), sedangkan *Fusarium oxysporum* diketahui mampu menginduksi wangi khas gaharu pada tunas *A. microcarpa* klon Ami5 (Nurhayati 2004).

Penelitian terkait galur-galur baru yang potensial untuk menginduksi pembentukan gubal gaharu serta meningkatkan mutu gaharu perlu dilakukan. Beberapa isolat *Acremonium* sp. dan *Fusarium* sp. yang berasosiasi dengan gejala pembentukan gubal gaharu asal Bangka telah dikoleksi. Potensi isolat-isolat ini dalam menginduksi pembentukan gubal gaharu belum diketahui. Potensi isolat ini dapat dipelajari dalam proses interaksi antara isolat tersebut dengan kultur tunas *in vitro Aquilaria* spp.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sifat interaksi antara *Acremonium* sp. dan *Fusarium* sp. asal Bangka dengan tunas kultur *in vitro* beberapa klon *Aquilaria* spp.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Bahan

Sumber eksplan adalah 3 klon *Aquilaria* spp. yaitu *A. crassna* klon AC8, *A. malaccensis* klon CD, dan *A. microcarpa* klon PD dari kultur *in vitro* koleksi Laboratorium *Biotechnology and Tree Breeding*, SEAMEO BIOTROP. Hifomiset penginduksi adalah cendawan *Acremonium* sp. dan *Fusarium* sp. asal Bangka, koleksi *Institut Pertanian Bogor Culture Collection* (IPBCC) Departemen Biologi FMIPA IPB.

2.2. Metode

2.2.1. Perbanyak Tunas

Perbanyak tunas dilakukan dengan metode mikropropagasi (Situmorang 2000), selama kurang lebih 4 bulan, hingga tinggi tunas mencapai 3-5 cm.

2.2.2. Persiapan Inokulum Cendawan

Persiapan inokulum meliputi peremajaan cendawan pada agar sukrosa kentang (ASK) dan diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari.

2.2.3. Interaksi Kultur Ganda

Interaksi kultur ganda (IKG) antara tunas dengan hifomiset pada medium IKG berupa agar MSmod 50% (Kartika 2003). Masing-masing perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan hifomiset, persentase kematian tunas dan tingkat wangi gaharu yang terbentuk pada setiap cawan. Pengukuran pertumbuhan hifomiset berakhir ketika miselium telah bersentuhan (kontak) dengan tunas. Diameter

cendawan dikonversi ke dalam radius koloni cendawan menggunakan rumus :

$$\boxed{Ra = \frac{dt + dl}{4}} \text{ atau } \boxed{Ra = \frac{(dt - 2,2) + dl}{3}, \text{ jika } dt > 4 \text{ cm}} \quad (\text{modifikasi Peters } et \text{ al. 1998})$$

Pengamatan persentase kematian tunas dilanjutkan hingga kematian tanaman mencapai 100%. Penghitungan persentase kematian tunas dengan menggunakan rumus:

$$\boxed{\% \text{ KT} = \frac{\text{Jumlah daun klorosis}}{\text{Jumlah daun}} \times 100 \%}$$

Keterangan :
KT = kematian tunas

Pada akhir masa inkubasi, tingkat wangi diamati secara organoleptik. Tingkat wangi gaharu ditetapkan berdasarkan sistem skor (0= tidak wangi, 1=agak wangi, 2=wangi dan 3=sangat wangi) dan dinyatakan dalam rata-rata nilai skor dari 3 responden.

2.2.4. Ekstraksi dan Analisis Senyawa Terpenoid

Setelah masa pengamatan tingkat wangi berakhir, tunas-tunas yang mengeluarkan aroma dari masing-masing perlakuan ditimbang untuk mengetahui bobot minimal biomassa tunas yang dapat diekstraksi. Tunas hasil interaksi diekstrak untuk mengetahui kandungan senyawa terpenoid dengan menggunakan Uji Lieberman-Burchard. Perubahan warna ekstrak menjadi merah coklat menunjukkan triterpenoid sedangkan biru kehijauan mengindikasikan adanya kandungan sterol (Harborne 1987).

Senyawa terpenoid pada hasil uji Lieberman-Burchard dianalisis secara kuantitatif dengan menggunakan spektrofotometer. Konsentrasi terpenoid ini ditetapkan berdasarkan konversi nilai absorbansi ekstrak tunas pada kurva standar terpenoid. Konsentrasi terpenoid pada kurva standar dibuat dengan menggunakan terpenoid minyak gaharu.

