

Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia

Volume 12 No. 1**April 2007**

| | |
|--|----|
| Teknologi Umpan Berbahan Aktif Kitosan untuk Pengelolaan Rayap Tanah <i>Coptotermes curvignathus</i> Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae). Arinana | 1 |
| Mineral Besi Sebagai Peningkat Vitalitas Ikan Kerapu Bebek (<i>Cromileptes altivelis</i>) Saat Kondisi Stres Hipoksia. Mia Setiawati | 8 |
| Pemetaan <i>Quantitative Trait Loci</i> untuk Sifat Berskala Kategorik. Farit Mochamad Afendi | 15 |
| Distribusi Spasial Populasi Simping (<i>Placuna placenta</i>) di Pesisir Tangerang. Yonvitner | 22 |
| Produksi Konsentrat Karotenoid dari Fraksi Cair Minyak Sawit Menggunakan Metode Kromatografi Kolom Adsorpsi. Nur Wulandari | 28 |
| Biaya Transaksi Usaha Penangkapan Ikan di Kota Pekalongan. Eva Anggraini..... | 35 |
| Pemanfaatan Bakteri Endofit pada Pisang untuk Mengendalikan Penyakit Darah: Isolasi, Uji Penghambatan <i>In Vitro</i> dan <i>In Planta</i> . Abdjad Asih Nawangsih | 43 |
| Allotransplantasi Testis Mencit Muda sebagai Upaya Preservasi Gonad <i>In Vivo</i> . Wahono Esthi Prasetyaningtyas | 50 |
| Uji Perkecambahan Buah Jati Muna dan Jati Malabar Muna. Arum Sekar Wulandari | 56 |

TEKNOLOGI UMPAN BERBAHAN AKTIF KITOSAN UNTUK PENGELOLAAN RAYAP TANAH *Coptotermes curvignathus* HOLMGREN (Isoptera: Rhinotermitidae)

Arinana¹⁾

ABSTRACT

BAITING TECHNOLOGY WITH CHITOSAN ACTIVE IN GRADIENT TO MANAGE OF SUBTERANNEAN TERMITE *Coptotermes curvignathus* HOLMGREN (Isoptera: Rhinotermitidae)

The cost of termite *Coptotermes curvignathus* attack on buildings is enormous. In Indonesia, we know one environmental tolerant method to overcome the attack which is called baiting systems. However, this methods is relatively expensive, because there is only one product available all over the country. Chitosan is known for its bioactive ability as the retardant in mushrooms and fungi growth. Based on these facts, chitosan is assumed had the capability as a substance that could eradicate subteranean termite with baiting system which are environmental tolerant. Chitosan was dissolved in acetatic acid solvent. The concentration of the chitosan solvent used in this research were 0% (control), 0,25%, 0,5%, 1%, 2%, 3%, 4%, and 5%. The samples in this research were filter papers. The responses analyzed were percentage of termite mortality and weight loss percentages. Concentration of 0,5% chitosan gave significant affect on mortality of subteranean termite *C. curvignathus*. The highest percentage of mortality of subteranean termite *C. curvignathus* was by 4% concentration, which was 94,2%. While the weight loss percentage of filter papers gave a very significant affect at 1% concentration. The lowest weight loss percentage of filter papers was at 4% concentration of chitosan solvent, which was 7,4%.

Keyword : chitosan, *Coptotermes curvignathus*, baiting technology

ABSTRAK

Kerusakan bangunan dan isi bangunan karena serangan rayap *Coptotermes curvignathus* sangat besar. Di Indonesia sudah ada metode pengendalian yang ramah lingkungan, yaitu dengan sistem umpan, akan tetapi harganya masih relatif mahal karena hanya ada satu produk. Kitosan diketahui mempunyai kemampuan bioaktif sebagai penghambat pertumbuhan kapang dan jamur. Berdasarkan hal tersebut, kitosan diperkirakan mampu digunakan pula sebagai bahan yang dapat membunuh rayap tanah dengan sistem umpan yang ramah lingkungan. Kitosan dilarutkan dalam pelarut asam asetat. Konsentrasi larutan kitosan yang digunakan dalam pengujian adalah sebesar 0% (kontrol) 0,25%, 0,5%, 1%, 2%, 3%, 4% dan 5%. Contoh uji berupa kertas saring. Pengamatan yang akan dilakukan berupa data persentase mortalitas rayap dan

persentase kehilangan bobot. Konsentrasi kitosan 0,5% telah memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap mortalitas rayap *C. curvignathus*. Persentase kehilangan bobot uji memberikan pengaruh yang sangat nyata pada konsentrasi 1,0%. Persentase kehilangan bobot kertas uji terendah juga pada konsentrasi larutan kitosan 4%, yaitu sebesar 7,4%. Jadi dengan konsentrasi 1,0% sudah cukup optimal sebagai umpan rayap.

