

# AFFECT OF BAMBOO WULUNG WEARING WITH LIQUID FUMES OF COCONUT CAP TO TERMITE DRY WOOD MORTALITY

## PENGARUH PENGAWETAN BAMBU WULUNG DENGAN ASAP CAIR TEMPURUNG KELAPA TERHADAP MORTALITAS RAYAP KAYU KERING

M. Fauzie Siswanto, Ashar Saputra, dan Habib Amrulloh

Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, FT-Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Jl. Grafika No. 2 Yogyakarta, Indonesia. E-mail: mfs\_ugm@yahoo.com

### ABSTRACT

As structural element, a problem faced on the bamboo is its susceptible to the termite and ground beetle emergence. The bamboo needs to be wear for long period construction. The research focuses on the affect of bamboo wearing to termite dry wood level mortality. The wearing is conducted using Boucherie-Morisco method, with liquid fumes solution of coconut cap grade 2 dan 3, concentration 5%, 10%, and 15%. Wulung bamboo is sliced into 3 pieces (i.e. base, middle, and tip) and wear, 3 samples for each test. Dimension of sample is 2.5cm x 5cm x bamboo thickness. All the samples, wear bamboo and unwear bamboo are put in to the box test together with 50 termites. The box test is deposited in the dark room for 50 days and it is observed every 2 days. The result shows that mortality level of termite in the wear bamboo is increasing compare to unwear bamboo. Average mortality of termite in the bamboo wear by liquid fumes grade 2 and 3 concentration 0%, 5%, 10%, and 15% are 24.89%, 92.22%, and 92.45% with weight loss 2.908%, 0.257%, 0.245%, and 0.282%. The concentration of liquid fumes coconut cap of 5% can be moderately used in the bamboo wearing.

**Keywords:** Bamboo, wearing, liquid fumes, mortality

### ABSTRAK

Sebagai elemen struktur, salah satu kendala pemakaian bambu adalah sifatnya yang rentan terhadap serangan rayap maupun kumbang bubuk sehingga perlu diawetkan agar dapat dipakai dalam waktu lama Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengawetan bambu terhadap tingkat mortalitas rayap kayu kering. Pengawetan dilakukan dengan menggunakan metode Boucherie-Morisco, dengan larutan asap cair tempurung kelapa grade 2 dan 3, konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Bambu wulung dipotong menjadi 3 bagian yaitu pangkal, tengah dan ujung, diawetkan, diambil 3 sampel untuk setiap pengujian. Benda uji ukuran 2,5cmx5cmxtebal bambu, yang tidak dan yang diawetkan dimasukkan ke dalam kotak pengujian, kemudian dimasukkan 50 ekor rayap kayu kering ke dalamnya. Kotak pengujian disimpan dalam ruang gelap selama 50 hari dan dilakukan pengamatan terhadap mortalitas rayap setiap 2 hari. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa tingkat mortalitas rayap pada bambu yang diawetkan mengalami peningkatan yang nyata terhadap yang tidak diawetkan. Mortalitas rayap rata-rata bambu yang diawetkan dengan asap cair grade 2 dan 3 konsentrasi 0%, 5%, 10% dan 15% sebesar : 24,89% , 92,22%, dan 92,45%, dengan kehilangan berat: 2,908%, 0,257%, 0,245% dan 0,282%. Penggunaan asap cair tempurung kelapa konsentrasi 5% sudah cukup baik untuk pengawetan bambu.

**Kata-kata Kunci :** Bambu, pengawetan, asap cair, mortalitas

### PENDAHULUAN

Dalam industri perkebunan, kayu yang diolesi dengan asap cair mempunyai ketahanan terhadap serangan rayap daripada kayu yang tanpa diolesi asap cair. Di industri perkebunan, asap cair dapat digunakan sebagai koagulan lateks dengan sifat fungsional asap cair seperti anti jamur, anti bakteri dan anti oksidan yang dapat memperbaiki kualitas produk karet yang dihasilkan. Dari kedua contoh ini terbukti asap cair bisa digunakan sebagai bahan pengawet kayu.