2.2.5. Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor yaitu hifomiset (8 taraf) dan tunas (3 taraf). Masing-masing perlakuan terdiri atas 3 ulangan. Data dianalisis dengan menggunakan program SAS 9.1. Nilai yang berbeda nyata diuji lanjut dengan Uji *Duncan's Multiple Range*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pertumbuhan Hifomiset

Pertumbuhan hifomiset *Acremonium* sp. lebih cepat daripada *Fusarium* sp.. Radius koloni *Acremonium* sp. berkisar antara 1,87 – 4,77 cm, sedangkan radius koloni *Fusarium* sp. mencapai 1.88 - 2,27 cm dalam dua minggu inkubasi. Satu isolat yaitu *Acremonium* G

tergolong sebagai hifomiset yang cepat tumbuh, sedangkan *Acremonium* L serta *Fusarium* B dan D adalah isolat yang relatif paling lambat tumbuh (Tabel 1). Pertumbuhan *Acremonium* G dua kali lebih cepat dan sangat berbeda dari isolat lainnya.

Tabel 1 Pertumbuhan hifomiset

Interaksi		Radius koloni pada hari ke-		
		7	14	
Tanpa tunas	<i>Acremonium</i>	F	1,03f	2,30e
		G	2,87b	4,77b
		I	0,93gh	2,33c
		L	0,98fg	1,87gh
	<i>Fusarium</i>	N	1,55c	2,60d
		A	1,15d	2,27e
		B	1,00f	1,88gh
		D	1,10e	1,98fg
Tunas	<i>Acremonium</i>	F	1,13e	2,58d
		G	3,02a	4,94a
		I	1,02f	2,39e
		L	1,03f	1,96g
	<i>Fusarium</i>	N	1,51c	3,05c
		A	1,15e	2,36e
		B	0,89h	1,80h
		D	1,22d	2,11f

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf 5 %.

Tabel 2. Pengaruh klon pada pertumbuhan *Acremonium* dan *Fusarium*

Klon planlet	Radius koloni pada interaksi 14 hari interaksi	
	<i>Acremonium</i>	<i>Fusarium</i>
AC8	3.01b	2.11e
CD	2.92c	2.06f
PD	3.03a	2.11e
kontrol	2.77d	2.04g

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf 5 %.

Secara umum, keberadaan tunas hanya merangsang pertumbuhan *Acremonium* (F, G, I dan N) secara nyata, sedangkan pertumbuhan *Acremonium* L dan semua *Fusarium* tidak dipengaruhi oleh keberadaan tunas. Semua klon tunas merangsang pertumbuhan *Acremonium* dan *Fusarium* secara nyata (Tabel 2). *A. microcarpa* PD merangsang pertumbuhan koloni kedua hifomiset tersebut lebih tinggi daripada klon lainnya.

Pertumbuhan beberapa isolat *Acremonium* secara nyata dirangsang oleh keberadaan tunas. Peters *et al.* (1998) menyatakan bahwa kalus *Teurium scorodonia* akan menekan pertumbuhan cendawan endofit, *Coniothyrium palmarum*, karena *T. scorodonia* bukan inang dari *C. palmarum*. Pertumbuhan cendawan diduga dipengaruhi oleh adanya metabolit yang diproduksi oleh tunas. Adanya kalus dan cairan yang dikeluarkan kalus-kalus *A. malaccensis*, *A. filaria*, *A. crassna* dapat menghambat aktivitas pertumbuhan koloni *Thielaviopsis paradoxa*. Perbedaan klon juga berpengaruh terhadap kecepatan pertumbuhan hifomiset dalam interaksi (Rostika 1998). Sepriana (2003) menyatakan bahwa perbedaan klon tunas *A. malaccensis* mempengaruhi pertumbuhan *Acremonium*. Kecepatan pertumbuhan isolat *Atkinsonella* dipengaruhi oleh tipe kalus yang berbeda (Lu & Clay 1994).

