

**PEMBERIAN BEBERAPA KONSENTRASI KITOSAN UNTUK
MENGENDALIKAN HAMA RAYAP *Coptotermes curvignathus* Holmgren
(Isoptera : *Rhinotermitidae*)**

Raima Yulis⁽¹⁾, Desita Salbiah⁽²⁾, Agus Sutikno⁽²⁾

⁽¹⁾Mahasiswa Fakultas Pertanian UR

⁽²⁾Dosen Pembimbing

ABSTRACT

Termite attack on palm oil plantation is one of the major problem and difficult control, because termite live on the ground soil. Alternative control can be used using shrimp shell, is the name with chitosan. Research has been conducted at Plant Pest Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Riau from October until December 2011. The objective is to find the effect of some concentrations of shrimp shell to control termite. The research carried out by using completely randomize design with four treatments and five replications. The treatments were shrimp shell concentrations powder without chitosan (control), 3 g/500ml CH₃COOH, 5g/500ml CH₃COOH and 7 g / 500ml CH₃COOH. The results of this research show that the concentration of chitosan powder 3 g / 500ml CH₃COOH is better a concentration, because at this concentration is able to kill termites *Coptotermes curvignathus* 84%, and the of concentration of chitosan powder 7 g / 500ml CH₃COOH can cause total mortality of 100%.

Keywords : shrimp shell, chitosan powder, *Coptotermes curvignathus*.

PENDAHULUAN

Serangan rayap *Coptotermes curvignathus* pada tanaman kelapa sawit di lahan gambut merupakan salah satu kendala utama yang perlu ditanggulangi. Hama ini dapat menimbulkan kerusakan fisik secara langsung pada tanaman dan menyebabkan terjadinya penurunan hasil, sehingga menimbulkan kerugian ekonomis yang cukup besar. Hal ini disebabkan rayap dapat menyerang akar dan batang tanaman sehingga translokasi air dan zat hara dari tanah terganggu dan akhirnya tanaman mati (Nandika dkk, 2003).

Rayap *Coptotermes curvignathus* sulit dikendalikan karena sering berada didalam tanah dan pada sisa-sisa kayu yang menjadi makanan, tempat persembunyian serta tempat perkembangbiakannya. Menurut Yatina dkk, (2006) persentase serangan rayap pada tanaman kelapa sawit mencapai 10,8 %, pada tanaman karet yang mencapai 7,4 %, pada tanaman sengon mencapai 7,46 %. Di Indonesia kerugian yang disebabkan oleh rayap tiap tahun tercatat sekitar Rp. 224 miliar - Rp. 238 miliar (Prasetyo, 2004).

Sementara itu teknologi untuk mengendalikan rayap sampai saat ini masih bertumpu pada penggunaan pestisida anti rayap (termitisida). Senyawa kimia sintetik sampai saat ini selalu diandalkan untuk mengendalikan serangga hama tumbuhan di Indonesia. Akibat pemakaian pestisida yang tidak bijaksana akan banyak menimbulkan dampak negatif yang sangat merugikan, antara lain: resistensi dan resurgensi hama, munculnya hama sekunder, matinya musuh alami,

merusak lingkungan dan membahayakan manusia. Semakin meningkatnya kesadaran manusia akan kualitas lingkungan hidup yang tinggi, maka pengendalian serangga hama yang bertumpu pada penggunaan pestisida harus ditekan seminimal mungkin.

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan adanya tindakan pengendalian alternatif yang tidak menyebabkan pencemaran pada lingkungan yaitu kitosan, yang dapat dibuat dari senyawa kitin yang banyak terkandung di cangkang binatang, diantaranya pada cangkang udang atau hewan laut lainnya (Tarumingkang, 2001).

Kitosan merupakan jenis polisakarida yang bersifat mudah terdegradasi secara alami atau secara biologis. Kitosan tidak beracun bagi manusia, tetapi beracun untuk rayap, oleh karena itu perlu diupayakan untuk pembuatan kitosan yang dapat digunakan untuk mengatasi serangan rayap, dengan keekonomisannya serta keefektifan dan keramahan terhadap lingkungan (Tarumingkang, 2001).