Kata kunci: kitosan, *Coptotermes curvignathus*, teknologi umpan

PENDAHULUAN

Latar Belakang Penelitian

Rayap tanah (*subteranean termites*) yang banyak dijumpai di daerah tropis merupakan salah satu serangga perusak kayu dan bangunan yang cukup penting. Kerusakan bangunan yang terjadi

1) Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Kampus IPB Darmaga, Bogor. Telp. 621285 Fax. 621256, 621285. E-mail: arinana@ipb.ac.id

mengakibatkan kerugian yang cukup besar serta menyebabkan umur pakai bangunan menjadi pendek. Salah satu spesies rayap tanah yang menimbulkan kerusakan ekonomis yang paling besar adalah *Coptotermes curvignathus* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae), yang menurut Rahmawati (1996) perkiraan kerugian yang ditimbulkan pada tahun 2000 di Indonesia mencapai Rp 1,4 trilyun.

Teknik pengendalian yang mulai berkembang saat ini adalah dengan cara pengumpanan (*baiting*). Prinsip metode pengumpanan adalah dengan menggunakan insektisida ramah lingkungan yang dikemas dalam bahan berselulosa, bersifat nonrepellent, serta bereaksi lambat yang disenangi oleh rayap sehingga menarik perhatian rayap untuk makan. Akan tetapi umpan rayap yang ada di pasaran saat ini, harganya sangat mahal.

Kitosan diketahui mempunyai kemampuan bioaktif sebagai penghambat pertumbuhan kapang dan jamur (Allan dan Hadniger (1929) dalam El-Ghaouth *et al.* (1991). Polikation alami dari kitosan dapat menghambat pertumbuhan kapang dan jamur patogen, diantaranya jamur tanah seperti *Fusarium oxysporum* dan *Rhizoctania solani*. Kitosan diketahui dapat menghambat germinasi spora dan pertumbuhan kapang *Bothria cinerea* dan *Rhizopus stolonifer* pada buah strawbery (El-Ghaouth *et al.*, 1991). Nandika *et al.* (2002) membuktikan bahwa senyawa kitosan mampu menghambat pertumbuhan jamur pelapuk kayu *S. commune* dengan persentase penghambatan pertumbuhan radial berkisar antara 27,431% dan 87,693%. Berdasarkan hal tersebut, khitosan diperkirakan mampu digunakan pula sebagai bahan yang dapat membunuh rayap tanah dengan sistem umpan yang ramah lingkungan.

Penelitian ini bertujuan menguji kemampuan umpan rayap berbahan aktif khitosan sebagai pengendali rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah kitin, rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren, asam asetat, akuades, kertas

saring Whatman, aluminium foil, oven, dan cawan petri.

Kitin yang digunakan berasal dari Litbang Departemen Kelautan dan Perikanan (DKP) Jakarta yang masih memerlukan proses lebih lanjut untuk menjadi khitosan sehingga bisa diaplikasikan. Proses ekstraksi kitin menjadi kitosan dengan menambah NaOH 60%, kemudian dipanaskan pada suhu 70°C selama 24 jam. Padatan yang diperoleh dicuci dengan air sampai pH netral kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 70°C selama 24 jam (Bastaman, 1989).