3.2. Kematian Tunas

Kematian tunas *Aquilaria* spp. merupakan akibat infeksi hifomiset. Infeksi ini menyebabkan perubahan warna daun, daun gugur, dan akhirnya planlet mati. Kartika (2003) mengungkapkan bahwa interaksi tunas gaharu dengan *Acremonium* menyebabkan terjadinya perubahan warna jaringan tanaman dari hijau menjadi kuning kecokelatan atau coklat, dan akhirnya menyebabkan kematian tunas. Tunas mati beberapa hari setelah kontak dengan hifomiset. Kecepatan tunas mati bergantung pada cendawannya (Tabel 3). Hartana (2004) menyatakan bahwa kematian tunas disebabkan oleh cendawan, dan dipengaruhi oleh jumlah komponen cendawan dalam interaksi. Kematian tunas tertinggi dialami oleh tunas *A. crassna* klon AC8 yang diinteraksikan dengan *Acremonium* F dan I, *A. malaccensis* klon CD dengan *Acremonium* N, *Fusarium* A dan D, serta *A. microcarpa* klon PD yang diinteraksikan dengan *Acremonium* G, dan I, dan *Fusarium* A.

Tabel 3 Kematian tunas interaksi kultur ganda dengan berbagai isolat pada minggu ke-3 interaksi

Klon tunas	Kematian tunas (%) pada interaksi tunas dengan								Kontrol
	<i>Acremonium</i>				<i>Fusarium</i>				
	F	G	I	L	N	A	B	D	
AC8	100,00a	81,30e	100,00a	40,70k	52,00i	96,30b	37,00l	51,70j	0,00p
CD	89,00d	96,30b	96,30b	63,00h	100,00a	100,00a	14,70o	100,00a	0,00p
PD	92,70c	100,00a	100,00a	33,30m	77,70g	100,00a	33,00n	78,00f	0,00p

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf 5 %.

3.3. Tingkat Wangi

Pembentukan wangi dipengaruhi oleh cendawan dan tidak dipengaruhi oleh klon tunas. Aroma khas gaharu merupakan wangi yang dihasilkan dari senyawa metabolit sekunder yang terakumulasi dalam tubuh tumbuhan sebagai respon tunas *Aquilaria* spp. terhadap infeksi cendawan. *Acremonium* L, dan semua *Fusarium* mampu merangsang pembentukan wangi khas gaharu pada kategori agak wangi. *Acremonium* L mampu menginduksi wangi pada semua klon. *Acremonium* L mampu menginduksi wangi pada semua klon dengan skor wangi berkisar antara 1,22-1,33. Kemampuan *Fusarium* dalam menginduksi wangi bervariasi berdasarkan klon tunas pasangannya. *Fusarium* A mampu menginduksi wangi pada klon CD dan PD. *Fusarium* B dan D hanya mampu menginduksi wangi pada satu klon, yaitu yang diinteraksikan berturut-turut dengan klon PD dan CD. Pada penelitian sebelumnya, *Acremonium* F dan M dilaporkan mampu menginduksi wangi pada beberapa klon *Aquilaria* spp. (Sepriana 2003; Kartika 2003; Herawati 2004). Beberapa spesies *Fusarium* juga dilaporkan dapat menginduksi wangi (Agustini *et al.* 2006).

Tabel 4. Tingkat wangi gaharu pada interaksi hifomiset dengan tunas *Aquilaria* spp. pada minggu ke-4.

Klon planlet	Tingkat wangi (skor) pada interaksi kultur ganda tunas dengan							
	<i>Acremonium</i>					<i>Fusarium</i>		
	F	G	I	L	N	A	B	D
AC8	0,78g	0,11n	0,11n	1,22c	0,67h	0,67h	0,11n	0,00o
CD	0,78g	0,00o	0,56i	1,22c	0,44k	1,22c	0,22m	1,33b
PD	0,33l	0,00o	0,78f	1,33b	0,89e	1,11d	1,56a	0,55j
Kontrol	0,00o	0,00o	0,00o	0,00o	0,00o	0,00o	0,00o	0,00o

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf 5 %.

3.4. Analisis Terpenoid

Uji Lieberman-Burchard dilakukan untuk menganalisis kandungan triterpenoid pada tunas yang telah diberi perlakuan. Hasil uji Liebermann-Burchard menunjukkan bahwa ekstrak berwarna hijau, mengindikasikan adanya sterol, dengan konsentrasi bervariasi antara 6,09-48,25 ppm (Tabel 5).

