

## Sintesis bis-trifeniltimah oksida dan uji sifat insektisidanya terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*)

Ismunaryo Moenandar, Wilson Rahmat M P P

Dept. Kimia FMIPA Universitas Indonesia, Kampus UI Depok, 16424

### Abstrak

Senyawa organotimah hidroksida merupakan senyawa yang umum digunakan sebagai insektisida baik dibidang kehutanan maupun pertanian atau perkebunan. Pada penelitian ini dilakukan sintesis satu tahap lagi dari organotimah hidroksida menjadi senyawa organotimah oksida dan selanjutnya diujicobakan sebagai insektisida untuk rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*). Tahap sintesis dikerjakan melalui bahan baku trifeniltimahklorida dengan ditambahkan larutan alkali agar terbentuk trifeniltimah hidroksida, yang selanjutnya melalui pemanasan (refluks) terbentuk bis-trifeniltimah oksida. Hasil yang diperoleh berupa kristal putih trifeniltimah hidroksida 4,8796 gram atau sekitar 88,56 % sedangkan bis-trifeniltimah oksida 1,2194 gram atau sekitar 51,26 %. Karakterisasi produk dilakukan dengan metode penentuan titik leleh, spektra FTIR dan GCMS. Uji insektisida hasil sintesis baik trifeniltimah hidroksida dan bis-trifeniltimah oksida secara statistik menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap mortalitas rayap kayu kering.

**Kata kunci :** trifeniltimah hidroksida, bis-trifeniltimah oksida, *cryptotermes cynocephalus*

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya sumber daya alam, baik sumber daya alam yang dapat diperbaharui maupun sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Timah merupakan sumber daya alam tidak dapat diperbaharui yang banyak ditemukan di Indonesia berupa mineral bijih Stanit sulfida ( $Cu_2S.FeS.SnS_2$ ), Cassiterite ( $SnO_2$ ), dan Malayanite ( $CaSnSiO_2$ ). Sejak lama timah dikenal mempunyai banyak kegunaan. Logam timah sangat baik digunakan sebagai pelapis dalam usaha pencegahan korosi, penghantar panas yang baik serta mempunyai sifat mudah ditempa. Manfaat timah lebih luas lagi dalam bentuk senyawaan timah, baik sebagai garam timah anorganik maupun sebagai senyawa organotimah. Dalam bentuk senyawaan timah inilah dapat diterapkan antara lain sebagai pestisida, fungisida, herbisida, wood preservative, stone preservative, fire retardant, smoke suppressant, katalis serta penstabil PVC<sup>1</sup> dan lain sebagainya.

Khusus untuk senyawa organotimah, senyawa triorganotimah,  $R_3SnX$ , merupakan golongan yang paling banyak kegunaannya. Substitusi tiga gugus organik pada logam timah meningkatkan aktivitas biologis yang selektif pada jenis gugus organik yang terikat. Senyawa triorganotimah seperti trifeniltimah

hidroksida dan bis-tributiltimah oksida merupakan senyawa yang biasa digunakan sebagai insektisida baik pada bidang kehutanan maupun bidang pertanian. Senyawa bis-tributiltimah oksida merupakan senyawa yang sangat efektif untuk melindungi kayu dari serangan rayap maupun jamur. Akan tetapi bis-tributiltimah oksida penggunaannya terbatas dikarenakan dampaknya terhadap lingkungan, sekarang bis-tributiltimah oksida hanya digunakan untuk antifouling di bidang kelautan<sup>1,2,3</sup>.

Di Inggris trifeniltimah hidroksida digunakan sebagai insektisida untuk keperluan kehutanan, pertanian pengolahan kayu, dan industri perkayuan. Senyawa organotimah yang sama juga digunakan sebagai bahan pengawet kayu di beberapa negara khususnya di Eropa. Atas dasar inilah perlu dicoba senyawa organotimah yang dapat digunakan sebagai insektisida yakni trifeniltimah hidroksida dan bis-trifeniltimah oksida seperti pada percobaan van der Kerk bahwa toksisitas gugusan X nya tidak terlalu berpengaruh.

Umumnya standar tes yang digunakan untuk uji ketahanan kayu dari serangan rayap ialah metode pengujian laboratorium mengikuti standar JWPAA (Japan Wood Preserving Association 1992)<sup>4</sup>.

Melihat sifat-sifat dari bis-trifeniltimah oksida tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk

mensintesis senyawa trifeniltimah hidroksida dan bis-trifeniltimah oksida, karakterisasi serta menguji pengaruhnya terhadap ketahanan kayu dari serangan rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*).

Peralatan dan ketersediaan bahan baku yang terbatas menjadi pertimbangan dalam memilih jenis karakterisasi, dalam penelitian ini karakterisasi menggunakan metoda uji titik leleh, FTIR dan GCMS.

## 2. EKSPERIMENTAL

### Bahan dan Metodologi

Trifeniltimah Klorida ; NaOH ; AgNO<sub>3</sub> ; Aseton p.a ; Etanol p.a ; Toluena p.a ; Akuabidest ; n-heksana ; Kayu karet (*Hevea brasiliensis*).

### Pembuatan Trifeniltimah Hidroksida :

Trifeniltimah klorida seberat 5,7889 gr dilarutkan dalam 20 ml aseton. Larutan NaOH (0,9 gram dalam 3 ml Air) ditambahkan kedalamnya perlahan sambil dilakukan pengadukan selama 3 jam lalu ditambahkan 15 ml air. Padatan yang diperoleh kemudian dicuci dengan air hingga didapat tes (-) terhadap penambahan AgNO<sub>3</sub>. Kristal yang diperoleh dikeringkan dan direkristalisasi dengan etanol, ditimbang dan dikarakterisasi dengan pengukuran titik leleh, GCMS dan spektroskopi IR.

