

## Keefektifan Oligochitosan dalam Menekan Pertumbuhan Jamur Patogen *Rigidoporus lignosus* [(Klotzsch) Imazeki] Penyebab Penyakit Jamur Akar Putih pada Tanaman Cengkeh secara *in Vitro*

Fitri Widianitini<sup>1\*</sup>, Andang Purnama<sup>1</sup>, Endah Yulia<sup>1</sup> dan Dwindry Formanda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran  
Jatinangor-Sumedang 45363

<sup>2</sup>Alumni Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran  
Jatinangor-Sumedang 45363

\*Alamat korespondensi: fitri.widianitini@unpad.ac.id

### ABSTRACT

#### The effectiveness of Oligochitosan in Suppressing the Growth of Fungal Pathogen *Rigidoporus lignosus* [(Klotzsch) Imazeki] the Causal Agent of White Root Rot Disease of Cloves in Vitro

White root rot disease caused by fungi *Rigidoporus lignosus* (Klotzch) Imazeki is an important disease of cloves that can cause the death of clove plants. Negative effect on the use of intensive fungicides leads to the search of an alternative method which is more environmentally friendly. Oligochitosan is a natural compound that has antifungal activity and can be used as natural pesticide. This study aimed to determine the concentration of oligochitosan that was able to effectively inhibit *R. lignosus* mycelial growth and to determine the effect of oligochitosan to *R. lignosus* mycelial growth. The study used a Completely Randomized Design with 5 oligochitosan concentration treatments (2 g/l, 4 g/l, 6 g/l, 8 g/l and 10 g/l) and control (no treatment). Oligochitosan was diluted with water and mixed with PDA to meet the required concentration. Same concentration was also used to dip wooden toothpick for 1 min and incubated on PDA containing *R. lignosus*. The result showed that 6 g/l oligochitosan concentration was able to inhibit the mycelial growth of *R. lignosus* up to 71.6%. Highets inhibition of 100% was demonstrated by oligochitosan at concentration of 8 g/l and 10 g/l. The thinning of mycelial growth on the toothpick and microscopic observation demonstrated that the mycelial of *R. lignosus* were became lysis.

Keywords: Antifungal, Food poisonous, Mycelial growth, Lysis

### Abstrak

Penyakit Jamur Akar Putih (JAP) yang disebabkan oleh jamur *Rigidoporus lignosus* (Klotzch) Imazeki merupakan penyakit penting yang menyerang tanaman cengkeh dan bahkan dapat mengakibatkan kematian tanaman. Pengaruh negatif dari penggunaan fungisida mendorong dilakukan pencarian alternatif pengendalian baru yang lebih ramah lingkungan. Oligochitosan merupakan senyawa alami yang mempunyai aktivitas anti jamur dan dapat digunakan sebagai pestisida nabati. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi oligochitosan yang dapat secara efektif menghambat pertumbuhan jamur *R. lignosus* dan mengetahui pengaruh oligochitosan terhadap miselia jamur *R. lignosus*. Percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan terdiri dari 5 konsentrasi oligochitosan (2 g/l, 4 g/l, 6 g/l, 8 g/l dan 10 g/l) dan kontrol (tanpa oligochitosan). Oligochitosan dilarutkan dalam air dan dicampur dengan PDA sehingga diperoleh konsentrasi yang diuji. Konsentrasi yang sama juga digunakan untuk merendam tusuk gigi selama 1 menit dan diinkubasikan dalam cawan petri yang sebelumnya sudah ditumbuhi oleh *R. lignosus*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa oligochitosan pada konsentrasi 6 g/l menghambat pertumbuhan jamur *R. lignosus* sebesar 71,6%. Sementara

penghambatan tertinggi sebesar 100% diperoleh pada perlakuan oligochitosan dengan konsentrasi 8 g/l dan 10 g/l. Penipisan koloni jamur *R. lignosus* pada tusuk gigi dan pengamatan di bawah mikroskop menunjukkan bahwa oligochitosan menyebabkan lisis pada miselia jamur *R. lignosus*.