Pada kontrol, hasil ekstraksi tunas *A. crassna* dalam uji Liebermann-Burchard berbeda dari hasil ekstraksi tunas *A. malaccensis* dan *A. microcarpa*. Ekstrak tunas *A. crassna* agak bening (absorbansi = 0,129), sedangkan ekstrak tunas *A. malaccensis* dan *A. microcarpa* berwarna hijau berturut-turut nilai absorbansinya 0,383 dan 0,444 (Tabel 5). Hal ini menunjukkan sterol merupakan komponen non-induksi dari tunas *A. malaccensis* dan *A. microcarpa*, serta menjadi komponen induksi pada tunas *A. crassna*, karena kandungan sterol pada tunas *A. crassna* meningkat ketika diinteraksikan dengan

Acremonium atau *Fusarium*. Hal ini berbeda dengan *A. malaccensis* dan *A. microcarpa* ketika diinteraksikan dengan *Acremonium* atau *Fusarium*, pada kedua tunas ini, konsentrasi sterol kebanyakan kurang dari kontrol. Tunas *A. malaccensis* yang diinteraksikan dengan *Fusarium* B, dan tunas *A. microcarpa* yang diinteraksikan dengan *Acremonium* L meningkat kadar sterolnya. Data penelitian ini, menunjukkan bahwa ekstraksi tunas menggunakan pelarut etanol menghasilkan ekstrak dengan kandungan sterol pada tunas *A. malaccensis* dan *A. microcarpa*, sedangkan ekstraksi tunas *A. crassna* tidak mengandung sterol. Grunwald (1970) dan Subekti (2007) juga mengekstraksi sterol berturut-turut dari daun tembakau (*Nicotiana tabacum*) dan katuk (*Sauropus androgynus* L. Merr), sehingga sterol diduga dapat merupakan komponen non-induksi dari tunas *Aquilaria* spp. Namun, sterol hanya merupakan komponen non-induksi dari tunas *A. malaccensis* dan *A. microcarpa*. Pada tunas *A. crassna* sterol merupakan komponen hasil induksi. Sterol memiliki peran penting dalam mempertahankan integritas struktural dari struktur membran pada organisme dan berperan terhadap permeabilitas membran yaitu membantu dalam regulasi berbagai ion (Mann 1987). Putri *et al.* (2008) menyatakan bahwa pada *A. crassna* sehat terdapat deposit pati yang akan diubah menjadi lipid atau terpenoid ketika *A. crassna* diinduksi oleh *Acremonium*. Sterol merupakan lipid yang terikat dengan terpenoid (Harborne 1987). Hifomiset penginduksi wangi (*Acremonium* L, *Fusarium* A, B, dan D), merangsang pembentukan sterol pada *A. crassna*. Namun, hanya *Fusarium* B yang merangsang pembentukan sterol pada tunas *A. malaccensis* dan hanya *Acremonium* L yang merangsang sterol pada tunas *A. microcarpa*. Yunita (2009) menunjukkan bahwa senyawa sterol terdeteksi pada perlakuan tunggal *Acremonium* sp. atau metil jasmonat dan perlakuan kombinasinya terhadap *A. microcarpa* dalam uji Liebermann-Burchard. Pada penelitian Yunita (2009) ini, perlakuan-perlakuan yang merangsang pembentukan sterol juga merangsang pembentukan wangi pada kategori agak wangi.

Tabel 5 Kandungan sterol sampel berdasarkan nilai absorbansi pada spektrofotometer

Sampel	Absorbansi (A)	Konsentrasi (ppm)	Sampel	Absorbansi (A)	Konsentrasi (ppm)
AC8*AF	0,193	16,09	CD*AN	0,375	31,25
AC8*AG	0,275	22,92	CD*FA	0,330	27,50
AC8*AI	0,319	26,59	CD*FB	0,396	33,00
AC8*AL	0,231	19,25	CD*FD	0,221	18,42
AC8*AN	0,518	43,17	PD*AF	0,073	6,09
AC8*FA	0,162	13,50	PD*AG	0,269	22,42
AC8*FB	0,435	36,25	PD*AI	0,301	25,09
AC8*FD	0,455	37,92	PD*AL	0,579	48,25
CD*AF	0,133	11,09	PD*AN	0,316	26,34
CD*AG	0,156	13,00	PD*FA	0,409	34,09
CD*AI	0,269	22,42	PD*FB	0,182	15,17
CD*AL	0,156	13,00	PD*FD	0,286	23,84