### Pembuatan bis-Trifeniltimah Oksida :

Kristal trifeniltimah hidroksida yang didapat ditimbang 2,4387 gram kemudian dilarutkan dalam 6,75 ml toluena kemudian dipanaskan dalam refluks. Setelah air dipastikan sudah menguap, filtrat didinginkan pada temperatur kamar filtrat yang semula keruh akan bening kembali. Larutan didiamkan selama 24 jam akan terbentuk kristal putih, dipisahkan dengan filtrat dengan penyaringan kemudian pelarut diuapkan dengan *vacuum rotary evaporator*, dimasukkan dalam desikator selama 2 hari. Kristal kemudian ditimbang dan dikarakterisasi memakai titik leleh, GCMS dan spektra IR-nya.

### Karakterisasi produk :

Karakterisasi pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan spektroskopi FTIR dan GCMS. Sampel yang diperiksa adalah bahan baku trifeniltimah klorida, produk trifeniltimah hidroksida dan bis-trifeniltimah oksida. Setelah karakterisasi memenuhi syarat lalu produk diaplikasikan.

Analisa senyawa hasil sintesis dilakukan menggunakan alat FT-IR tipe Bio Escalibur FTS 3000 di Laboratorium Instrumentasi Departemen Fisika

FMIPA UI. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

Sampel yang akan dianalisis diambil dalam sedikit cuplikan kemudian ditambahkan ke dalam KBr dengan perbandingan sampel: KBr = 1: 99, lalu digerus hingga merata. Setelah sampel dan KBr tercampur sempurna, kemudian dibentuk pellet. Pellet tersebut diletakkan dalam *window cell* dari FT-IR. Analisa dilakukan pada ranah bilangan gelombang 4000 – 250 cm<sup>-1</sup>.

Analisa GCMS dilakukan menggunakan alat kromatografi gas tipe Hewlett Packard series I di Laboratorium Puslabfor mabes POLRI. Kondisi instrumen yang digunakan antara lain:

Sampel injeksi: 2 µL; Kolom: HP5; Gas pembawa: N<sub>2</sub>; Total flow: 20,2 ml/menit; Suhu injeksi: 180°C; Detektor : MS; Suhu detektor : 350°C.

### Uji efektivitas/pengaruh bis-Trifeniltimah oksida terhadap ketahanan kayu:

Disiapkan larutan TPTOH dan TPTO @ 300ml dengan variasi konsentrasi 25, 50, 75 dan 100ppm. Disiapkan contoh uji balok kayu karet (*Hevea brasiliensis*) 5x2,5x2,5cm kemudian direndam dalam larutan tersebut selama 2 jam dan didiamkan selama 1 hari. Pada salah satu sisi dipasang transparan glass kedalamnya dimasukkan 50 ekor rayap. Contoh uji disimpan di ruangan khusus ditempat gelap dengan temperatur kelembaban sekitar 26°C selama 12 minggu.

## 3. HASIL DAN DISKUSI

### Senyawa trifeniltimah hidroksida<sup>5,6,7</sup>

Sebelum mensintesis senyawa trifeniltimah hidroksida terlebih dahulu senyawa trifeniltimah klorida sebagai bahan dasar dikarakterisasi dengan uji titik leleh, GCMS dan FTIR. Hasil ketiga pengujian tersebut jika dibandingkan dengan literatur tidak ada perbedaan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa trifeniltimah klorida masih layak digunakan sebagai bahan dasar sintesis dengan kemurniannya tinggi. Informasi karakterisasi tersebut sebagai pembandingan untuk karakterisasi senyawa yang akan disintesis dalam hal ini trifeniltimah hidroksida dan bis-trifeniltimah oksida.

Dalam sintesis trifeniltimah hidroksida, ligan Cl' akan digantikan oleh OH' menurut persamaan reaksi berikut ini :

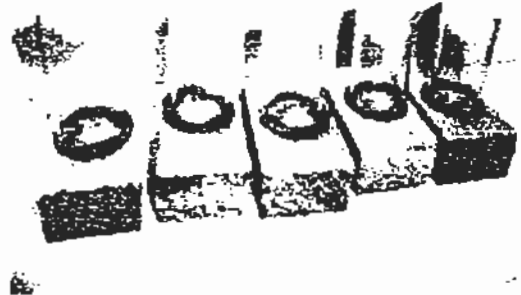


Penambahan larutan NaOH ke dalam trifeniltimah klorida dalam pelarut aseton menghasilkan endapan

putih yang diasumsikan sebagai senyawa trifeniltimah hidroksida<sup>10</sup>. Penambahan sejumlah air bertujuan untuk melarutkan NaCl yang terbentuk sehingga endapan trifeniltimah hidroksida dapat dipisahkan dari NaCl dengan filtrasi. Endapan yang diperoleh kemudian dicuci dengan air sampai didapatkan tes negatif dengan larutan AgNO<sub>3</sub> untuk ion Cl<sup>-</sup>.