Kata kunci: Anti jamur, Umpam beracun, Pertumbuhan koloni, Lisis

---

## PENDAHULUAN

Tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L) Merr & Perry) merupakan komoditas perkebunan dengan nilai ekonomi yang tinggi. Menurut Nurdjannah (2004) tanaman cengkeh di Indonesia diusahakan dalam bentuk perkebunan rakyat sebesar 95% dan sisanya diusahakan oleh swasta dan negara. Semula, cengkeh hanya dimanfaatkan bagian bunganya sebagai bahan campuran untuk pembuatan rokok, namun seiring berkembangnya penelitian mengenai cengkeh saat ini tangkai bunga dan daun cengkeh digunakan pula untuk industri farmasi dan kosmetik.

Menurut Badan Litbang Pertanian (2007), produksi cengkeh di Indonesia mengalami penurunan sejak tahun 1996. Penurunan ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya ialah adanya gangguan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). OPT penting yang menyerang tanaman cengkeh ialah jamur *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imazeki penyebab penyakit Jamur Akar Putih (JAP). JAP ditemukan di seluruh pertanaman di dunia, seperti India, Indonesia, Malaysia, Sri Lanka, Thailand, Afrika. Di beberapa negara, JAP menyebabkan kehilangan hasil yang besar dibandingkan dengan OPT lainnya (Kaewchai & Soytong, 2010).

Tanaman yang terserang jamur *R. lignosus* menunjukkan gejala berupa daun menjadi kusam, kurang mengkilat, dan melengkung ke bawah sementara daun yang sehat berbentuk seperti perahu. Daun tanaman cengkeh menjadi rontok dan disertai dengan matinya ranting pada pohon dewasa sehingga memiliki mahkota dengan jumlah yang lebih sedikit. Serangan jamur ini juga ditunjukkan dengan akar yang busuk hingga tanaman cengkeh menjadi mudah rebah (Semangun, 2000). Yuniarti & Zahro'in (2014) melaporkan bahwa jamur *R. lignosus* menyerang pertanaman cengkeh di Jawa Timur sebanyak 14% dari luas total pertanaman cengkeh pada Triwulan I tahun 2014.

Pengendalian terhadap jamur *R. lignosus* yang biasa digunakan ialah dengan pemberian fungisida sintetis. Penggunaan fungisida sintetis ini oleh petani dirasakan lebih cepat mengendalikan

patogen, namun dampak negatifnya tidak bisa dihindari. Pemberian fungisida sintetis secara terus menerus akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan, adanya resiko mutagenik, teratogenik, dan karsinogenik terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya, serta dapat menyebabkan OPT menjadi resisten terhadap fungisida tersebut.

Oligochitosan merupakan salah satu alternatif pengendalian patogen penyakit yang lebih aman dan ramah lingkungan. Penggunaan oligochitosan tidak berbahaya bagi lingkungan karena oligochitosan mudah terurai, tidak bersifat racun, dan kompatibel (Xu *et al.*, 2007). oligochitosan ini berasal dari hasil degradasi atau hidrolisis chitosan, sedangkan chitosan ini merupakan hasil hidrolisis dari kitin yang banyak terdapat pada kulit udang dan kepiting (Ramadhan dkk., 2010).

Oligochitosan mudah larut dalam air, tidak seperti chitosan yang tidak dapat larut dalam larutan dengan pH netral sehingga lebih mudah penggunaannya untuk diaplikasikan di lapangan. oligochitosan juga lebih efektif dalam mengendalikan patogen dibandingkan dengan chitosan serta dapat meningkatkan respon pertahanan tanaman berupa meningkatkan aktivitas *phenylalanine ammonialyase* (PAL) dan *peroxidase* (POD), pembentukan pisatin dan deposisi lignin (seperti yang disarikan oleh Xu *et al.*, 2007).

Beberapa penelitian melaporkan keefektifan oligochitosan dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen. Oligochitosan pada konsentrasi 2 g/l dapat menghambat pertumbuhan miselia jamur *Fusarium oxysporum* dan *Pyricularia oryzae* sebesar 50% 2 g/l (Xu *et al.*, 2007). Oligochitosan juga dapat menghambat 100% pertumbuhan miselia jamur *Physalospora piricola*, patogen pasca panen pada buah pear, dengan konsentrasi 5 g/l (Meng *et al.*, 2010). Chitosan dapat digunakan untuk mengendalikan jamur *Helminthosporium oryzae*, *Curvularia lunata*, dan *Fusarium moniliformae* penyebab penyakit gabah kotor pada pertanaman padi dengan konsentrasi 0,08 g/l (Boonreung & Boonlertnirun, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi oligchiotsan yang efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur *R. lignosus*

secara *in vitro* serta mengetahui pegaruhnya terhadap jamur *R. lignosus*.

## BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Percobaan dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan berbagai taraf konsentrasi oligochitosan (Dalian Glycobia Co., Ltd., China) yaitu 0, 2 g/l, 4 g/l, 6g/l, 8 g/l dan 10 g/l. Data hasil penelitian diolah secara statistik dengan menggunakan program SPSS Versi 17. Analisis data dilakukan dengan menggunakan ANOVA dan Uji Lanjut Duncan pada taraf nyata 5% (Gasperz, 2006). Jamur *R. lignosus* yang digunakan diperoleh dari Balai Penelitian Proteksi Tanaman Perkebunan, Propinsi Kalimantan Barat.

### Uji Daya Hambat Pertumbuhan Jamur *R. lignosus*

Berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan untuk menentukan konsentrasi yang dapat menghambat pertumbuhan koloni *R. lignosus* sebesar 10-90%, diperoleh konsentrasi 2 g/l, 4 g/l, 6 g/l, 8 g/l dn 10 g/l untuk pengujian selanjutnya. Pengujian daya hambat dilakukan dengan cara *food poisoning* pada media PDA. Oligochitosan dilarutkan dalam akuades dan dicampurkan dengan PDA untuk mendapatkan konsentrasi akhir 2 g/l, 4 g/l, 6 g/l, 8 g/l dn 10 g/l. Campuran tersebut kemudian dituangkan dalam cawan petri. Biakan jamur *R. lignosus* yang berumur 14 hari dipotong menggunakan *cork borer* dengan diameter 0,5 cm. Potongan jamur kemudian diletakkan pada media PDA yang telah diberi larutan oligochitosan sesuai dengan konsentrasi yang digunakan. Jamur *R. lignosus* ditumbuhkan pada media PDA tanpa pemberian larutan oligochitosan sebagai kontrol. Pengamatan dilakukan dengan mengukur diameter koloni jamur *R. lignosus* dan membandingkan dengan diameter koloni jamur *R. lignosus* pada kontrol. Pengaruh penambahan oligochitosan terhadap miselium jamur *R. lignosus* diamati di bawah mikroskop. Tingkat Hambat Relatif (THR) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$THR = \left( \frac{dk - dp}{dk} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

THR = Tingkat Hambatan Relatif (%)  
dk = diameter koloni jamur pada kontrol  
dp = diameter koloni jamur pada perlakuan

### Uji Kolonisasi Jamur *R. lignosus* dengan Metode Tusuk Gigi

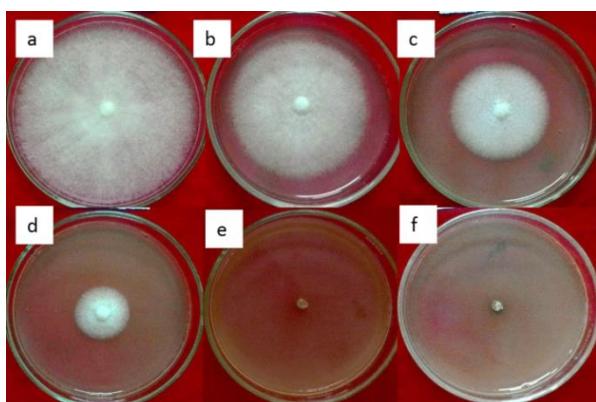
Metode inokulasi dengan menggunakan tusuk gigi ini dilakukan untuk melihat respon jamur *R. lignosus* terhadap perlakuan penambahan oligochitosan. Pada percobaan ini, metode *toothpick* dilakukan secara *in vitro*. Tahapan pengerajan uji yang dilakukan ialah memperbanyak jamur *R. lignosus* dalam cawan petri sesuai jumlah perlakuan dan ulangan. Perbanyak dilakukan dengan menggunakan media PDA dan menginkubasikan jamur hingga memenuhi setengah cawan petri atau selama 7 hari. Tusuk gigi yang akan digunakan dibilas terlebih dahulu dengan menggunakan *aquadest*, kemudian ditiriskan dan disimpan dalam cawan petri. Cawan petri yang berisi tusuk gigi disterilisasi dengan autoclave. Tahapan ini diulang sebanyak lima kali (Aljuboory & Juber, 2013)