4. KESIMPULAN

Keberadaan tunas dapat mempengaruhi pertumbuhan cendawan. Semua cendawan asal gaharu menyebabkan kematian tunas semua klon pada minggu ke-4 interaksi. Beberapa isolat cendawan diantaranya *Acremonium* L, *Fusarium* A, B, dan D menyebabkan pembentukan wangi pada tunas. Wangi yang terbentuk pada tingkat agak wangi (skor 1 dari 3). *Acremonium* L merupakan cendawan yang memiliki spektrum induksi wangi pada semua klon tunas. Kandungan sterol terdeteksi pada semua interaksi dan pada kontrol tunas *A. malaccensis* dan *A. microcarpa*.

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* 5 Vol. III : 555-564.
- Grunwald C. 1970. Sterol distribution in intracellular organelles isolated from tobacco leaves. *Plant Physiol* 45: 663-666.
- Harborne JB. 1987. *Metode Fitokimia*. Kosasih P dan Iwang S, penerjemah; Niksolihin S, editor. Bandung : Institut Teknologi Bandung Press. Terjemahan dari: *Phytochemical Methods*.
- Hartana DS. 2004. Interaksi tunas gaharu (*Aquilaria* spp.) dengan cendawan dalam inokulum campuran [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Herawati Y. 2004. Interaksi kultur ganda antara hifomiset dan tunas *Aquilaria* spp. [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Kartika T. 2003. Interaksi kultur ganda antara *Aquilaria microcarpa* dan *Acremonium* sp. pada berbagai konsentrasi media [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Lu M, Clay K. 1994. Differential growth of *Atkinsonella* species on host grass calli. *Mycologia* 86: 667-673.
- Mann J. 1987. *Secondary Metabolism*. New York: Oxford University Press.
- Nobuchi T, Siripatanadilok S. 1991. Preliminary observation of *Aquilaria crassna* wood associated with the formation of aloeswood. *Bull the Kyoto University Forest* 63:226-235.
- Nurhayati N. 2004. Kesesuaian beberapa hifomiset dengan *Aquilaria microcarpa* klon Ami5 dan Ami6 [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Peters S, Draeger S, Aust HJ, Schulz B. 1998. Interaction in dual cultures of endophytic fungi with host and nonhost plant calli. *Mycologia* 90: 360-367.
- Putri AL, G Rahayu, Juliarni. 2008. Induksi pembentukan senyawa terpenoid pada pohon gaharu (*Aquilaria crassna*) dengan *Acremonium* sp. dan metil jasmonat. *Enviagro 2* : 23-28.

- Rahayu G, Isnaini Y, Umbah MIJ. 1999. Potensi beberapa hifomiset dalam induksi gejala pembentukan gubal gaharu. Di dalam Peran Fitopatologi Tropika dalam Pembangunan Pertanian dan Kehutanan yang Berkelanjutan. Prosiding Kongres Nasional XV dan Seminar Ilmiah PFI; Purwokerto, 16-18 September 1999. Purwokerto : Universitas Jenderal Soedirman. Hlm 579-581.
- Rahayu G, Khayrunnissa S, dan A Nuryadi. 2001. Kultur ganda eksplan *Aquilaria* dan *Gyrinops* dengan beberapa isolat hifomiset asal pohon gaharu : sifat interaksi dan pembentukan senyawa gaharu. Seminar Regional V Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Yogyakarta.
- Rostika R. 1998. Interaksi *Thielaviopsis paradoxa* dengan kalus *Aquilaria* spp. [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Sepriana A. 2003. Interaksi tunas *Aquilaria malaccensis* dengan *Acremonium* sp. pada berbagai konsentrasi media secara *in vitro* [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Situmorang J. 2000. Mikropropagasi kayu gaharu (*Aquilaria* spp.) asal Riau serta identifikasi sifat genetiknya berdasarkan analisa isoenzim [Thesis]. Bogor : Institut Pertanian Bogor, Program Pascasarjana.
- Subekti S. 2007. Komponen sterol dalam ekstrak daun katuk (*Sauropus androgynus* L. Merr) [Disertasi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor, Program Pascasarjana.
- Yunita L. 2009. Efektivitas *Acremonium* sp. dan metil jasmonat dalam peningkatan mutu gaharu asal *Aquilaria microcarpa* [skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.