Di Indonesia, masyarakat telah banyak memanfaatkan bambu untuk berbagai keperluan, mulai dari bidang kerajinan, sebagai bahan pangan, sampai penggunaannya sebagai elemen struktur pada bangunan. Dalam bidang struktur bangunan, salah satu kendala pemakaian bambu adalah sifatnya yang rentan terhadap serangan rayap maupun kumbang bubuk sehingga bambu perlu diawetkan agar dapat dipakai dalam waktu yang lama (Morisco, 2002). Untuk itu perlu dilakukan pengujian penggunaan asap cair untuk pengawetan bambu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pengawetan bambu dengan bahan pengawet asap cair tempurung kelapa *grade 2 & 3* pada konsentrasi 5%, 10% dan 15% terhadap mortalitas rayap kayu kering.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Mortalitas Rayap

Mortalitas rayap adalah tingkat kematian rayap yang dipakai dalam uji keawetan kayu atau bambu yang diawetkan. Semakin tinggi tingkat mortalitas berarti bambu semakin aman terhadap serangan rayap dan serangga lainnya, berarti juga bambu akan semakin aman terhadap serangan biotik.

Ismail, dkk. (2007) melakukan penelitian tentang sifat pengawet air laut pada bambu apel menggunakan metode Boucherie – Morisco. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi salinas 2,6% tidak berpengaruh nyata, tetapi untuk konsentrasi 17,6% sangat berpengaruh nyata terhadap persentase mortalitas rayap dan pengurangan berat benda uji.

Penggunaan boraks sebagai bahan pengawet bambu juga telah dilakukan dan diuji untuk mengawetkan bambu betung. Sipayung (2007) melakukan Uji keawetan bambu betung terhadap serangan serangga bubuk kayu kering dengan bahan pengawet boraks. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan konsentrasi 0%, 2%, 4% dan 6% mortalitas serangga yang terjadi adalah 2%, 86%, 85% dan 90%.

Kajian tentang pengaruh ekstrak tembakau terhadap perilaku mekanik laminasi bambu petung telah dilakukan oleh Setyawati, dkk. (2009). Dalam kajian ini dilakukan juga uji mortalitas rayap untuk mengetahui apakah laminasi bambu tersebut rentan terhadap serangan rayap dan serangga lainnya. Hasil uji menunjukkan bahwa ekstrak tembakau dengan konsentrasi 150 gr/lit telah menyebabkan mortalitas rayap kayu kering sebesar 61,33% dan pengurangan berat 1,87%, yang cukup efektif digunakan sebagai bahan pengawet.

Barly, dkk. (2010) melakukan penelitian tentang keefektifan campuran garam tembaga-kromium-boron terhadap rayap dan jamur perusak kayu. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengevaluasi toksisitas formula garam tembaga – kromium - boron terhadap serangan rayap dan jamur perusak kayu. Dalam penelitian itu digunakan bahan kimia kualitas teknis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa bahan pengawet yang digunakan sangat efektif mencegah serangan rayap tanah dan rayap kayu kering. Keefektifan ditunjukkan oleh tingkat mortalitas rayap 100% pada konsentrasi 1% dan retensi lebih dari 5.30 kg/m<sup>3</sup>. Namun demikian terhadap jamur pelapuk kayu *Schizophyllum commune* konsentrasi efektif diperoleh pada larutan 7,5% dan retensi di atas 30 kg/m<sup>3</sup>.

### Asap cair

Asap cair merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya. Menurut Wijaya, dkk. (2008), asap cair merupakan asam cuka (*vinegar*) yang diperoleh melalui proses pirolisis. Bahan yang mengandung komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin pada suhu 400°C selama 90 menit lalu diikuti dengan proses kondensasi dalam kondensor berpendingin air. Densilat yang diperoleh asap memiliki kemampuan untuk mengawetkan bahan makanan karena adanya senyawa asam, fenolat dan karbonil. Pirolisis tempurung kelapa menghasilkan asap cair dengan kandungan senyawa fenol sebesar 4,13%, karbonil 11,3% dan asam 10,2%

### Asap cair grade-3

Asap cair yang diperoleh dari pirolisis merupakan asap cair grade 3 atau asap cair destilasi. Warnanya cokelat pekat, kandungan tar masih tinggi yaitu 51,82%. Asap cair grade 3 ini sangat cocok digunakan untuk penggumpalan karet, pengawetan kayu dan bambu, serta dapat juga digunakan sebagai koagulan lateks dengan sifat fungsional asap cair pengganti asam formiat, antijamur, antibakteri, dan pertahanan terhadap rayap.