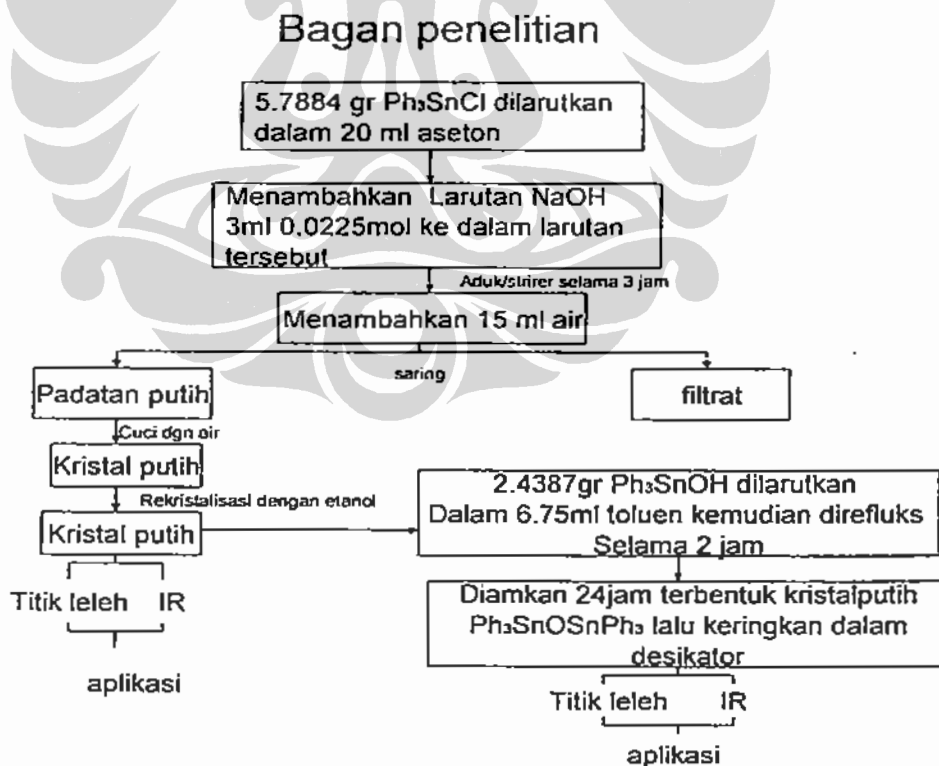


Gambar 1: Perendaman contoh uji balok kayu.

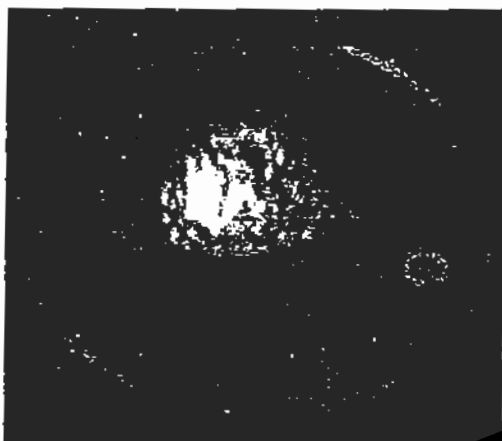


Gambar 2: Pengujian contoh uji balok kayu dengan rayap

Rekristalisasi dilakukan memakai etanol panas lalu disaring, kristal yang diperoleh dikeringkan. Produk kristal yang didapatkan sebesar 4,8796 gram atau sekitar 88.56 %. Gambar 4 di bawah menunjukkan proses rekristalisasi dan kristal putih hasil sintesa.



Gambar 3 : Bagan kerja sintesis trifeniltimah hidroksida dan bis-trifeniltimah oksida.



Gambar 4 : Rekrystalisasi dan kristal hasil

Mekanisme yang terjadi pada reaksi sintesis trifeniltimah hidroksida dari trifeniltimah klorida adalah substitusi ligan/gugus yang biasa disebut Substitusi Nukleofil (SN), OH<sup>-</sup> bertindak sebagai nukleofil yang akan menyerang substrat trifeniltimah klorida dan melepaskan ligan Cl<sup>-</sup> dalam substrat tersebut.

Ligan Cl<sup>-</sup> merupakan *leaving group* yang sangat baik sehingga mudah disubstitusi gugus lain. Kemampuan *leaving group* suatu ligan ditentukan oleh kebiasaan ligan tersebut. *Leaving group* yang baik ialah yang memiliki kebiasaan lemah karena sebagai asam HCl, HBr dan HI merupakan asam-asam yang kuat sehingga sebagai basa konjugasi Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, dan I<sup>-</sup> merupakan basa yang sangat lemah. Pengujian untuk mengetahui apakah reaksi ini mengikuti tipe SN-1 atau SN-2 tidak dilakukan.

Untuk mekanisme sintesis trifeniltimah hidroksida dari trifeniltimah klorida ini diperkirakan merupakan reaksi SN-1, karena pada SN-1 terbentuk senyawa zat antara Ph<sub>3</sub>Sn<sup>+</sup> yang stabil karena faktor resonansi<sup>5</sup>. Dalam SN-1 faktor yang menentukan hanyalah substrat, sehingga semakin stabil zat antara maka semakin mudah terbentuk. Gambar 5 di bawah menunjukkan senyawa trifeniltimah hidroksida.

Untuk mekanisme sintesis trifeniltimah hidroksida dari trifeniltimah klorida ini diperkirakan merupakan reaksi SN-1, dikarenakan pada SN-1 terbentuk senyawa zat antara Ph<sub>3</sub>Sn<sup>+</sup> yang stabil karena faktor resonansi<sup>5</sup>. Dalam SN-1 faktor yang menentukan hanyalah substrat, sehingga semakin stabil zat antara maka semakin mudah terbentuk. Gambar 5 di bawah menunjukkan senyawa trifeniltimah hidroksida.

OH Sn

Gambar 5 : Trifeniltimah hidroksida

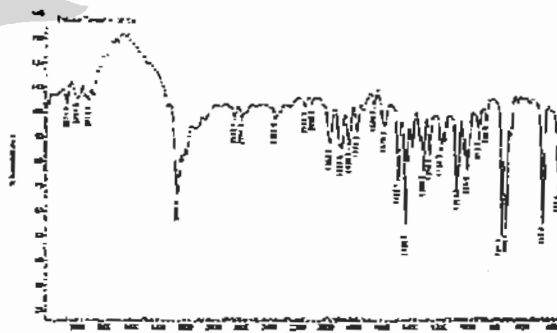
### Karakterisasi senyawa trifeniltimah klorida<sup>6,7,12</sup>

#### Uji titik leleh

Uji titik leleh digunakan sebagai petunjuk awal karakteristik suatu senyawa dan digunakan sebagai pembanding. Dari hasil pengujian didapatkan titik leleh senyawa trifeniltimah klorida komersil 104 - 106°C sedangkan pada literatur 105°C, hal ini menunjukkan bahwa senyawa yang dimaksud cukup memiliki kemurnian yang tinggi.

#### Analisis spektroskopi IR

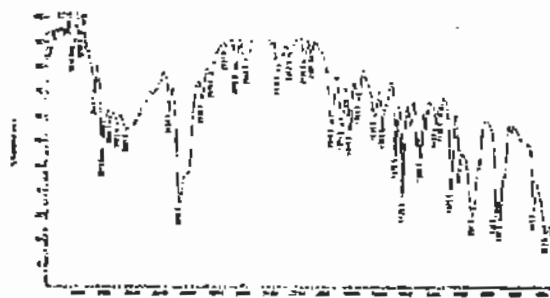
Spektrum trifeniltimah klorida yang akan digunakan sebagai bahan sintesis dikarakterisasi terlebih dahulu menggunakan FTIR kemudian dibandingkan dengan spektrum trifeniltimah klorida dari literatur. Gambar 6 di bawah ini menunjukkan spektrum FTIR senyawa trifeniltimah klorida. Hasil spektra FTIR trifeniltimah klorida digunakan sebagai pembanding karakterisasi senyawa trifeniltimah hidroksida dan bis-trifeniltimah oksida. Hasil spektrum serapan gugus fungsi pada trifeniltimah klorida vs literatur seperti pada Tabel 1.



Gambar 6 : Spektrum FTIR Ph<sub>3</sub>SnCl.

Tabel 1: Serapan pada senyawa trifeniltimah klorida.

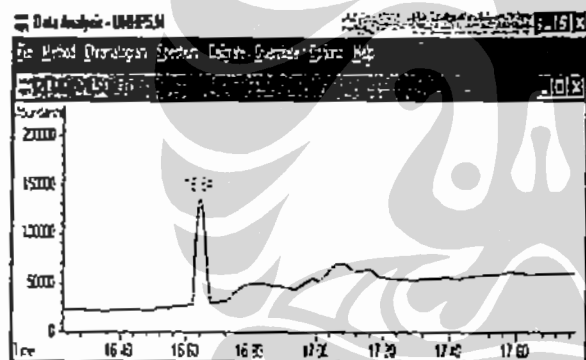
Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )		Keterangan
Trifenil timah klorida	Trifenil timah klorida lit.	
3055,0	3090-3070	Aril C-H stretching
1964,9-1887,5	2000-1800	Monosubs. benzena
1576,2	1600-1500	Cincin Aromatik
699,4	720-680	Monosubs. benzena
448,4	460-450	Sn-C
333,4	340-330	Sn-Cl



Gambar 8: Spektrum FTIR Ph<sub>3</sub>SnOH.

**Analisis memakai GC (Gas Chromatography)**

Hasil kromatogram GC menunjukkan *peak* tunggal dengan waktu retensi 16,64 menit. Dari hasil kromatogram *peak* utama cukup jelas hanya satu *peak*. Data waktu retensi akan digunakan sebagai pembanding waktu retensi pada karakterisasi senyawa trifeniltimah hidroksida dan bis-trifenil timah oksida. Gambar 7 berikut menunjukkan kromatogram GC dari senyawa trifeniltimah klorida.



Gambar 7 : kromatogram GC Ph<sub>3</sub>SnCl.

Pada ranah bilangan gelombang 2000 - 1800 cm<sup>-1</sup> terdapat serapan monosubstitusi benzena pada daerah 1946,2 - 1811,7 cm<sup>-1</sup> ini diperkuat dengan serapan pada bilangan gelombang 720 -680 cm<sup>-1</sup> yang merupakan karakter dari monosubstitusi benzena. Pada bilangan gelombang 1600 -1500 cm<sup>-1</sup> muncul serapan dari cincin aromatik : 1569,5 cm<sup>-1</sup>. Pada bilangan gelombang 3090 -3070 cm<sup>-1</sup> muncul serapan aril C - H stretching : 3056,8 cm<sup>-1</sup>.

Karakter penting yang muncul pada bilangan gelombang 460 - 450 cm<sup>-1</sup> (449,7 cm<sup>-1</sup>) merupakan serapan dari Sn - C. Pada bilangan gelombang 3600 - 3200 cm<sup>-1</sup> terdapat serapan OH. Pada bilangan gelombang 340 - 330 cm<sup>-1</sup> serapan untuk Sn-Cl tidak muncul *peak*, yang berarti semua trifeniltimah klorida habis bereaksi. Menurut literatur *peak* utama harus ada *peak* khusus yang berada pada bilangan gelombang 987 - 910 cm<sup>-1</sup> merupakan serapan deformasi -OH, untuk hasil sintesa muncul di daerah 987,6 cm<sup>-1</sup>. Tabel 2 berikut menunjukkan serapan FTIR senyawa trifeniltimah hidroksida.

Tabel 2 : Serapan pada senyawa trifeniltimah hidroksida

Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )		keterangan
Trifenil timah hidroksida	Trifenil timah hidroksida lit.	
3058,6	3090-3070	Aril C-H stretching
1946,2 - 1811,7	2000 -1800	Monosubs. benzena
1569,5	1600 -1500	Cincin Aromatik
695,5	720 - 680	Monosubs. benzena
449,7	460-450	Sn-C
-	340-330	Sn-Cl
3566,7-3502,5	3600-3200	OH
-	600-500	Sn-O
987,6	910;987	Deformasi OH

**Karakterisasi senyawa trifeniltimah hidroksida<sup>6,7,12</sup>**

**Uji titik leleh :**

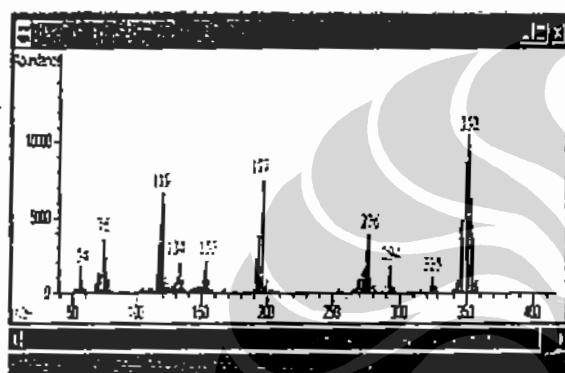
Hasil percobaan trifeniltimah hidroksida ini didapatkan bahwa kristal mempunyai titik leleh 117-119°C sedangkan pada literatur yang ada disebutkan bahwa titik leleh trifeniltimah hidroksida adalah 115 - 121°C. Titik leleh kristal trifeniltimah hidroksida hasil sintesa ada pada ranah literatur, hal ini menunjukkan bahwa senyawa trifeniltimah hidroksida kemungkinan sudah terbentuk.

**Identifikasi spektroskopi IR**

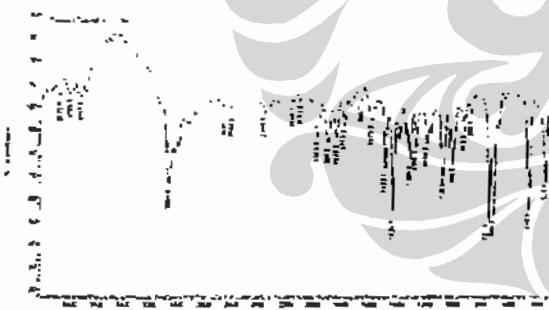
Gambar 8 menunjukkan spektrum FTIR senyawa trifeniltimah hidroksida.

**Analisis GCMS<sup>17</sup>**

Hasil kromatogram GC menunjukkan *peak* tunggal dengan waktu retensi 21,54 menit. Dari hasil kromatogram *peak* utama cukup jelas. Informasi ini mempunyai kesamaan dengan hasil KLT dalam pelarut n-heksana : etanol (3 : 5) spot yang dihasilkan hanya satu saja. Gambar 9 berikut adalah kromatogram senyawa trifeniltimah hidroksida. Kesamaan pola literatur dengan hasil spektra massa sampel menunjukkan senyawa yang dimaksud ialah trifeniltimah hidroksida. Gambar 10 dan Tabel 3 adalah fragmentasi senyawa  $\text{Ph}_3\text{SnOH}$ .



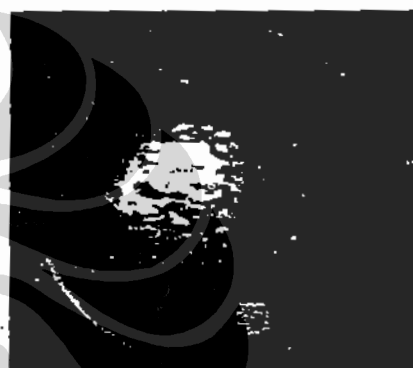
Gambar 9 : Kromatogram GC  $\text{Ph}_3\text{SnOH}$ .



Gambar 10 : Spektra massa  $\text{Ph}_3\text{SnOH}$

Tabel 3 : Hasil spektra massa trifeniltimah hidroksida

spektra	hasil pengurangan	keterangan
367,03-352	15,03	degradasi OH
352-276	76	degradasi gugus fenil
276-197	79	degradasi gugus fenil
197-119	78	degradasi gugus fenil
119-akhir	119	degradasi Sn

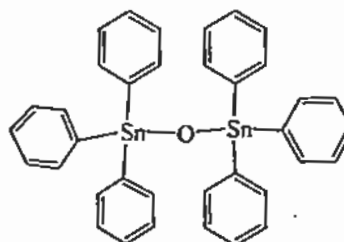


Gambar 11 : kristal putih senyawa bis-trifeniltimah oksida

Hal ini sesuai secara teoritis seperti persamaan reaksi dibawah ini:



Untuk lebih meyakinkan bahwa kristal putih yang terbentuk merupakan trifeniltimah oksida maka selanjutnya dilakukan karakterisasi dengan uji titik leleh, FTIR dan GCMS. Gambar 12 menunjukkan struktur senyawa trifeniltimah oksida.



Gambar 12 : Trifeniltimah oksida

**Senyawa bis-trifeniltimah oksida<sup>10</sup>**

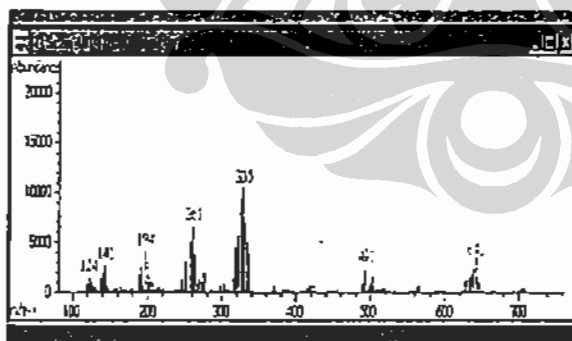
Reaksi pembentukan bis-trifeniltimah oksida dari trifeniltimah hidroksida merupakan reaksi kondensasi. Karena kepolaran antara air dengan trifeniltimah oksida cukup berbeda, maka kedua fraksi ini dalam sistem terpisah. Kristal putih bis-trifeniltimah oksida yang didapatkan 1,2194 gram atau sekitar 51,26%. Gambar 11 berikut menunjukkan kristal putih bis-trifeniltimah oksida hasil sintesis.

Tabel 4 : serapan senyawa trifeniltimah oksida

Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )		Keterangan
Trifenil timah oksida	Trifenil timah oksida lit.	
3042,7	3090-3070	Aril C-H stretching
1939,6-1869,8	2000-1800	Monosubs. benzena
1569,5	1600-1500	Cincin Aromatik
682,1	720-680	Monosubs. benzena
472,6	460-450	Sn-C
-	340-330	Sn-Cl
-	3600-3200	OH
653,2	600-500	Sn-O
-	910;987	Deformasi OH
653,2	650-580	Vibrasi Sn-O-Sn
776,4	778	Stretching Sn-O-Sn

#### Analisis GCMS<sup>17</sup>

Hasil kromatogram GC menunjukkan *peak* tunggal dengan waktu retensi 18,01. Pemisahan sampel dalam kolom cukup bagus, trifeniltimah klorida waktu retensi 16,64 dan trifeniltimah hidroksida waktu retensi 21,54 kedua *peak* ini tidak muncul pada senyawa bis-trifeniltimah oksida. Hal ini menunjukkan bahwa sampel mengandung hanya satu komponen saja yang diduga trifeniltimah oksida.

Gambar 13 : spektra massa Ph<sub>3</sub>SnOSnPh<sub>3</sub>

Kesamaan pola literatur dengan hasil spektra massa sampel menunjukkan senyawa yang dimaksud ialah bis-trifeniltimah oksida. Hal dapat diperhatikan pada Tabel 5.

Tabel 5 : Hasil spektra massa trifeniltimah oksida

spektra	hasil pengurangan	keterangan
716 - 643	73	degradasi gugus fenil
643 - 491	152	degradasi 2 gugus fenil
491 - 335	156	degradasi 2 gugus fenil
335 - 261	74	degradasi gugus fenil
261 - 141	120	degradasi Sn
141 - 124	17	degradasi -O-
124 akhir	124	degradasi Sn

Uji efektifitas/pengaruh senyawa hasil sintesis terhadap ketahanan kayu dari serangan rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*) secara laboratorium.

Pengamatan dilakukan setelah 12 minggu penambahan trifeniltimah hidroksida dan trifeniltimah oksida pada contoh uji, langkah pertama menghitung kehilangan berat, mortalitas rayap dan retensi.

Kehilangan berat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$K = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan : K = kehilangan berat; W<sub>0</sub> = berat kering contoh uji sebelum diumpankan ke rayap; W<sub>1</sub> = berat kering contoh uji setelah diumpankan ke rayap. Mortalitas rayap dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$K = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

A = jumlah individu mati;

B = total rayap yang diumpankan percontoh uji.

Retensi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{B_1 - B_0}{V} \times C$$

R = retensi menyatakan banyaknya zat yang meresap ke dalam kayu ( Kg/m<sup>3</sup> );

B<sub>1</sub> = bobot setelah *treatment* ( perendaman );

B<sub>0</sub> = bobot sebelum *treatment* ( perendaman );

V = volume kayu;

C = konsentrasi zat

Selanjutnya parameter tersebut digunakan untuk menilai kemampuan kedua senyawa tersebut terhadap rayap kayu kering meliputi jumlah kematian (mortalitas) dan kehilangan berat. Untuk mengetahui pengaruh trifeniltimah oksida dan trifeniltimah hidroksida terhadap mortalitas rayap kayu kering dan kehilangan berat kayu karet (*Hevea brasiliensis*) dilakukan uji statistik sidik ragam sekaligus menentukan apakah ada hubungan linier<sup>15</sup>. Hasilnya tercantum dalam dua Tabel 6 dan 7 :

Tabel 6 : Nilai rata-rata retensi, pengurangan berat kayu dan mortalitas rayap setelah 12 minggu.

Senyawa	Konsentrasi (ppm)	Retensi (kg/m <sup>3</sup> )	% mortalitas	% hilangnya berat
Kontrol	0	-	6,67	42,78
Trifeniltimah hidroksida	25	0,0254	16,67	7,86
	50	0,0378	18	5,96
	75	0,0689	28,5	4,08
	100	0,0884	28,75	2,95
Kontrol	0	-	6,67	42,78
Bis-Trifeniltimah oksida	25	0,0027	9,2	18,03
	50	0,0046	13,33	16,15
	75	0,0068	16,67	14,11
	100	0,0106	17,33	13,27

Tabel 7 : Ringkasan sidik ragam ketahanan kayu karet terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*).

Senyawa	Keterangan	F <sub>hit</sub>	F <sub>tab 0,05</sub>
Trifeniltimah hidroksida	Mortalitas	61,23	3,24
	Kehilangan berat	163,2	3,24
Bis-Trifeniltimah oksida	Mortalitas	4,61	3,24
	Kehilangan berat	3,98	3,24

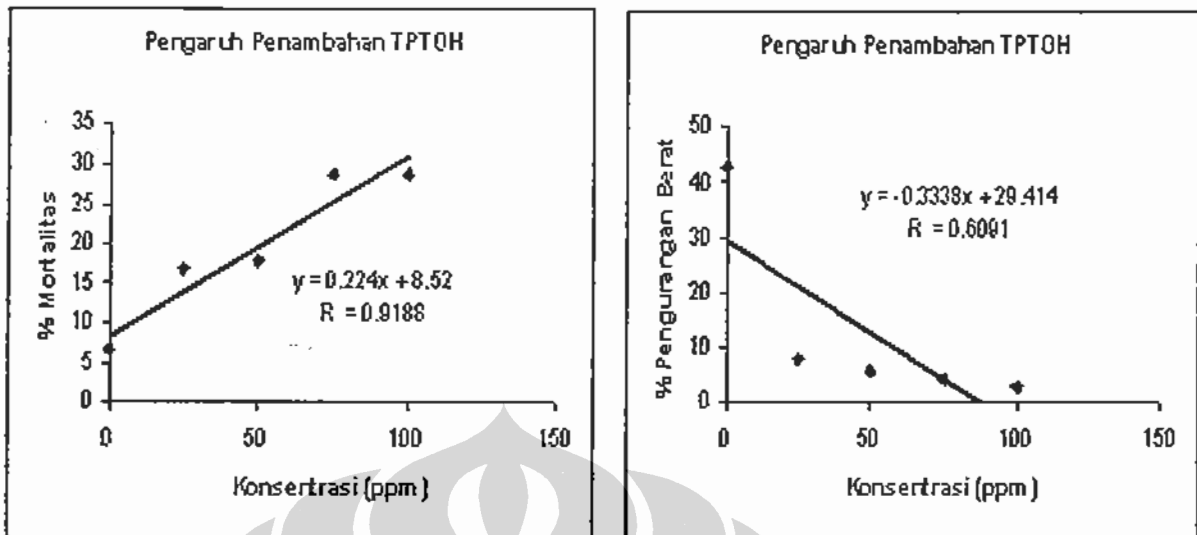
Hasil uji statistik sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian trifeniltimah hidroksida dan bis-trifeniltimah oksida berpengaruh terhadap mortalitas rayap kayu kering dan kehilangan berat hal ini ditunjukkan dengan nilai  $F_{hit} > F_{tab}^{18}$ . Kedua senyawa mempunyai pengaruh terhadap ketahanan kayu dari serangan rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*). Pengaruh trifeniltimah oksida tidak sebagai trifeniltimah hidroksida hal ini dapat dilihat dari nilai sebaran F dari tabel diatas. Menurut Rowell, proses perusakan kayu secara biologis dengan enzim perusak kayu yang dihasilkan rayap harus mengenai langsung terhadap substrat dalam hal ini jaringan kayu. Perlakuan terhadap kayu dengan penambahan trifeniltimah hidroksida akan menyebabkan reaksi kimia di dalam kayu dan merubah susunan kimianya sehingga diduga enzim perusak kayu yang dihasilkan rayap tidak mampu bekerja secara optimal<sup>15</sup>. Gambar 14 berikut ini menunjukkan pengaruh penambahan trifeniltimah hidroksida pada contoh uji.

Perlakuan dengan senyawa bis-trifeniltimah oksida tidak menunjukkan hasil yang signifikan kemungkinan penyebabnya adalah struktur trifeniltimah oksida yang kompleks menyebabkan efek toksisitasnya berkurang pada rayap dan kurang dapat berikatan dalam jaringan kayu hal ini ditunjukkan pada nilai retensi<sup>11</sup> pada Tabel di atas. Gambar 15 berikut menunjukkan pengaruh penambahan bis-trifeniltimah oksida pada contoh uji.

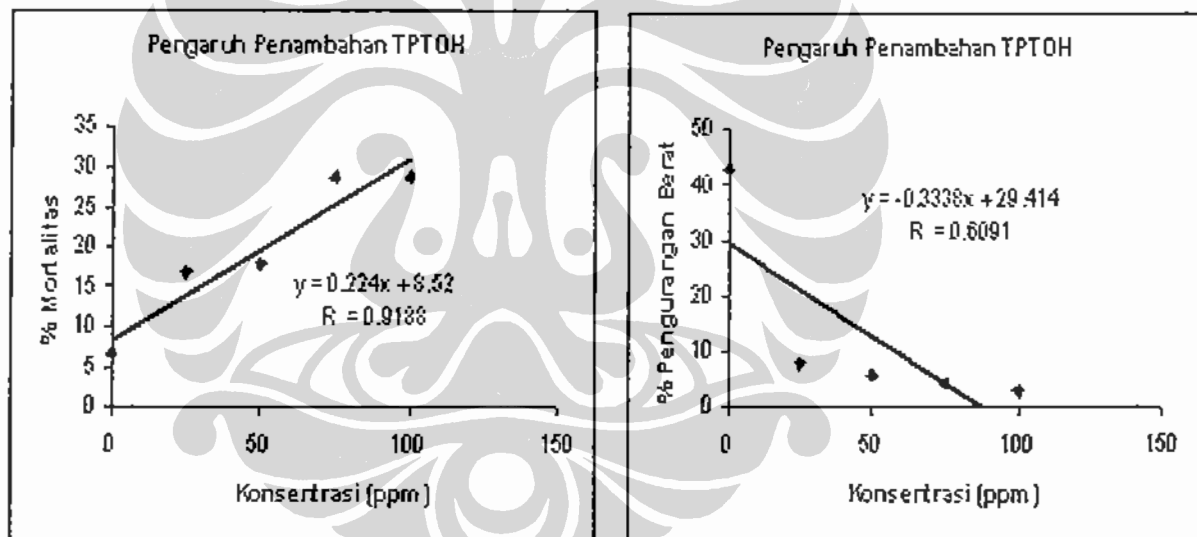
#### 4. KESIMPULAN

1. Hasil sintesis diperoleh senyawa trifeniltimah hidroksida dari trifeniltimah klorida dalam pelarut aseton dengan natrium hidroksida sedangkan senyawa bis-trifeniltimah oksida diperoleh dengan cara refluks trifeniltimah hidroksida dalam pelarut toluen pada temperatur 80 -100°C selama 2 jam dengan persen perolehan masing-masing sekitar 88,56 % dan 51,26 %.
2. karakterisasi titik leleh, FTIR, dan GCMS senyawa hasil sintesis yang diperoleh mendekati dengan data titik leleh, FTIR, dan GCMS literatur.
3. Perlakuan kayu dengan trifeniltimah hidroksida ternyata berpengaruh sangat nyata terhadap serangan rayap kayu kering sedangkan pada senyawa bis-trifeniltimah oksida tidak terlalu berpengaruh.





Gambar 14 : Pengaruh penambahan TPTOH pada contoh uji



Gambar 15 : Pengaruh penambahan TPTO pada contoh uji

## DAFTAR ACUAN

1. Blunden, S.J., P.A Cussack, R.Hill., 1985, *The Industrial Uses of Tin Chemistry*, The Royal Society of Chemistry, London.
2. Scherwin forth., D.Ventor., 1973, *TBTO and TBTN safe and effective biocide for wood preservation*. Experimental toxicology.german.
3. Jasni dan Ginuk Sumami., 2000, *Pengujian keawetan kayu terhadap serangga perusak kayu di laboratorium*. Pusat Penelitian dan Pengembangan teknologi Hasil Hutan, Jurnal Penelitian Hutan.
4. Manku., G. S.,1980, *Theoretical Principles of Inorganic Chemistry*. McGraw Hill. London.

5. Wilkinson, Sir. Geoffrey.,1982, *Comprehensive Organometallic Chemistry*. International Tin Research Institute. Pergamon Press. Oxford
6. B. Kushlefsky, I. Simmons, A. Ross, 1963, *Characterization of triphenyltin hidroxide and bis-triphenyltin oxide*.journal of Inorganic Chemistry, vol 2 no 1 .
7. <http://www.webbook.nist.gov/chemistry>
8. Indah Septyaningrum, 2003, *Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Bis-Tributiltimah oksida*. Departemen Kimia FMIPA-UI
9. WHO.,1980, Tin and Organotin compounds. *Enviromental Health Criteria*. Hal 17-68.
10. Nandika Dodi, Yudi Rismayadi dan Farah Diba, 2003, *Rayap Biologi dan Pengendaliannya*. Muhammadiyah University Press. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
11. Hunt George M., George A Garath, 1986, *Pengawetan kayu. Terj : Wood Preservation*. Jakarta: CV.Akademika Pressindo.
12. Maylani Dyah, 2004, *Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Trifeniltimah Hidroksida dari Timah (IV) Klorida*. FMIPA UI, Depok : viii + 43 hlm.
13. John M. Batt. 2005, June 22, *The world of organotin chemical application, substitution and environment*. <http://www.google.com>.
14. Yulianti, Yusuf dan Hadi, 1998, *Pengaruh perlakuan asetilasi dan TBTOA terhadap ketahanan tiga jenis kayu dari serangan rayap*. Prosiding MAPEKI 2 hal 66 -78.
15. Rowell, R.M., 1975, *Chemical Modification of Wood: Advantages and Disadvantages*. Proceeding of the American Wood-Preservers Association. Hal 41-51.
16. Jennifer stoge, 'scott G lynn dkk., 2002, *Effect of larval exposure to triphenyltin survival,growth and behavior of larval and juvenile ambystoma barbaouri*. *Enviromental toxicology and chemistry*. Vol 21 no 4, pp 807-815.
17. Fleming, Williams, 1980, *Spectroscopic Methods*. 3<sup>rd</sup> Edition, UK, McGraw Hill : ix + 251 hlm.
18. Steel. Robert G. D., 1989, *Prinsip dan Prosedur Statistika : Suatu Pendekatan Biometrika*, Edisi 2, Jakarta. Gramedia : xxiii + 748 hlm. papers, Munich. 2001. 1002-1005.