Pada penelitian sebelumnya telah ada yang menggunakan kitosan dalam mengendalikan hama rayap *macrotermes gilvus* Hagen yang termasuk famili termitidae yang tergolong kedalam rayap tingkat tinggi, rayap ini menyerang tanaman perkebunan seperti kelapa, karet, kelapa sawit, dan kakao (Prasetyo dan Yusuf, 2005).

Macrotermes gilvus Hagen hidup didalam tanah yang banyak mengandung bahan berlignosa seperti kayu yang telah mati, adanya serangan rayap pada tanaman tidak dapat dilihat sejak awal karena bagian yang biasa diserang ada dibawah permukaan tanah (Prasetyo dan Yusuf, 2005).

Macrotermes gilvus Hagen membuat lumpur sebagai penutup pada kullit kayu dibatang setinggi 2-3 m. Tingkat serangan *macrotermes gilvus* Hagen pada tanaman kayu putih menyebabkan kematian hingga 71% (Nandika dkk, 2003).

Kitosan telah banyak digunakan untuk mengendalikan hamarayap, diantaranya dari famili kalotermitidae, termitidae, rhinotermitidae dan famili lainnya. Hasil penelitian Tobing (2007) menunjukkan bahwa konsentrasi kitosan yang baik untuk mengendalikan hama rayap yaitu pada konsentrasi 5 g/500 ml CH₃COOH dengan persentase mortalitas 100% pada 3 hari setelah aplikasi.

Berdasarkan uraian di atas, penulis telah melakukan penelitian dengan judul “Pemberian Beberapa Konsentrasi Kitosan untuk Mengendalikan Hama Rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren (Isoptera : Rhinotermitidae)”.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi kitosan yang baik dalam mengendalikan hama rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biokimia Fakultas FMIPA dan Laboratorium Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau Jl. Bina Widya KM 12,5 Kecamatan Tampan Kelurahan Simpang Baru Panam Pekanbaru. lama waktu penelitian 3 bulan dari bulan Oktober sampai Desember 2011. Bahan yang digunakan terdiri dari kulit udang, Aquades, HCL 1N, NaOH, CH₃COOH (Asam Asetat) 1%, aquades, Serbuk gergaji, rayap *Coptotermes curvignathus* (kasta pekerja). Alat yang digunakan yaitu, cawan petri, tabung reaksi, stoples, kain kasa, karet gelang, hansprayer, gelas piala volume 1000ml, gelas ukur, labu

takar, pengaduk, pipet tetes, gelas ukur, thermometer, blender ayakan 40-60 mesh, oven, pH universal, kaleng dengan ukuran 25x25x40 cm³, kain kasa, gunting, pisau, pinset steril, *thermo-hygrometer*, label nama, kaca pembesar, mikroskop, timbangan analitik, meteran, wadah plastik dengan ukuran 50 cm dan tinggi 70 cm, panci, bak kayu yang berukuran 100x80x10 cm³, erlenmeyer, kompor gas dan alat tulis lainnya.

Metode penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan, sehingga diperoleh 20 unit percobaan.

k₀ = kontrol (tanpa serbuk kitosan)

k₁ = 3 g serbuk kitosan/500 ml CH₃COOH

k₂ = 5 g serbuk kitosan/500 ml CH₃COOH

k₃ = 7 g serbuk kitosan/500 ml CH₃COOH

Pelaksanaan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi : 1) Penyediaan Rayap yang bertujuan untuk persediaan hama dan perlakuan 2) Penyediaan kulit udang yang bertujuan untuk pembuatan kitosan. 3). Infestasi hama 4). Pemberian perlakuan.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi : awal kematian *Coptotermes curvignathus* (jam), *Lethal Time*₅₀ (jam), persentase mortalitas harian (%), persentase mortalitas total (%), perubahan tingkah laku dan morfologi *Coptotermes curvignathus*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biokimia Fakultas FMIPA dan Laboratorium Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Riau Jl. Bina Widya KM 12,5 Kecamatan Tampan Kelurahan Simpang Baru Panam Pekanbaru. pada suhu rata-rata 27,77 °C dan kelembaban 92,44 %, dengan hasil sebagai berikut :

Awal kematian *Coptotermes curvignathus* (jam)

Tabel 1. Rata-rata awal kematian *Coptotermes curvignathus* setelah pemberian beberapa konsentrasi serbuk kitosan (jam).

Konsentrasi	Rerata (Jam)
Tanpa serbuk kitosan	40.00b
Serbuk kitosan 3 g /500ml CH ₃ COOH	4.20a
Serbuk kitosan 5 g /500ml CH ₃ COOH	3.40a
Serbuk kitosan 7 g /500ml CH ₃ COOH	2.20 a

KK = 12,08%

Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5% setelah di transformasi Log Y.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa perlakuan tanpa serbuk kitosan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Konsentrasi serbuk kitosan 3 g/500 ml CH₃COOH berbeda tidak nyata dengan perlakuan konsentrasi serbuk kitosan 5 g/500 ml CH₃COOH dan 7 g /500ml CH₃COOH.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi serbuk kitosan 7 g/500ml CH₃COOH adalah awal kematian tercepat yaitu 2,2 jam dan diikuti oleh konsentrasi serbuk kitosan 3 g/500ml CH₃COOH dan 5g/500ml CH₃COOH, masing- masing 4,2 dan 3,4 jam.

Racun yang bekerja di awal kematian serangga uji adalah racun kontak karena daya kerja racun kontak pada serbuk kitosan lebih dahulu bekerja dibandingkan racun perut, karena racun kontak dapat langsung mengenai tubuh serangga uji tanpa harus terserap terlebih dahulu oleh tanaman inang.

Serbuk kitosan yang terdapat pada konsentrasi 3g/500 ml CH₃COOH, 5g/500ml CH₃COOH dan 7g/500ml CH₃COOH pada tubuh *Coptotermes curvignathus* berbeda tidak nyata antar sesamanya. Hal ini diduga karena pestisida yang terkandung dalam serbuk kitosan belum bekerja secara efektif dalam mengendalikan *Coptotermes curvignathus* sehingga peningkatan konsentrasi tidak menimbulkan perbedaan yang nyata dalam hal mematikan serangga uji.

Serbuk kitosan dapat mematikan serangga dikarenakan senyawa ini mengandung bahan aktif yang disebut astaksantin yang dapat menyebabkan serangga kehilangan nafsu makan dan lama kelamaan serangga akan mati.

Menurut Prasetyo (2004) insektisida astaksantin masuk ke dalam tubuh *Coptotermes curvignathus* melalui lubang alami dari tubuh serangga, melalui lapisan kulit bagian luar, melalui alat mulut dan bekerja di saluran pencernaan serangga. *Coptotermes curvignathus* yang telah terkena senyawa serbuk kitosan menunjukkan gejala awal perubahan tingkah laku yaitu menjadi kurang aktif bergerak, aktifitas makan menurun, dan terjadi perubahan morfologi yaitu tubuh dari *Coptotermes curvignathus* berubah warna menjadi kecoklatan.

Racun yang terdapat didalam serbuk kitosan ini masuk kedalam tubuh serangga secara kontak, yaitu masuk melalui lubang alami dari tubuh serangga. Setelah masuk ke dalam tubuh serangga racun akan menyebar ke seluruh tubuh serangga sehingga dapat mengganggu aktifitas serangga dan serangga akan mati.

Lethal Time (LT₅₀) (Jam)

Hasil pengamatan *Lethal Time*₅₀ setelah dianalisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi serbuk kitosan memberikan pengaruh nyata terhadap waktu yang dibutuhkan serbuk kitosan untuk mematikan rayap *Coptotermes curvignathus* 50% (Lampiran 1 b), dan hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata *lethal time* 50 dengan pemberian beberapa konsentrasi serbuk kitosan (jam).

Konsentrasi	Rerata (Jam)
Tanpa serbuk kitosan	40.00 c
Serbuk kitosan 3 g /500ml CH ₃ COOH	17.60 b
Serbuk kitosan 5 g /500ml CH ₃ COOH	12.80 a
Serbuk kitosan 7 g /500ml CH ₃ COOH	12.80 a

KK= 6,19%

Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5% setelah ditransformasi Log Y.

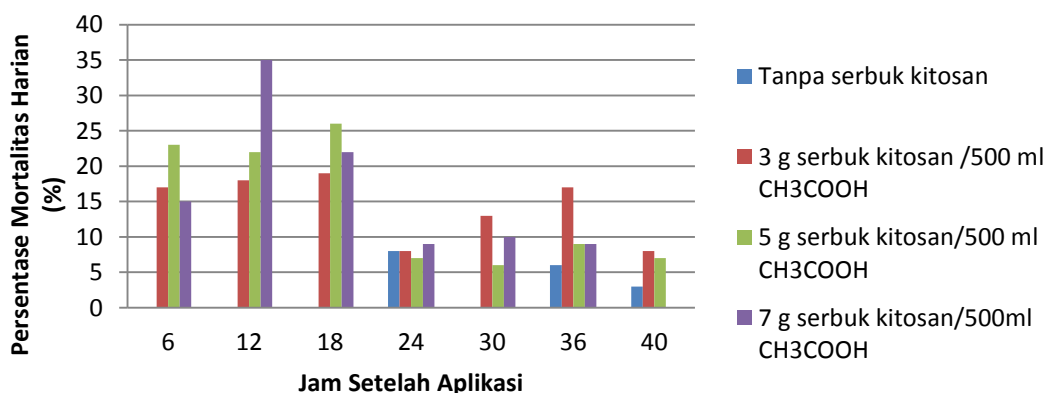
Tabel 2 memperlihatkan bahwa perlakuan dengan konsentrasitanpa serbuk kitosan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan konsentrasi 3 g /500ml CH₃COOH berbeda nyata dengan perlakuan 5 g /500ml CH₃COOH dan perlakuan 7 g /500ml CH₃COO.

Pemberian konsentrasi yang berbeda dapat mematikan 50% populasi *Coptotermes curvignathus* uji. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan akan menyebabkan kematian *Coptotermes curvignathus* semakin cepat. Hal ini sesuai dengan Prasetyo (2005) menyatakan semakin tinggi konsentrasi kitosan yang diberikan maka semakin tinggi mortalitas rayap.

Sedangkan perlakuan konsentrasi 5g /500ml CH₃COOH dan 7 g /500ml CH₃COOH menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Hal ini diduga bahwa adanya pengaruh dari daya tahan dan respon dari serangga uji yang relatif sama terhadap perlakuan serbuk kitosan sehingga dengan penambahan konsentrasi tidak memberikan pengaruh terhadap *lethal time* 50 *Coptotermes curvignathus*.

Mortalitas Harian (%)

Hasil pengamatan terhadap persentase mortalitas harian rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren dengan perlakuan konsentrasi serbuk kitosan yang berbeda menunjukkan pengaruh terhadap kematian rayap. Persentase kematian rayap dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 Fluktuasi mortalitas harian *Coptotermes curvignathus* (%)

Gambar 9 memperlihatkan bahwa serbuk kitosan berpengaruh terhadap mortalitas rayap *Coptotermes curvignathus* yaitu pada 6 jam pertama telah menyebabkan tingkat kematian *Coptotermes curvignathus* dengan kisaran 15% -

23% kecuali pada perlakuan tanpa serbuk kitosan. Hasil ini didukung oleh pendapat Prasetyo (2004) bahwa banyaknya senyawa astaksantin yang menempel pada tubuh *Coptotermes curvignathus* akan memberikan pengaruh yang besar pula terhadap mortalitas harian. Semakin tinggi pemberian konsentrasi maka hasilnya akan semakin meningkat.

Mortalitas harian mencapai puncak pada jam ke- 12 dengan persentase sebesar 35% pada konsentrasi 7g./500ml CH₃COOH, diikuti pada konsentrasi 5g/500ml CH₃COOH dengan persentase mortalitas harian sebesar 26% dan konsentrasi 3 g/ 500ml CH₃COOH dengan persentase sebesar 23%. Hal ini dikarenakan daya kerja serbuk kitosan sebelum 24 jam telah bekerja dengan cepat dalam mematikan serangga uji. Pada jam ke 24 mortalitas harian *Coptotermes curvignathus* menurun diduga karena senyawa yang terkandung dalam serbuk kitosan sudah mulai terurai dan berkurang kemampuannya. Pengamatan hingga jam ke 40 persentase kematian *Coptotermes curvignathus* mengalami penurunan hingga sebesar 8%.

Terjadinya mortalitas harian pada perlakuan tanpa serbuk kitosan diduga karena ketidakmampuan *Coptotermes curvignathus* untuk menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan yang baru. Dalam hal ini lingkungan sangat mempengaruhi keaktifan makan *Coptotermes curvignathus*, karena *Coptotermes curvignathus* dihadapkan kepada makanan yang tunggal, sehingga tidak ada pilihan makanan lain. *Coptotermes curvignathus* yang mampu bertahan dan menyesuaikan diri akan melakukan orientasi makan, sedangkan yang tidak mampu menyesuaikan diri akan mati (Adharini, 2008).

Mortalitas Total (%)

Hasil pengamatan persentase mortalitas total rayap *Coptotermes curvignathus* setelah dianalisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi serbuk kitosan memberikan pengaruh nyata terhadap persentase mortalitas total rayap selama 40 jam (Lampiran 1 c), dan hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata persentase mortalitas total rayap *coptotermescurvignathus* dengan pemberian beberapa konsentrasi serbuk kitosan.

Konsentrasi	Rerata (%)
Tanpa serbuk kitosan	17.00 a
Serbuk kitosan 3 g /500ml CH ₃ COOH	84.00 b
Serbuk kitosan 5 g /500ml CH ₃ COOH	88.00 b
Serbuk kitosan 7 g /500ml CH ₃ COOH	100.00 c

KK = 10,24%

Angka-angka pada lajur yang diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5% setelah di transformasi dengan formula Arcsin \sqrt{y} .

Tabel 3 memperlihatkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi tanpa serbuk kitosan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. perlakuan 3g/500ml CH₃COOH dan 5g/500ml H₃CCOOH menunjukkan perbedaan yang tidak nyata,

akan tetapi berbeda nyata dengan konsentrasi 7g/500ml CH₃COOH, berbeda tidak nyata yang artinya tidak menunjukkan perubahan yang signifikan.

Hal ini berarti, perlakuan konsentrasi serbuk kitosan 3g/500ml CH₃COOH sudah cukup untuk mengendalikan *Coptotermes curvignathus*. Serbuk kitosan bisa dikatakan efektif sebagai pestisida apabila perlakuan dengan konsentrasi tersebut dapat mengakibatkan tingkat kematian lebih dari 80% (Anonim, 2008).

Racun masuk ke dalam tubuh *Coptotermes curvignathus* secara kontak yaitu masuk melalui lubang alami dari tubuh serangga. Setelah masuk ke dalam tubuh serangga, lalu masuk ke saluran pencernaan dan diserap oleh Ventriculus yang akan menyebabkan terganggunya pencernaan serangga. Setelah racun menyebar ke seluruh tubuh serangga mengakibatkan menurunnya aktifitas makan serangga.

Menurunnya aktifitas makan secara perlahan-lahan akan menyebabkan kematian. Hasil ini didukung oleh pendapat Zakiah dkk, (2007) bahwa racun yang terkandung pada serbuk kitosan akan berpengaruh dalam proses pencernaan makanan, menghambat sistem kerja usus dan mengganggu sistem pencernaan, sehingga proses pencernaan makanan tidak dapat berlangsung menyebabkan hilangnya sumber energi bagi rayap tersebut dan dapat berakibat pada kematian rayap.

Kemungkinan terakhir adalah senyawa aktif yang terkandung pada serbuk kitosan akan bekerja dengan memanfaatkan perilaku khas rayap, yaitu *throphalaxis*. Perilaku ini merupakan cara rayap untuk menyampaikan makanan dari kasta perkerja ke anggota lainnya. Rayap yang masih sehat dapat tertular racun dari senyawa aktif dalam makanan yang diberikan kepadanya dari rayap lain. Selain itu perilaku *throphalaxis* juga dilakukan rayap untuk menyampaikan protozoa bagi individu yang baru saja ganti kulit (*ekdisis*). Pada saat *ekdisis* kulit usus juga tanggal sehingga protozoa simbiosis ikut keluar dan diperlukan reinfeksi dengan jalan *throphalaxis*. Pada saat peristiwa ini ada kemungkinan rayap yang berganti kulit mengambil protozoa yang telah terkontaminasi senyawa aktif dari rayap lain. Hal ini akan menyebabkan rayap tersebut tidak lagi memiliki kemampuan untuk mensintesa selulosa (Nandika dkk, 2003 dalam Adkhi, 2007).

Terjadinya mortalitas pada perlakuan tanpaserbuk kitosan akan dikarenakan rayap uji ada yang mati diduga karena ketidakmampuan *Coptotermes curvignathus* untuk menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan yang baru. Dalam hal ini lingkungan sangat mempengaruhi keaktifan makan *Coptotermes curvignathus*, karena *Coptotermes curvignathus* dihadapkan kepada makanan yang tunggal, sehingga tidak ada pilihan makanan lain. *Coptotermes curvignathus* yang mampu bertahan dan menyesuaikan diri akan melakukan orientasi makan, sedangkan yang tidak mampu menyesuaikan diri akan mati (Adharini, 2008).

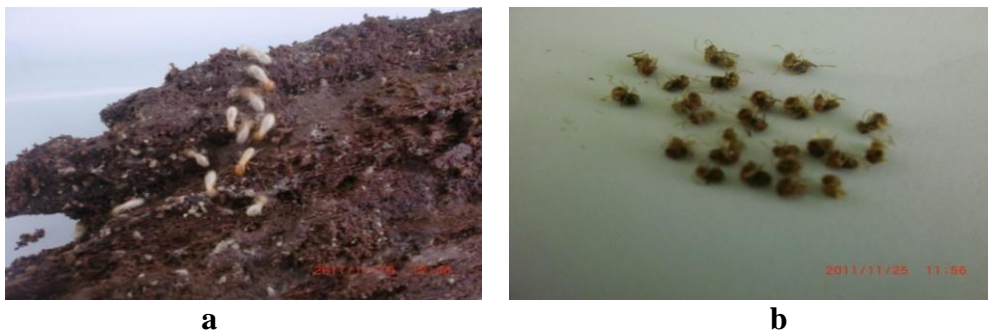
Konsentrasi serbuk kitosan 3g/500mlCH₃COOH adalah konsentrasi yang lebih baik karena telah mampu menyebabkan mortalitas *Coptotermes curvignathus* sebesar 84%.

Perubahan Tingkah Laku dan Morfologi Rayap.

Pada penelitian yang telah dilakukan terlihat bahwa terjadi perubahan tingkah laku *Coptotermes curvignathus* setelah diberikan perlakuan serbuk

kitosan. Perubahan tingkah laku terlihat beberapa jam setelah aplikasi. *Coptotermes curvignathus* menunjukkan menurunnya aktivitas, yaitu gerakan yang pada awalnya bergerak aktif menjadi terlihat lemas atau bergerak pasif.

Perubahan morfologi *Coptotermes curvignathus* terlihat setelah 1 jam aplikasi perlakuan. Perubahan yang terjadi adalah warna tubuh dan bentuk tubuh. Warna tubuh berubah dari berwarna putih pucat menjadi warnacoklat kehitaman .dan bentuk tubuh kaku kemudian menjadi keriput. (Gambar 9) Hal ini menunjukkan bahwa serbuk kitosan yang diaplikasikan memberikan pengaruh terhadap perilaku *Coptotermes curvignathus* dan dapat menurunkan aktifitas dari *Coptotermes curvignathus* tersebut. Prasetyo dan Yusuf (2005) menyatakan bahwa senyawa toksin yang terkandung dalam serbuk kitosan dapat menyebabkan bagian tubuh kaku, sehingga aktifitas serangga terganggu dan mengakibatkan penurunan metabolisme tubuh dan pencernaan.



Gambar 9. Perbedaan antara rayap yang sehat dengan rayap yang mati
a. Rayap yang sehat
b. Rayap yang mati

Sumber : Foto Penelitian (2011)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Konsentrasi serbuk kitosan 7g/500ml CH_3COOH memberikan waktu awal kematian tercepat yaitu 2,2 jam, konsentrasi serbuk kitosan 3g/500ml CH_3COOH mampu mematikan hama sebesar 84%, dan konsentrasi serbuk kitosan 7g/500ml CH_3COOH menyebabkan persentase mortalitas total *C.curvignathus* sebesar 100%.

Saran

Upaya pengendalian hama rayap sebaiknya menggunakan konsentrasi serbuk kitosan 3g/500ml CH_3COOH , namun perlu dilakukan penelitian aplikasi dilapangan mengingat banyak faktor yang mempengaruhi aplikasi pestisida.

DAFTAR PUSTAKA

Adharini, G. 2008. Uji Keampuhan Ekstrak Akar Tuba (*Derris elliptica* Benth) untuk Mengendalikan Ryap Tanah *Coptotermes curvignathus*

- Holmgren.** Skripsi Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. (Tidak Dipublikasikan)
- Adkhi, I. I. 2007. **Ekstrak Daun Srikaya (*Annona squamosa* L.), Daun Sirsak (*Annona muricata* L.), dan Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) sebagai Bahan Pengawet Alami Anti Rayap.** Skripsi Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Skripsi tidak dipublikasikan).
- _____, 2008. **Pengenalan Insektisida.** http://www.google.co.id/search?hl=Id&source=hp&q=pengenalan+insektisida&aq=f&aql=&aql=&og=&gs_rfai=.D diakses pada tanggal 15 Mei 2010.
- Nandika D., Y. Rismayadi., dan F. Diba. 2003. **Rayap, Biologi dan Pengendaliannya.** Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta..
- Prasetyo, K. W. 2005. **Kitosan, Pengendali Rayap Ramah Lingkungan.** LIPI. Bogor.
- Reinisia, H. W. 2003. **Fiksasi senyawa kitosan pada berbagai konsentrasi dan Pengaruhnya terhadap Sifat Fisis Kayu Tusam (*pinus merkusii Jung et de vr.*).** Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tarumingkeng, R. C. 2001. **Biologi dan Prilaku Rayap.** <http://www.google.co.id/> Diakses pada tanggal 14 Desember 2008.
- Tarumingkeng, R.C. 2001. **Pestisidada Penggunaannya.** <http://www.rudycet.com/tox/pestisida.htm>. Diakses tanggal 11 April 2010.
- Tarumingkeng, R. C. 2001. **PSIH (Pusat Studi Ilmu Hayati) Institut Pertanian Bogor.** http://www.rudycet.com/biologi_dan_perilaku_rayap.htm. Diakses tanggal 22 Januari 2010.
- Tobing, D. R. L. 2007. **Penggunaan Berbagai Konsentrasi Kitosan dan Fipronil Terhadap Pengendalian Hama Rayap *macrotermes gilvus hagen* (Isoptera; Termitidae) skala laboratorium.** USU
- Yatina, E. M. F. X. Susilo dan M. H. Agus. 2006. **Serangan dan Populasi Rayap Pada Pohon Karet, Kelapa Sawit dan Sonokeling.** <http://www.unila.ac.id/~fp>. Diakses pada tanggal 29 Januari 2009.
- Zakiah, S. D. Purnomo dan E, Nugraheni. 2007. **Pemanfaatan Limbah Kulit Rajungan Untuk Pengendalian Rayap Tanah *C. curvignathus holmgren.*** <http://www.google.co.id/> Diakses pada tanggal 22 Januari 2009.