Setelah diinkubasikan selama 7 hari, pada cawan petri yang berisikan jamur ditambahkan tusuk gigi yang sebelumnya telah direndam dengan larutan oligochitosan sesuai konsentrasi perlakuan. Perendaman dilakukan selama 1 menit. Tusuk gigi diletakkan pada bagian tengah cawan petri dan kembali diinkubasikan selama 7 hari untuk melihat perubahan yang terjadi pada tiap perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Daya Hambat Oligochitosan terhadap Pertumbuhan Jamur *R. lignosus*

Penambahan oligochitosan ke dalam media agar dapat menghambat pertumbuhan koloni jamur *R. solani* (Gambar 1). Pengukuran diameter koloni jamur *R. lignosus* dilakukan pada 14 hari setelah inokulasi, saat koloni jamur pada perlakuan kontrol telah memenuhi cawan petri. Semakin tinggi konsentrasi oligochitosan yang ditambahkan, maka pertumbuhan jamur *R. lignosus* semakin terhambat. Pada konsentrasi 8 g/l dan 10 g/l, jamur *R. lignosus* tidak dapat tumbuh sama sekali.



Gambar 1. Pertumbuhan miselia jamur *R. lignosus* pada media PDA yang telah ditambahkan oligochitosan dengan konsentrasi berbeda. (a) Kontrol, (b) 2 g/l, (c) 4 g/l, (d) 6 g/l, (e) 8 g/l, dan (f) 10 g/l.

Tingkat penghambatan oligochitosan pada berbagai konsentrasi disajikan pada Tabel 1. Secara umum, oligochitosan memberikan efek penghambatan terhadap pertumbuhan jamur *R. lignosus*. Pengaruh pemberian oligochitosan dengan berbagai konsentrasi menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik pada setiap perlakuan ketika dibandingkan dengan kontrol. Bahkan pada perlakuan konsentrasi 8 g/l dan 10 g/l, jamur *R. lignosus* tidak dapat tumbuh. Tingkat Hambat Relatif (THR) oligochitosan terhadap pertumbuhan jamur *R. lignosus* berkisar antara 17,7% sampai 100%. Penghambatan pertumbuhan koloni jamur *R. lignosus* tertinggi ditemukan pada perlakuan oligochitosan dengan konsentrasi 8 g/l dan 10 g/l.

Tabel 1. Penghambatan pertumbuhan koloni jamur *R. lignosus* pada media PDA yang mengandung berbagai konsentrasi oligochitosan.

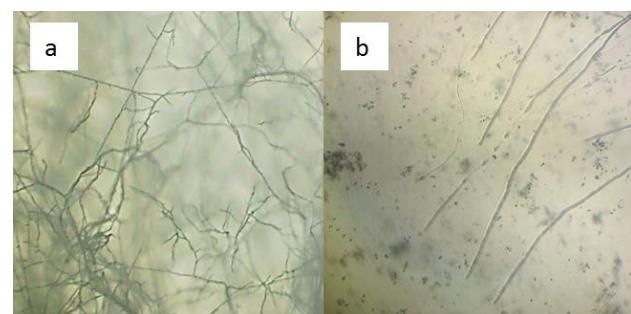
Perlakuan	Diameter koloni (mm)	Tingkat Hambat Relatif (%)
Kontrol	90,00 a	0,00
Oligochitosan 2 g/l	74,07 b	17,7
Oligochitosan 4 g/l	51,12 c	43,2
Oligochitosan 6 g/l	25,56 d	71,6
Oligochitosan 8 g/l	0 e	100,0
Oligochitosan 10 g/l	0 e	100,0

Keterangan: angka dalam kolom yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan pada hasil uji lanjut Duncan dengan taraf nyata 5%.

Pengaruh oligochitosan terhadap perubahan miselia jamur *R. lignosus* diamati di bawah mikroskop dengan membandingkan miselia jamur *R. lignosus* pada perlakuan kontrol dan miselia *R. lignosus* yang ditumbuhkan pada media PDA yang mengandung oligochitosan konsentrasi 6 g/l. Pada perlakuan kontrol, jamur *R. lignosus* terlihat tumbuh dengan normal di atas media PDA. Sementara, pada perlakuan oligochitosan 6 g/l, jamur *R. lignosus* mengalami penghambatan.