### Asap cair redestilasi (Grade 2)

Asap cair grade 2, memiliki warna lebih cokelat bening, kandungan tar jauh lebih rendah yaitu 16,6%, kandungan fenol 9,55%, dan karbonil 1,67%. Asap cair grade 2 dibuat dengan cara mengendapkan asap cair grade 3 selama minimal 1 minggu, menyaring asap cair yang telah diendapkan dengan zeolit, mendestilasi ulang asap cair grade 3. Redestilasi dilakukan pada suhu 120-150°C. (Earle dalam Prananta, 2005).

Dalam penelitian ini, digunakan asap cair tempurung kelapa grade 2 dan grade 3 sebagai bahan pengawet dengan konsentrasi 5%, 10% dan 15%.

## METODE PENELITIAN

**Bahan :** bambu yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu wulung (*Gigantochloa atrovioleacea*) yang diambil dari desa disekitar Gamping, Yogyakarta, berumur lebih dari tiga tahun. Ukuran benda uji, 2,5 cm x 5 cm x tebal bambu, diuji dengan 3 kali pengulangan. Bahan pengawet diperoleh dari toko kimia yang berada di Yogyakarta.

**Alat :** gergaji tangan, timbangan, kaliper, cawan, kotak pengujian rayap.

**Pelaksanaan Pengujian :** bambu yang tidak dan yang telah diawetkan ditimbang beratnya, dimasukkan kedalam kotak pengujian. Ke dalam kotak dimasukkan 50 ekor rayap kayu kering, kotak pengujian disimpan dalam ruang gelap selama 50 hari. Jumlah rayap yang tersisa dihitung, benda uji ditimbang beratnya.

Mortalitas rayap kayu kering dihitung sebagai berikut:

$$M = \frac{JR_{akhir}}{JR_{awal}} \times 100\% \quad (1)$$

dengan :

M = mortalitas (%),  
JR akhir = jumlah rayap kayu kering yang mati (ekor),  
JR awal = jumlah rayap yang diisikan (ekor)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Mortalitas Rayap dan Asap Cair Grade 2

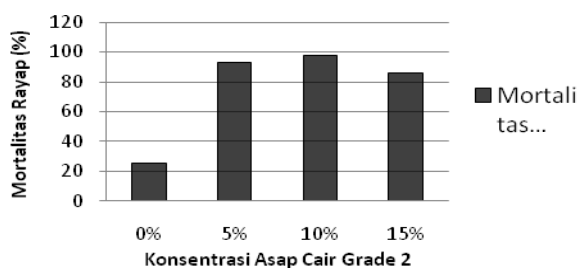
Hasil uji tingkat mortalitas rayap untuk bambu yang diawetkan dengan asap cair grade 2 dan pengujian pasca anova yang dilakukan dengan metode Tukey pada taraf signifikansi 5% ditampilkan dalam tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Mortalitas rayap rata-rata bambu yang diawetkan dengan asap cair grade 2 dan uji signifikansi.

Mortalitas rayap rata-rata pada Asap Cair Grade 2				
Konsentrasi	0%	5%	10%	15%
%mortal	24,89	93,11*	98,22*	86*
	a	bc	c	bc

Sumber: Hasil uji. \*)perbedaan mean terhadap kontrol signifikan pada 0,05.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa pemberian bahan pengawet asap cair tempurung kelapa grade 2 untuk berbagai konsentrasi memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap tingkat mortalitas rayap bambu yang tidak diawetkan. Peningkatan nilai mortalitas dari 24,89% menjadi 93,11% pada konsentrasi 5% dan hampir 100% pada konsentrasi 10%. Dengan pengujian pasca anova nampak bahwa pengaruh yang sangat signifikan terjadi pada asap cair grade 2 konsentrasi 10%.



Gambar 1. Grafik perbandingan mortalitas rayap rata-rata dengan variasi Konsentrasi asap cair grade 2

Dari gambar 1 terlihat bahwa untuk bambu yang diawetkan dengan asap cair grade-2 konsentrasi 5%, 10% dan 15%, ternyata tidak begitu jauh berbeda, yaitu 93,11%, 98,225 dan 86%. Nilai ini tidak memberikan perbedaan yang signifikan kecuali pada konsentrasi 10%. Dengan demikian pemberian asap cair grade 2 dengan konsentrasi sebesar 5% sudah cukup untuk mengawetkan bambu terhadap serangan rayap kayu kering.

## Mortalitas Rayap Terhadap Asap Cair Grade 3

Hasil pengujian mortalitas rayap untuk bambu yang diawetkan dengan asap cair *grade 3* dan pengujian pasca annova yang dilakukan dengan metode Tukey pada taraf signifikansi 5% ditampilkan dalam tabel 2 berikut ini.

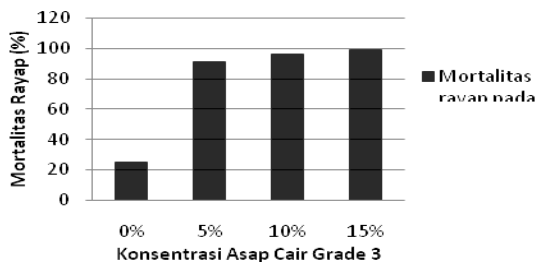
Tabel 2. Mortalitas rayap rata-rata bambu yang diawetkan dengan asap cair *grade 3* dan uji signifikansi

Mortalitas rayap rata-rata pada Asap Cair Grade 3				
Konsentrasi	0%	5%	10%	15%
%mortal	24,89	91,11*	96,44*	98,89*
	a	b	c	c

Sumber: Hasil uji. \*)perbedaan mean terhadap kontrol signifikan pada 0,05.

Berdasarkan tabel 2, dapat dilihat bahwa pemberian bahan pengawet asap cair tempurung kelapa *grade 3* pada berbagai konsentrasi menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap mortalitas rayap pada bambu yang tidak diawetkan. Mortalitas rayap tertinggi pada penggunaan bahan pengawet asap cair *grade 3* terjadi pada konsentrasi 15% yaitu sebesar 98,89% sedangkan mortalitas rayap terendah terjadi pada konsentrasi 5% yaitu sebesar 91,11% , seperti juga yang terlihat pada gambar 2 berikut ini.

Menurut Barly, dkk. (2010) derajat proteksi terhadap rayap kayu kering ditentukan melalui pemberian nilai (*scoring*) dalam suatu skala antara 0-100, degan keadaan benda uji hancur sampai dengan utuh/tidak diserang. Bekas gigitan tipis pada permukaan kayu tidak dianggap sebagai serangan nyata. Pengujian dianggap berhasil jika mortalitas rayap pada contoh uji kontrol tidak melebihi 55% dengan nilai derajat 70 atau kurang.



Gambar 2. Grafik perbandingan mortalitas rayap rata-rata bambu wulung pada konsentrasi asap cair *grade 3*

Dalam penelitian ini, tingkat mortalitas pada bambu kontrol sebesar 24,89% , dengan nilai derajat proteksi kurang dari 70, ini berarti rayap yang digunakan untuk uji mortalitas dalam keadaan sehat. Hasil uji mortalitas rayap kayu kering untuk berbagai konsentrasi adalah : untuk asap cair *grade-2* antara 86 - 98,22% dan untuk *grade-3* sebesar 91,11- 98,89%. Jika hasil tersebut dirata-rata maka mortalitas rayap yang terjadi untuk konsentrasi asap cair 0,5,10 dan 15% berturut-turut sebesar : 24,89%, 92,22%, 97,33% dan 92,45%. Dengan hasil ini berarti derajat perlindungan terhadap serangan rayap kayu kering berada pada keadaan antara *sedikit (nyata dipermukaan)* sampai dengan *utuh (tidak diserang)*

Mortalitas rayap kayu kering yang terjadi akibat pengawetan dengan asap cair *grade 2* maupun 3 cukup tinggi yaitu antara 88-98%. Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian (Wibowo, dkk., 2009) yang menggunakan khitosan sebagai bahan pengawet pada bilah dan laminasi bambu. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa larutan khitosan bisa digunakan sebagai pengawet bambu. Larutan khitosan 4% telah menyebabkan mortalitas rayap kayu kering sebesar 90%. Jika dibandingkan dengan tingkat mortalitas rayap pada bambu ampel yang diawetkan dengan ekstrak tembakau konsentrasi 150gr/l yang menyebabkan mortalitas rayap sebesar 61,33% (Setyawati, dkk., 2009), maka penggunaan asap cair konsentrasi 5% , baik untuk

*grade-2* maupun *grade-3* , masih lebih baik dalam perlindungan bambu terhadap serangan rayap kayu kering.

Peningkatan mortalitas rayap pada penggunaan bahan pengawet asap cair *grade 3*, terjadi karena kandungan komposisi pengawet yang masih tinggi yang terdapat pada asap cair *grade 3*. Menurut Tamaela ( 2003) , asap cair seperti asap dalam fase uap mengandung senyawa fenol yang selain menyumbang cita rasa asap, juga mempunyai aksi sebagai antioksidan dan bakterisidal pada makanan yang diasap. Peran antioksidatif dari asap ditunjukkan oleh senyawa fenol bertitik didih tinggi. Senyawa fenol mempunyai sifat dapat mematikan semua jenis sel, oleh karena itu sering digunakan sebagai desinfektan.

Barly, dkk. (2010) berpendapat bahwa kematian larva rayap dalam penelitiannya itu diduga diakibatkan oleh pengaruh asam borat yang terdapat dalam bahan pengawet. Asam borat dilaporkan dapat berinteraksi dengan berbagai molekul penting, seperti riboflavin, vitamin B6, B-12, dll, sehingga mengganggu proses fisiologis sel serangga yang pada akhirnya rayap mati kelaparan.

## Kehilangan Berat Bambu

Nilai rata-rata kehilangan berat bambu yang diawetkan dan dari hasil analisis variansi disajikan pada tabel 3 dan 4. Nilai tersebut berkisar antara 2,908%-0,237%. Kehilangan berat terbesar terjadi pada bambu yang tidak diawetkan yaitu sebesar 2,908% sedangkan kehilangan berat terkecil terjadi pada bahan pengawet asap cair *grade 3* konsentrasi 15% yaitu sebesar 0,237%.

Tabel 3. Kehilangan berat bambu pada bahan pengawet asap cair *grade 2* setelah dipaparkan pada rayap kayu kering

Kehilangan berat pada asap cair grade 2 (%)				
Konsent	0%	5%	10%	15%
%(-)berat	2.908	0.261*	0.25*	0.328*
	a	b	b	b

Sumber: Hasil uji. \*)perbedaan mean terhadap kontrol signifikan pada 0,05.

Tabel 4. Kehilangan berat bambu pada bahan pengawet asap cair *grade 3* setelah dipaparkan pada rayap kayu kering

Kehilangan berat pada asap cair grade 3 (%)				
Konsent	0%	5%	10%	15%
%(-)berat	2.908	0.253*	0.24*	0.237*
	a	b	b	b

Sumber: Hasil uji. \*)perbedaan mean terhadap kontrol signifikan pada 0,05.

Persentase kehilangan berat bambu yang tidak diberi bahan pengawet lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang diberi bahan pengawet, dan perbedaan yang terjadi ini cukup signifikan. Untuk bambu yang diawetkan dengan asap cair *grade-2* maupun 3, dengan konsentrasi 0%, 5%, 10% dan 15%, pengurangan berat rata-rata benda uji yang terjadi sebesar : 2,908%, 0,257%, 0,245% dan 0,282%. Kehilangan berat bambu yang diawetkan dengan konsentrasi 5-15% ternyata tidak berbeda nyata. Hasil ini sejalan dengan penelitian Sipayung (2007), yang mengawetkan bambu betung dengan boraks, dengan konsentrasi antara 0%, 2%,4% dan 6% mengakibatkan kehilangan berat rata-rata bambu betung yang diuji sebesar 3,235%, 0,652%, 0,5685% dan 0,5235%. Kehilangan berat antara bambu yang tidak diawetkan dengan yang diawetkan memberikan perbedaan yang nyata, sedang kan untuk bambu yang diawetkan dengan variasi konsentrasi 2%, 4% dan 6% tidak memberikan perbedaan yang nyata.

Hal yang serupa juga di temukan pada penelitian yang dilakukan oleh Nurul Aini, dkk. (2009), yaitu pengaruh pengawetan terhadap kekuatan dan keawetan produk laminasi bambu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase kehilangan berat memperlihatkan bambu laminasi yang diberi perlakuan peng-

wetan mempunyai nilai yang lebih rendah dibandingkan bambu laminasi kontrol. Bambu laminasi yang diberi bahan pengawet tidak disukai oleh rayap, walaupun berasal dari bambu yang mengandung selulose yang merupakan makanan rayap.

Besaran kehilangan berat untuk berbagai variasi konsentrasi bahan pengawet asap cair, baik *grade 2* maupun *3*, ternyata juga tidak jauh berbeda, yaitu berkisar antara 0,25%-0,23%, jauh lebih rendah dari bambu yang tanpa pengawetan, yang sebesar 2,908%. Dengan demikian telah terbukti bahwa bambu yang diawetkan dengan bahan asap cair *grade 2* dan *3* cukup efektif untuk mengurangi serangan rayap, sehingga kehilangan berat untuk bambu yang diawetkan menjadi rendah.

## KESIMPULAN

1. Mortalitas rayap pada bambu yang diawetkan dengan bahan pengawet asap cair *grade-2* dan *3*, mengalami peningkatan dan berbeda nyata dibandingkan dengan bambu yang tidak diawetkan.
2. Penggunaan asap cair *grade-2* maupun *3* dengan konsentrasi antara 5-15% mengakibatkan tingkat mortalitas sebesar 88-98% dan kehilangan berat sebesar 0,25%-0,23%.
3. Asap cair *grade-2* maupun *3* konsentrasi 5% sudah mencukupi untuk digunakan sebagai bahan pengawet bambu dengan tingkat mortalitas rayap yang cukup tinggi, yang mampu memberikan perlindungan terhadap serangan biotik pada bambu, khususnya terhadap serangan rayap kayu kering.

## DAFTAR PUSTAKA

Barly, Neo Endra Lelana dan Agus Ismanto. (2010). "Keefektifan campuran garam tembaga-kromium-boron terhadap rayap dan jamur perusak kayu." *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Vol.28 No 3, September, 222-230.  
[http://library.forda-of.org/libforda/data\\_pdf/3237.pdf](http://library.forda-of.org/libforda/data_pdf/3237.pdf)  
[http://word-to-pdf.abdio.com/Quickly Convert Word \(doc\) RTF HTM. CSS TXT to PDF.Universitas Malikussaleh-Lhokseumawe](http://word-to-pdf.abdio.com/Quickly Convert Word (doc) RTF HTM. CSS TXT to PDF.Universitas Malikussaleh-Lhokseumawe).

<http://isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/91093440.pdf>.

Ismail I, Morisco, Prayitno, T.A. (2009). "Sifat pengawet air laut pada bambu ampel menggunakan metode Boucherie-Morisco." Tesis, Program Pasca Sarjana, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.

Morisco. (2002). "Cara Memperoleh Bambu yang Awet." *Majalah Clapeyron* 43/Maret – Agustus 2002.

Nurul Aini, Morisco, Anita Firmanti. (2008). "Pengaruh pengawetan terhadap kekuatan dan keawetan produk laminasi bambu." Tesis, Program Pasca Sarjana, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.

Prananta. (2005). *Pemanfaatan Sabut dan Tempurung Kelapa serta Cangkang Sawit Untuk Pembuatan Asap Cair Sebagai Pengawet Makanan Alami*. Program Pasca Sarjana, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.

Setyawati, Morisco dan Prayitno, T.A. (2008). "Pengaruh ekstrak tembakau terhadap sifat dan perilaku mekanik laminasi bambu petung." Tesis, Program Pasca Sarjana, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.

Sipayung, B. (2007). "Uji keawetan bambu betung (*Dendrocalamus asper Back*) terhadap serangan serangga bubuk kayu kering (*Lyctus Brunneus Step*) dengan bahan pengawet boraks." *Makalah pada Ekspose hasil-hasil Penelitian "Peran Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dalam mendukung rehabilitasi dan konservasi kawasan hutan di Sumatera Bagian Utara"*, Medan, 12 November 2007.

[http://library.forda-of.org/libforda/data\\_pdf/2045.pdf](http://library.forda-of.org/libforda/data_pdf/2045.pdf)

Wibowo B, Morisco, Prayitno, T.A. (2009). "Pengaruh khitosan sebagai bahan pengawet pada bilah dan laminasi bambu apel." Tesis, Program Pasca Sarjana, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.

Wijaya M, E.Noor, Teja Irawadi T, Pari, G. (2008). "Karakterisasi Komponen Kimia Asap Cair dan Pemanfaatannya sebagai Biopestisida." *Bionature Vol 9(1), April : 34-40*.