Pembiakan Massal Rayap Tanah *C. curvignathus*

Koloni rayap *Coptotermes curvignathus* diperoleh dari kebun percobaan di Yanlappa-Jasinga-Bogor. Koloni rayap diambil dengan menebang pohon yang terserang rayap. Koloni rayap yang diperoleh terlebih dahulu dibiakkan di Laboratorium Biomaterial & Biodeteriorasi-Pusat Penelitian Sumber Daya Hayati dan Bioteknologi (PPSDHB) IPB dengan memasukkannya ke dalam bak yang di dalamnya sudah diberi media berupa serbuk kayu dan papan kayu *Pinus merkusii*. Bagian tengah dari bak tersebut diberi lubang sebagai tempat masuknya air. Bak yang sudah berisi rayap tanah *C. curvignathus* kemudian di masukkan ke dalam tempat berupa bangunan dengan ukuran (1 x 1 x 1) m³ dan ditutup dengan plastik tebal berwarna gelap untuk menghindari rayap keluar dari bak. Pembiakan dilakukan selama selama tiga bulan, baru kemudian digunakan untuk pengujian agar rayap sudah beradaptasi dengan lingkungan baru.

Pembuatan Larutan Kitosan

Kelarutan kitosan dipengaruhi oleh jenis asam, yaitu asam asetat secara umum relatif lebih baik dalam melarutkan kitosan jika dibandingkan asam format. Berdasarkan hasil penelitian Nandika *et al.*, 2002 maka senyawa kitosan yang akan diaplikasikan sebagai umpan sebelumnya dilarutkan dahulu dalam pelarut asam asetat. Konsentrasi larutan kitosan yang digunakan dalam pengujian adalah sebesar 0% (kontrol), 0,25%, 0,5%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%.

Aplikasi Kitosan pada Contoh Uji

Contoh uji berupa kertas saring dengan diameter 8 cm dipotong berbentuk lingkaran. Contoh uji direndam selama 24 jam di dalam larutan kitosan sebanyak enam potong per masing-masing konsentrasi larutan. Setelah direndam selama 24 jam, contoh uji ditiriskan dan dikeringkan dengan kipas angin selama empat hari.

Pengujian Umpan

Unit pengujian umpan rayap ini berupa cawan petri (diameter 9 cm) yang didalamnya telah dimasukkan pasir halus sebanyak dua gram. Cawan petri yang telah bersih pasir halus tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 24 jam agar steril. Setelah dingin, pasir halus di dalam cawan petri yang sudah steril ditetesi dengan air destilata sebanyak 0,75 ml. Kemudian di atas pasir yang sudah ditetesi tersebut diletakkan contoh uji yang telah direndam dengan larutan kitosan dengan konsentrasi tertentu sebanyak dua lembar. Selanjutnya rayap tanah *C. curvignathus* sebanyak 100 ekor rayap pekerja dan 10 ekor prajurit dimasukkan ke dalam cawan petri dan ditutup. Setiap petri konsentrasi diulang tiga kali. Agar aktivitas rayap *C. curvignathus* tidak terganggu, cawan petri di simpan dalam ruang gelap. Pengamatan kehilangan bobot dan mortalitas rayap dilakukan setelah 21 hari.

Pengumpulan Data

Contoh uji selanjutnya dikeringanginkan dan ditimbang untuk menentukan persentase kehilangan bobot umpan berdasarkan Sornuwat *et al.* (1995):

$$\text{Kehilangan Bobot (\%)} = \frac{M_1}{M_1 - M_2} \times 100\%$$

M_1 : Berat umpan awal
 M_2 : Berat contoh uji setelah di umpankan

Selain kehilangan bobot, juga dihitung angka kematian rayap yang dihitung pada saat pembongkaran dengan menggunakan persamaan Sornuwat *et al.* (1995):

Model umum Rancangan Acak Lengkap adalah sebagai berikut:
 $Y_{ij} = \mu + X_{ij} + e_{ij}$
 Y_{ij} = nilai pengamatan nilai perlakuan ke-*i* dan ulangan ke-*j*
 μ = pengaruh nilai rata-rata umum
 X_i = pengaruh sebenarnya dari perlakuan ke-*i* dan ulangan ke-*j*
 e_{ij} = pengaruh kesalahan percobaan karena perlakuan ke-*i* dan ulangan ke-*j*
 i = perlakuan ke-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
 j = ulangan ke-1, 2, 3

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{M_1}{M_1 - M_2} \times 100\%$$

M_1 : Jumlah rayap awal
 M_2 : Jumlah rayap setelah di umpankan

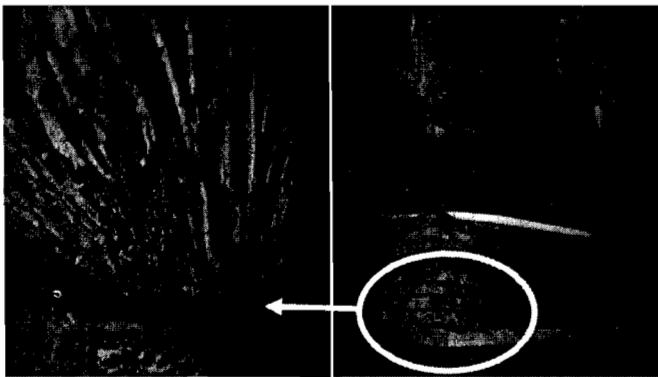
Data diolah dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan dan enam jenis konsentrasi pelarut kitosan sebagai perlakuan.

Model umum Rancangan Acak Lengkap adalah sebagai berikut:

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembinaan Massal Rayap Tanah *C. curvignathus*

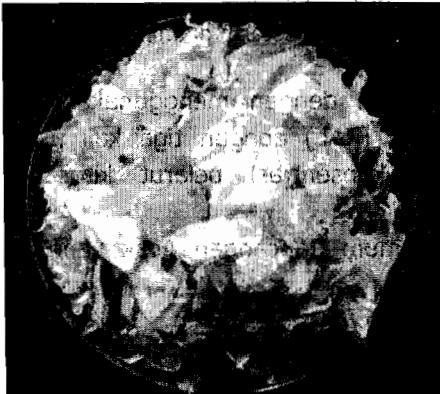
Pembinaan rayap tanah *C. curvignathus* berhasil dengan baik. Setelah tiga bulan diambil dari lapangan, di dalam bak pembinaan masih terdapat koloni rayap yang masih aktif. Hal ini terlihat dari kayu Pinus yang masih terus dikonsumsi oleh koloni rayap tanah yang ada. Bak pembinaan dapat dilihat pada Gambar 1.



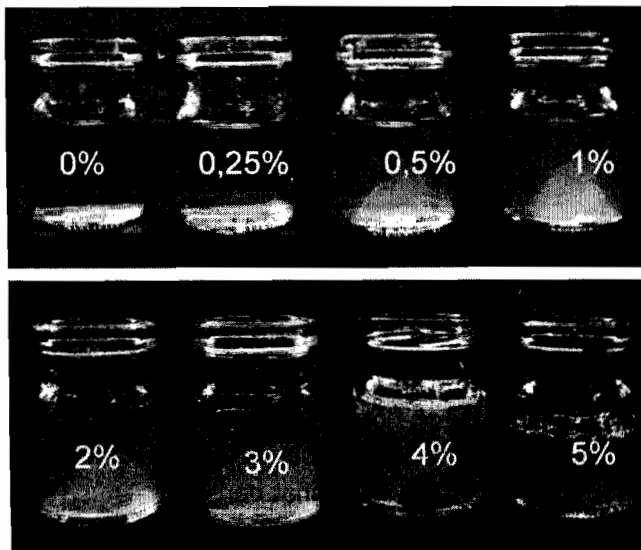
Gambar 1. Bak pembinaan massal rayap tanah *C. curvignathus*

Kitosan

Kitosan yang diperoleh dari proses deasetilasi khitin menjadi kitosan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Kitosan yang siap diaplikasikan



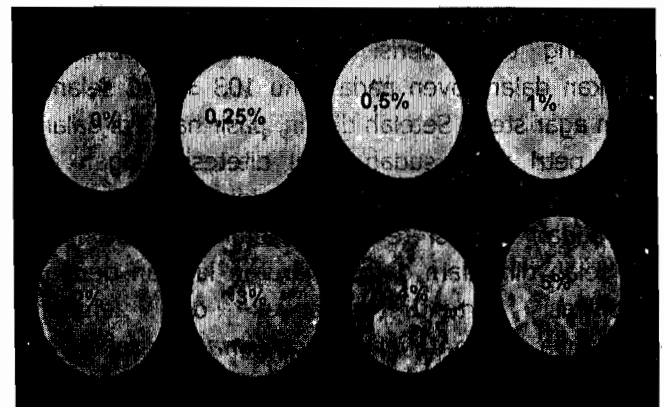
Gambar 3 Larutan kitosan pada berbagai konsentrasi

Larutan Kitosan

Konsentrasi larutan kitosan yang digunakan dalam pengujian adalah sebesar 0% (kontrol), 0,25%, 0,5%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Larutan kitosan yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3. Kitosan dapat larut dengan baik pada pelarut asetat, akan tetapi pada konsentrasi 5% larutan terlalu kental sehingga tidak mudah untuk memasukkan (*impregnation*) larutan tersebut ke dalam media umpan rayap. Kelarutan kitosan dapat dilihat pada Gambar 3.

Aplikasi Kitosan pada Contoh Uji

Aplikasi kitosan pada contoh uji (media umpan rayap) menunjukkan hasil yang baik, artinya larutan kitosan memiliki penetrasi yang baik ke dalam contoh uji. Namun, semakin tinggi konsentrasi larutan kemampuan penetrasi semakin rendah sehingga pada konsentrasi 5%, larutan kitosan tidak bisa merata menempel atau menembus pada kertas saring karena kekentalan larutan yang sangat tinggi. Hasil aplikasi kitosan pada contoh uji disajikan pada Gambar 4. Pengujian umpan berbahan aktif kitosan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4 Kertas uji yang telah direndam pada beberapa konsentrasi larutan kitosan sebelum diujikan pada rayap *C. curvignathus*

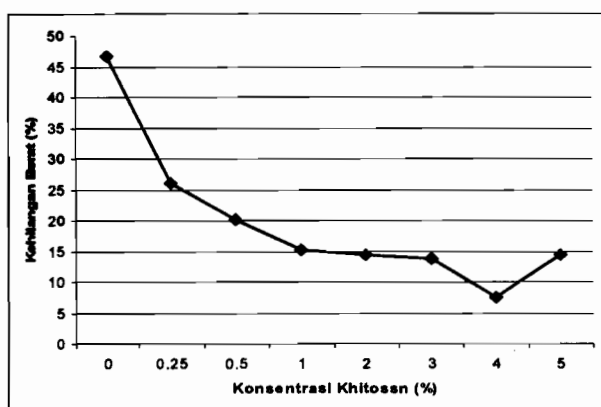


Gambar 5 Pengujian Umpan Berbahan Aktif Kitosan Terhadap Rayap Tanah *C. curvignathus*

Mortalitas Rayap

Rata-rata persentase mortalitas rayap tanah atau tingkat kematian rayap tanah *C. curvignathus* pada berbagai konsentrasi kitosan berkisar antara 6,4%

dan 94,2%. Gambar 6 menunjukkan bahwa rata-rata persentase mortalitas terus meningkat dan mortalitas terbesar pada konsentrasi 4% sebesar 94,2%. Setelah itu pada konsentrasi 5% mortalitas menurun lagi menjadi sebesar 72,2%. Hasil pengujian tersebut menunjukkan adanya kecenderungan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan yang diberikan pada kertas uji semakin meningkat mortalitas rayap tanah sampai dengan konsentrasi 4%. Pada konsentrasi 5%, mortalitas menurun karena konsentrasi larutan kitosan terlalu pekat sehingga tidak bisa menempel secara merata pada kertas uji.



Gambar 6 Grafik rata-rata persentase mortalitas rayap tanah *C. curvignathus* pada berbagai konsentrasi kitosan

Hasil sidik ragam (Tabel 1 menunjukkan bahwa faktor konsentrasi secara signifikan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 99%.

Tabel 1 Hasil sidik ragam mortalitas rayap tanah *C. curvignathus* pada berbagai konsentrasi kitosan

| Sumber Keragaman | Derajat Bebas | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Total | F-hitung | F-tabel | |
|------------------|---------------|----------------|---------------|----------|--------------|--------------|
| | | | | | $\alpha=5\%$ | $\alpha=1\%$ |
| Konsentrasi | 7 | 16845 | 2406 | 17,42** | 2,74 | 4,03 |
| Galat | 16 | 2210 | 138 | | | |
| Total | 23 | 19055 | | | | |

Hasil uji lanjut Tukey's memperlihatkan bahwa pada konsentrasi 0,25% belum memberikan pengaruh mortalitas yang nyata, sedangkan pada konsentrasi 0,50% telah memberikan pengaruh yang nyata.

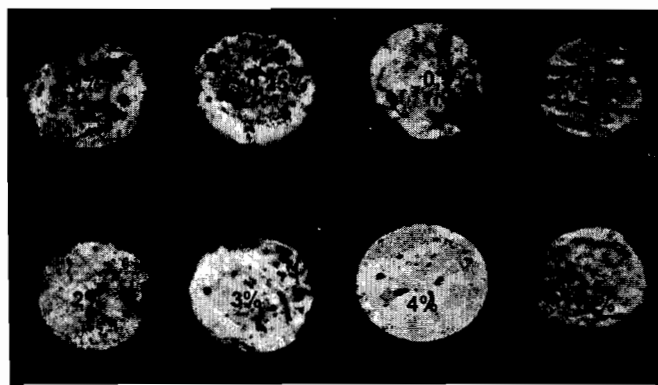
Respons yang terjadi dari pemberian kitosan pada kertas uji yang diumpangkan pada rayap tanah *C.*

curvignathus mengindikasikan bahwa kitosan bersifat toksik terhadap rayap tersebut. Tingkat kematian rayap yang terjadi akibat pengaruh kitosan, mampu menghambat perkembangan rayap bahkan bersifat mematikan.

Kemungkinan mekanisme kematian rayap adalah senyawa toksikan pada kitosan mematikan protozoa yang merupakan simbion rayap melalui gangguan terhadap aktivitas enzim. Telah diketahui bahwa rayap tidak secara langsung mencerna kayu atau bahan berselulosa lain termasuk kertas uji karena tidak memiliki enzim yang dapat mendekomposisi selulosa. Untuk mengubah selulosa menjadi senyawa-senyawa sederhana yang mudah dicerna rayap, di dalam usus rayap terdapat protozoa yang mengeluarkan enzim selulase sehingga rayap tersebut dapat memanfaatkan senyawa-senyawa tersebut sebagai sumber energi. Nandika *et al.* (2003) menyatakan bahwa dalam usus rayap *C. curvignathus* ditemukan tiga genus flagellata yaitu *Pseudotriconympha*, *Holomastigoitoides* dan *Spirotrichonympha*.

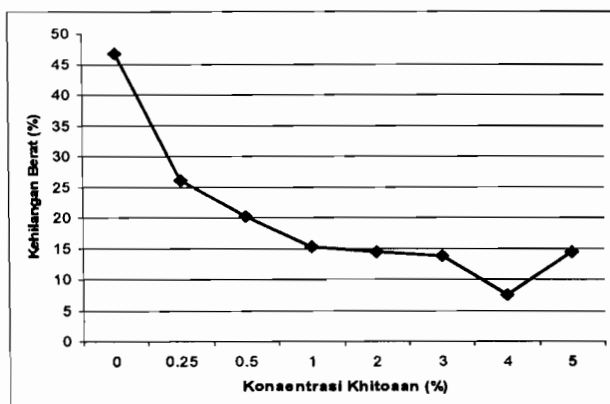
Kehilangan Berat

Selain mortalitas rayap, indikator lain yang menunjukkan kemampuan umpan rayap adalah dengan menghitung laju konsumsi rayap yang dapat dihitung dari persentase kehilangan berat kertas uji. Setelah diumpangkan pada rayap tanah *C. curvignathus*, bentuk kertas uji dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Kertas uji yang diberi larutan kitosan dengan berbagai konsentrasi sesudah diumpangkan terhadap rayap tanah *C. curvignathus*

Rata-rata persentase kehilangan berat kertas uji setelah diumpankan terhadap rayap tanah *C. curvignathus* berkisar antara 7,4% sampai dengan 46,7% (Gambar 8). Dari Gambar 8 terlihat bahwa persentase kehilangan berat kertas uji semakin menurun dengan semakin meningkatnya konsentrasi kitosan sampai dengan konsentrasi 4%. Pada konsentrasi 5% rata-rata persentase kehilangan berat meningkat kembali, hal ini dikarenakan konsentrasi larutan kitosan terlalu pekat sehingga tidak bisa menempel secara merata pada kertas uji sehingga rayap masih bisa memakan kertas uji pada bagian yang tidak terkena larutan kitosan.



Gambar 8 Grafik rata-rata persentase kehilangan berat kertas uji pada berbagai konsentrasi kitosan

Hasil sidik ragam (Tabel 4) menunjukkan bahwa faktor konsentrasi secara signifikan menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 4 Hasil sidik ragam kehilangan berat kertas uji pada berbagai konsentrasi kitosan

| Sumber Keragaman | Derajat Bebas | Jumlah Kuadrat | Kuadrat Total | F-hitung | F-tabel | |
|------------------|---------------|----------------|---------------|----------|--------------|--------------|
| | | | | | $\alpha=5\%$ | $\alpha=1\%$ |
| Konsentrasi | 7 | 3093,9 | 442,0 | 6,22** | 2,74 | 4,03 |
| Galat | 16 | 1137,4 | 71,1 | | | |
| Total | 23 | 4231,4 | | | | |

Hasil uji lanjut Tukey's menunjukkan bahwa konsentrasi 0,25% tidak memberikan pengaruh kehilangan berat kertas uji, sedangkan pada konsentrasi 0,50% telah memberikan pengaruh yang nyata.

Kematian rayap terjadi setelah mengkonsumsi kertas uji yang diberi perlakuan konsentrasi kitosan. Pemberian perlakuan konsentrasi kitosan tidak menyebabkan kertas uji bersifat menolak (*repellent*) terhadap rayap *C. curvignathus*. Hal ini terlihat bahwa pada konsentrasi kitosan 1,0% laju konsumsi rayap *C. curvignathus* masih mencapai 15,3% dan pada konsentrasi 4,0% dimana pada konsentrasi tersebut memberikan nilai mortalitas tertinggi, kehilangan berat kertas uji sebesar 7,4%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Konsentrasi kitosan 5% tidak bisa larut dengan baik sehingga tidak bisa merata menempel atau menembus pada kertas saring karena kekentalan larutan yang sangat tinggi.
2. Konsentrasi kitosan sebesar 4% memberikan pengaruh tertinggi terhadap mortalitas rayap tanah *C. curvignathus* yaitu sebesar 94,2% dan memberikan pengaruh tertinggi terhadap kehilangan berat kertas uji yaitu penurunan beratnya hanya sebesar 7,4%. Kemungkinan mekanisme kematian rayap adalah senyawa toksikan pada kitosan mematikan protozoa yang merupakan simbiosis rayap melalui gangguan terhadap aktivitas enzim.
3. Konsentrasi kitosan sebesar 0,50% telah berpengaruh sangat nyata terhadap mortalitas rayap tanah *C. curvignathus*, sedangkan terhadap kehilangan berat kertas uji pada konsentrasi 1,0%. Jadi dengan konsentrasi 1,0% sudah cukup optimal sebagai umpan rayap.

Saran

1. Untuk melihat mekanisme kerja kitosan dalam tubuh rayap diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai populasi protozoa sebelum dan sesudah pengumpanan.
2. Penelitian yang sama perlu dilakukan dengan menggunakan jenis rayap lain, karena produk umpan rayap yang beredar dipasaran sekarang ini hanya efektif untuk rayap jenis tertentu saja.

DAFTAR PUSTAKA

- Bastaman S. 1989. Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan From Prawshells (*Nepghros norvegicus*). Dept. of Mechanical Manufacturing, Aeronautical and Chemical Engineering. The Queen University of Belfast
- El Ghaouoth, Arul J, Grenier J, Benhamou N, Sselin A dan Belanger R. 1993. Effect of chitosan on cucumber plants: suppression of *Pythium aphanidermatum* and induction of defense reactor
- Nandika D, Surjokusumo S, Rismayadi Y, dan Arinana. 2002. Teknologi Stabilisasi Dimensi dan Pengawetan Kayu dengan Senyawa Kitosan dari Limbah Cangkang Udang. Hibah Bersaing Direktorat Pendidikan Tinggi, Depdiknas.
- Nandika D, Rismayadi Y dan Diba F. 2003. Rayap Biologi dan Pengendaliannya. Muhammadiyah University Press. Surakarta.
- Rahmawati D. 1996. Prakiraan kerugian ekonomis akibat serangan rayap pada bangunan perumahan di Indonesia. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor
- Sornnuwat Y. 1996. Resistance of commercial timber and fast growing timber of Thailand for building construction to *Coptotermes gestroi* Wasmann. Proc. The 1996 Annual Meeting of The International Research Group on Wood Preservation, Stocholm Sweden.