Pengamatan di bawah mikroskop menunjukkan miselia *R. lignosus* pada perlakuan kontrol terlihat mulus. Sementara miselia *R. lignosus* pada perlakuan oligochitosan menunjukkan morfologi yang tidak normal. Hal ini membuktikan bahwa oligochitosan mempunyai efek langsung terhadap jamur *R. lignosus*. Pemberian oligochitosan pada konsentrasi 4 g/l, telah menyebabkan terjadinya penipisan miselia, berkurangnya ukuran diameter hifa, fragmentasi, dan pecahnya dinding sel miselia jamur *Colletotrichum musae*, penyebab penyakit antraknos pada buah pisang (Xiangchun et

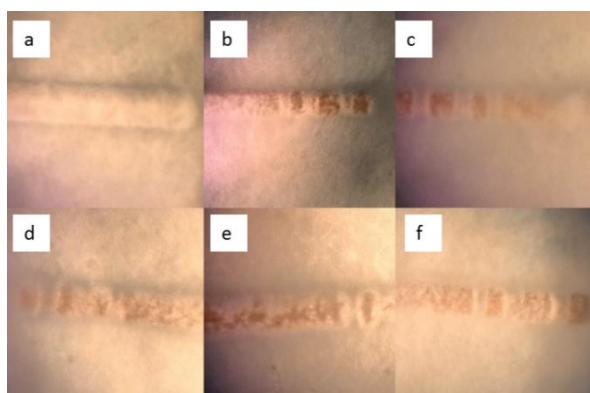
al., 2012). Hal yang sama juga ditemukan pada penelitian ini. Miselia *R. lignosus* pada perlakuan oligochitosan 6 g/l mengalami fragmentasi. Miselia terpotong-potong dan berukuran lebih kecil (Gambar 2).



Gambar 2. Kondisi miselia jamur *R. lignosus* dalam uji daya hambat oligochitosan terhadap jamur *R. lignosus*. (a) kontrol, (b) lisis. Perbesaran 400x (10x40).

### Kolonisasi Jamur *R. lignosus* pada Tusuk Gigi yang Direndam dalam Oligochitosan

Perendaman tusuk gigi dalam larutan oligochitosan juga menunjukkan adanya efek penghambatan kolonisasi jamur *R. lignosus* (Gambar 3). Pada tusuk gigi yang tidak diperlakukan dengan perendaman dalam oligochitosan, menunjukkan jamur *R. lignosus* mengolonisasikan tusuk gigi dengan cepat. Koloni jamur *R. lignosus* terlihat lebih tebal dibandingkan dengan tusuk gigi yang direndam dalam berbagai konsentrasi oligochitosan. Terjadi penipisan miselia *R. lignosus* pada tusuk gigi yang direndam dalam berbagai konsentrasi oligochitosan. Hal ini mendukung pernyataan bahwa oligochitosan mempunyai efek langsung terhadap miselia *R. lignosus*.



Gambar 3. Kenampakan makroskopis miselia jamur *R. lignosus* pada tusuk gigi yang telah direndam dalam larutan oligochitosan dengan konsentrasi berbeda. (a) Kontrol, (b) 2 g/l, (c) 4 g/l, (d) 6 g/l, (e) 8 g/l, dan (f) 10 g/l (perbesaran 10x).

Gauth (1994) melaporkan bahwa chitosan tidak memiliki efek fitotoksik terhadap tanaman mentimun dan efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora aphanidermatum*. Chitosan diketahui dapat menyebabkan terdegradasinya dinding sel jamur dan disintegrasi propoplasma. Chitosan dapat bekerja secara ekstraseluler melalui membran plasma dan secara intraseluler dengan meresap ke dalam sel jamur (Lazuardo *et al.*, 2011). Penelitian pengaruh chitosan pada jamur *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *R. stolonifer* dan *S. sclerotiorum* menunjukkan bahwa jamur mengalami perubahan morfologi seperti percabangan miselia yang berlebihan, bentuk menjadi abnormal, adanya pembengkakan, serta ukuran hifa menjadi berkurang (Banos *et al.*, 2006). Faktor yang mempengaruhi cara kerja chitosan dikelompokkan menjadi intrinsik atau natural,

lingkungan, mikroorganisme dan keadaan fisik (Kong *et al.*, 2010). Chitosan dapat meningkatkan produksi tanaman selain efektif untuk mengendalikan patogen. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk membandingkan chitosan dengan pestisida dan pupuk sintetis. Kelebihan menggunakan chitosan dibandingkan dengan pestisida dan pupuk sintetis ialah harga yang dibutuhkan lebih murah, konsentrasi yang lebih rendah, memanfaatkan limbah, dan menjaga kesehatan lingkungan (Sharp, 2013).

### SIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa oligochitosan pada konsentrasi 8 g/l dan 10 g/l dapat menghambat pertumbuhan jamur *R. lignosus* secara *in vitro*. Pengamatan di bawah mikroskop memperlihatkan adanya perubahan morfologi miselia jamur *R. lignosus* akibat adanya penambahan oligochitosan ke dalam media tumbuhnya. Perendaman tusuk gigi dalam larutan oligochitosan pada berbagai konsentrasi dapat menekan pengolonisasian jamur *R. lignosus*. Hasil penelitian ini mengindikasikan potensi penggunaan oligochitosan untuk mengendalikan penyakit JAP yang disebabkan oleh *R. lignosus* pada tanaman cengkeh. Diperlukan pengujian lanjut di lapangan untuk mengetahui dengan pasti keefektifannya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aljuboory, HH and KS Jubber. 2013. Efficiency of some inoculation methods of *Fusarium proliferatum* and *F. verticilloides* on the systemic infection and seed transmission on maize under field conditions. Agriculture And Biology Journal of North America 4 (6) : 583-589.
- Badan Litbang Pertanian. 2007. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Cengkeh Edisi Kedua. Departemen Pertanian.
- Banos, SB, AN Hernandez-Lauzardoa, MG Velazquez-del Vallea, M Hernandez-Lopez, EA Barkab, E Bosquez-Molinac, and CL Wilson. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. Journal of Crop Protection 25 : 108–118.
- Boonreung, C and S Boonlertnirun. 2013. Efficiency of chitosan for controlling dirty panicle disease in rice plants. Journal of

- Agricultural and Biological Science 8 (5): 380-384.
- Gaouth, AE, J Arul, J Greinie, N Benhamou, A Asselin, and R Bélanger. 1994. Effect chitosan on cucumber plants: Suppression of *Phytiun aphanidermatum* and induction of defense reaction. Journal of Cytology and Histology 84 (3) : 313-320.
- Gasperz, V. 2006. Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan jilid 1. Bandung : Tarsito.
- Kaewchai, S and K Soytong. 2010. Application of biofungicides against *Rigidoporus microporus* causing white root disease of rubber trees. Journal of Agricultural Technology 6(2) : 349-363.
- Kong, M, XG Chen, K Xing, and HJ Park. 2010. Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: A state of the art review. International Journal of Food Microbiology 144(1): 51-63.
- Lazuardo, ANH, MG Velázquez-del Valle, and MG Guerra-Sánchez. 2011. Current status of action mode and effect of chitosan against phytopathogens fungi. African Journal of Microbiology Research 5 (25) : 4243-4247.
- Meng, X, L Yang, JF Kennedy, and S Tian. 2010. Effects of chitosan and oligochitosan on growth of two fungal pathogens and physiological properties in pear fruit. Journal of Carbohydrate Polymers 81 (1) : 70-75.
- Nurdjannah, N. 2004. Diversifikasi penggunaan cengkeh. Jurnal Perspektif 3 (2) : 61-70.
- Ramadhan, LOAN, CL Radiman, D Wahyuningrum, V Suendo, LO Ahmad, dan S Valiyaveetil. 2010. Deasetilasi kitin secara bertahap dan pengaruhnya terhadap derajat deasetilasi serta masa molekul kitosan. Jurnal Kimia Indonesia 5 (1) : 17-21.
- Semangun, H. 2000. Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Hlm 11-31.
- Sharp, RG. 2013. A review of the applications of chitin and its derivatives in agriculture to modify plant-microbial interactions and improve crop yields. Journal of Agronomy 3: 757-793.
- Xiangchun, M, T Yanxia, Z Aiyu, H Xuemei, and Z Zhaoqi. 2012. Effect of oligochitosan on development of *Colletotrichum musae* in vitro and in situ and its role in protection of banana fruits. Journal of Fruits 67 (3) : 147-155.
- Xu, J, X Zhao, X Han, and Y Du. 2007. Antifungal activity of oligochitosan against *Phytophtora capsici* and other plant pathogenic fungi in vitro. Journal of Pesticide Biochemistry and Physiology 87: 220-228.
- Yuniarti, F dan E Zahro'in. 2014. Tingkat Serangan Rigidoporus lignosus pada Tanaman Cengkeh Periode Triwulan I Tahun 2014 di Propinsi Jawa Timur. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian.