

**EFEKTIVITAS TOKSISITAS KITOSAN UNTUK MENGENDALIKAN
RAYAP (*Coptotermes curvignathus* HOLMGREN)
PADA TANAMAN KARET**

**THE EFFECTIVENESS OF CHITOSAN TOXICITY TO CONTROL
THERMITES (*Coptotermes curvignathus* HOLMGREN)
AT RUBBER PLANT**

Zaida Fairuzah dan Aidi-Daslin

Balai Penelitian Sungei Putih - Pusat Penelitian Karet
Sungei Putih, Galang, Deli Serdang, Sumatra Utara
e-mail: zaidafairuzah@balitsp.com

ABSTRACT

*Termite (*Coptotermes curvignathus*) is the destructive pest at rubber plantation especially rubber plantation which is ex of old plantation or forest with inaccurate land clearing. Chitosan known can control thermites by disturbing protozoa's rules in digestion systems of thermites that causing thermites can not get the food yielded by protozoa. Effectiveness of Chitosan was known by directly testing chitosan to thermites with the pre eliminary test to get the range of effective concentration and way of effective application with 8 treatments in 4 concentration levels (0.1, 1, 10, and 100%) which is each concentration combined with two way of application (spraying and baiting) with 4 replications. Based to the result of pre eliminary test, 1% chitosan concentration determined as concentration standard of main test which consists of concentration test (0.1, 0.5, 1, and 2%) with the spraying application with 4 replications with control and termicide as comparitors. The same concentrations and comparitors were also tested with the baiting application with 4 replications. Then, the test also done by combining spraying and baiting application with same concentrations (0.1, 0.5, 1, and 2%) and compared with control and termiticides that replicated 3 times. The percentage of thermites mortality was observed every two days until the 4th day after application. The result showed that the combination treatment between concentration and way of application of chitosan showed that the most effective concentration to kill the thermites is 2% baiting application with the mortality percentage of thermites reaches 54.78% at the 4th day after application..*

Keywords: Rubber plants, Thermites, *Coptotermes curvignathus*, Chitosan, Toxicity

ABSTRAK

*Rayap (*Coptotermes curvignathus*) merupakan hama perusak pada pertanaman karet terutama pada perkebunan tanaman karet yang merupakan bekas hutan atau perkebunan tua yang pembukaannya tidak dilakukan dengan teliti. Kitosan diketahui dapat mengendalikan rayap dengan cara mengganggu kinerja protozoa dalam sistem pencernaan rayap yang menyebabkan rayap tidak bisa memperoleh sumber makanan yang dihasilkan protozoa. Efektivitas kitosan diketahui dengan menguji langsung kitosan pada rayap dengan uji pendahuluan untuk mendapatkan kisaran konsentrasi kitosan dan cara aplikasi yang efektif dengan delapan perlakuan dan empat tingkatan konsentrasi (0,1, 1, 10, dan 100%) yang masing-masing konsentrasi dikombinasikan dengan dua cara aplikasi (penyemprotan dan pengumpanan) sebanyak empat ulangan. Berdasarkan pengujian awal ditetapkan konsentrasi 1% sebagai standar pengujian selanjutnya berupa pengujian konsentrasi (0,1, 0,5, 1, dan 2%) dengan aplikasi semprot sebanyak empat ulangan dengan kontrol dan termitisida sebagai pembanding. Dengan pembanding, konsentrasi dan jumlah ulangan yang sama dilakukan pengujian dengan aplikasi pengumpanan. Selanjutnya, dengan pembanding dan konsentrasi yang sama (0,1, 0,5, 1, dan 2%) juga dilakukan pengujian kombinasi dengan cara aplikasi (penyemprotan dan pengumpanan) yang diulang tiga kali. Persentase mortalitas*

rayap diamati setiap dua hari sekali sampai hari keempat setelah aplikasi. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi kitosan yang paling efektif untuk membunuh rayap adalah 2% dengan aplikasi pengumpanan dengan persentase mortalitas rayap mencapai 54,78% pada 4HSA.

Kata kunci: Tanaman karet, Rayap, *Coptotermes curvignathus*, Kitosan, Toksisitas.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan perkebunan karet terluas di dunia¹ dan sudah menjadi negara produsen karet alam dunia terbesar kedua setelah Thailand meskipun tanaman tersebut baru diintroduksi pada tahun 1864.² Luas perkebunan tanaman karet di Indonesia menurut data sementara tahun 2008 mencapai 526.200 ha dengan produksi 613,487 ton.³

Peningkatan produksi karet dapat dilakukan dengan cara ekstensifikasi melalui perluasan perkebunan karet maupun intensifikasi melalui teknik budi daya tanaman karet. Permasalahan yang sering dihadapi dalam perluasan maupun budi daya tanaman karet adalah adanya serangan hama dan penyakit. Salah satu hama yang sering menyerang tanaman karet adalah rayap dari kelompok *Microtermes inspiratus* atau *Coptotermes curvignathus*.⁴ Rayap (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) termasuk ke dalam ordo Isoptera dan famili Rhinotermitidae.⁵ Rayap sering menimbulkan kerusakan pada tanaman karet dengan cara menggerek batang dari ujung stum hingga akar sehingga mata okulasi tidak bisa tumbuh lagi. Rayap juga memakan akar sehingga pertumbuhan tanaman merana dan akhirnya mati.⁶

Pengendalian hama rayap dapat dilakukan melalui teknik pengendalian kimiawi dan teknik pengendalian nonkimiawi. Pengendalian rayap hingga saat ini masih mengandalkan penggunaan termitisida yaitu dengan teknik pengendalian kimiawi.⁴ Termitisida berbahan aktif imidacloprid dan fipronil dengan konsentrasi 1, 10, dan 100 ppm dalam tanah diketahui dapat mengendalikan rayap dengan menunjukkan hasil yang signifikan bila dibandingkan kontrol terhadap mortalitas rayap pekerja *Coptotermes formosanus*.⁷

Salah satu teknik pengendalian nonkimiawi adalah secara hayati dengan menggunakan nematoda *Steinernema carpocapsae* yang memiliki efektivitas cukup baik untuk mengendalikan rayap. Nematoda *Steinernema carpocapsae* banyak ditemukan di dalam tanah sehingga

diharapkan rayap *Coptotermes curvignathus* yang habitatnya juga di tanah akan dapat dikendalikan oleh nematoda ini secara alami. Pemberian nematoda dengan jumlah terkecil menimbulkan mortalitas 38,16% dan dengan jumlah tertinggi menimbulkan mortalitas 60,80% pada pengamatan dua hari setelah inokulasi.⁸ Teknik pengendalian nonkimiawi lainnya adalah kitosan yang diketahui bermanfaat untuk pertanian dan hortikultura. Kitosan melindungi tanaman dengan membunuh hama serangga, patogen, dan penyakit tular tanah yang menyerang tanaman tersebut.⁹ Kitosan juga merupakan pengendali biologi efektif yang lebih murah jika dibandingkan dengan pengendalian secara kimia menggunakan insektisida lainnya.¹⁰ Bahan aktif kitosan dapat ditemukan pada kulit dari golongan Crustacea seperti lobster, kepiting, dan udang, juga organisme tertentu lainnya.¹¹

Kitosan bersifat nontoksik sehingga tidak langsung membunuh rayap (*slow action*). Namun, kitosan akan mengganggu kinerja protozoa dalam sistem pencernaan rayap yang menyebabkan rayap tidak bisa memperoleh sumber makanan yang dihasilkan protozoa. Akibatnya, secara perlahan akan membunuh rayap.¹² Kitosan mampu mengendalikan rayap dengan semakin meningkatnya mortalitas (kematian) rayap yang mengonsumsi kayu yang telah diaplikasi dengan kitosan dibandingkan dengan kayu yang tidak diaplikasi kitosan.¹³

Kitosan dapat diaplikasi dengan cara peleburan, penyemprotan, dan perendaman, atau pengumpanan pada kayu sebagai makanan rayap dengan berbagai tingkat konsentrasi.¹³ Teknik pengumpanan bila dibandingkan dengan teknik pengendalian rayap yang lain lebih memiliki keunggulan yang bersifat tepat sasaran. Pengumpanan dilakukan dengan menginduksi racun *slow action* ke dalam kayu dengan sifat trofalaksisnya kayu tersebut dimakan rayap pekerja dan disebarkan ke dalam koloninya.¹⁴ Sifat trofalaksis merupakan ciri khas di antara individu dalam koloni rayap. Masing-masing

individu sering mengadakan hubungan dalam bentuk menjilat, mencium, dan menggosokkan tubuhnya satu dengan yang lainnya. Sifat ini diinterpretasikan sebagai cara untuk memperoleh protozoa flagellata bagi individu yang baru saja berganti kulit (eksidisi), karena pada saat eksidisi kulit usus juga tanggal sehingga protozoa simbiosis yang diperlukan untuk mencerna selulosa ikut keluar dan diperlukan reinfeksi dengan jalan trofalaksis.¹⁵

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas toksisitas kitosan dalam mengendalikan rayap (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) (Isoptera : Rhinotermitidae).

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di Laboratorium Proteksi Balai Penelitian Sungei Putih pada bulan September 2008 sampai dengan Januari 2009. Kitosan berasal dari kulit udang yang mengalami penyusutan sebesar 60% dalam proses pembuatannya. Kitosan dibuat berdasarkan metode yang digunakan oleh Prasetyo dan Yusuf¹² dengan cara demineralisasi, deproteinasi, kemudian diasetilasi kitin menjadi kitosan. Kitosan yang berasal dari kulit udang tersebut berbentuk seperti serbuk kasar berwarna kecokelatan (Gambar 1).

Pengujian awal untuk mendapatkan kisaran konsentrasi kitosan dan cara aplikasi yang

efektif untuk membunuh rayap dilakukan dengan menggunakan 10 ekor rayap pada masing-masing stoples dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri atas delapan perlakuan dan empat ulangan (Tabel 1).

Berdasarkan pengujian awal maka diperoleh konsentrasi efektif yang selanjutnya digunakan sebagai standar pada pengujian yang terdiri atas:

a) Uji Konsentrasi Kitosan dengan Aplikasi Semprot

Pengujian ini dilakukan dengan memberi perlakuan pada 10 ekor rayap pada masing-masing stoples yang terdiri atas lima perlakuan konsentrasi kitosan dan satu perlakuan termitisida



Gambar 1. Kitosan yang berasal dari kulit udang

Tabel 1. Pengujian Pendahuluan Konsentrasi dan Cara Aplikasi Kitosan pada Rayap

Cara Aplikasi	Konsentrasi Kitosan			
	0,1%	1%	10%	100%
Penyemprotan	K1A1	K2A1	K3A1	K4A1
Pengumpanan	K1A2	K2A2	K3A2	K4A2

Tabel 2. Pengujian Konsentrasi Kitosan dengan Aplikasi Penyemprotan pada Rayap

Cara Aplikasi	Konsentrasi Kitosan					Termitisida
	0%	0,1%	0,5%	1%	2%	
Penyemprotan	S0	S1	S2	S3	S4	S5

Tabel 3. Pengujian Konsentrasi Kitosan dengan Aplikasi Pengumpanan pada Rayap

Cara Aplikasi	Konsentrasi Kitosan					Termitisida
	0%	0,1%	0,5%	1%	2%	
Pengumpanan	U0	U1	U2	U3	U4	U5

sebagai kontrol dengan empat ulangan (Tabel 2). Termitisida yang digunakan berbahan aktif klorfirifos dengan konsentrasi 0,1%.

b) Uji Konsentrasi Kitosan dengan Aplikasi Umpan

Pengujian dilakukan pada rayap dengan jumlah dan rancangan yang sama dengan aplikasi semprot (Tabel 3).

c) Uji Konsentrasi (K) dan Cara Aplikasi (A) Kitosan terhadap Mortalitas Rayap (*C. curvignathus* Holmgren)

Dilakukan pengujian kombinasi konsentrasi dan cara aplikasi kitosan yang terdiri atas lima perlakuan konsentrasi kitosan dan satu perlakuan termitisida sebagai kontrol yang diaplikasi dengan cara penyemprotan dan pengumpanan dengan tiga ulangan (Tabel 4). Termitisida yang digunakan berbahan aktif klorfirifos dengan konsentrasi 0,1%.

Untuk aplikasi dengan penyemprotan dilakukan dengan melarutkan kitosan ke dalam air sesuai perlakuan per 100 ml air. Kemudian, disemprotkan ke dalam stoples yang berisi 10 ekor rayap/stoples. Untuk aplikasi dengan menggunakan umpan digunakan kertas saring yang berdiameter 8 cm dipotong berbentuk lingkaran dan direndam selama 24 jam dalam larutan kitosan sesuai dengan konsentrasi perlakuan dan dikeringanginkan, kemudian diberikan kepada rayap sebagai pakan.

Aplikasi kitosan dilakukan berdasarkan jumlah pakan yang diberikan pada rayap secara *ad-libitum*. Aplikasi ini juga berlaku untuk aplikasi dengan cara semprot.

Persentase mortalitas rayap diamati pada hari ke 2 dan 4 setelah aplikasi (HSA) dengan perhitungan:

$$\text{Persentasi Mortalitas} = \frac{\text{rayap yang mati}}{\text{rayap yang diaplikasi}} \times 100\%$$

kemudian dilanjutkan Uji Jarak Duncan pada taraf 5%.¹⁶

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh konsentrasi kitosan berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap mortalitas rayap pada pengujian

awal. Pada pengamatan 2 HSA mortalitas rayap pada perlakuan kitosan 1% yang diaplikasi dengan cara pengumpanan (K2A2) mencapai persentase mortalitas tertinggi sebesar 55,0% (Tabel 5). Pada konsentrasi kitosan 1% (K2) sudah mampu membunuh rayap secara efektif pada pengamatan 4 HSA dengan persentase mortalitas tertinggi mencapai 85%, sedangkan pada konsentrasi 100% tidak efektif untuk membunuh rayap karena pada konsentrasi ini larutannya terlalu kental sehingga sulit untuk dilakukan aplikasi terhadap rayap.

Berdasarkan pengujian pendahuluan, diketahui bahwa konsentrasi kitosan 1% yang paling efektif untuk mengendalikan rayap dengan persentase mortalitas tertinggi maka konsentrasi kitosan pada seluruh pengujian selanjutnya ditetapkan pada kisaran konsentrasi 0% (1% lebih rendah) sampai dengan 2% (1% lebih tinggi).

a) Uji Konsentrasi Kitosan dengan Aplikasi Semprot

Dari hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi kitosan berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap mortalitas rayap (Tabel 6). Pada perlakuan aplikasi semprot dengan menggunakan kitosan 2% (S4) diperoleh rataan mortalitas rayap tertinggi dengan rataan sebesar mencapai 52,5%, tetapi tidak berbeda nyata dengan konsentrasi kitosan 1% dengan persentase mortalitas rayap mencapai 40%. Perlakuan kitosan

Tabel 5. Pengaruh Konsentrasi Kitosan dan Cara Aplikasi terhadap Mortalitas Rayap

Perlakuan	Mortalitas (%)	
	2HSA	4HSA
K1A1	42,5 b	70,0 b
K2A1	47,5 b	85,0 a
K3A1	30,0 c	55,0 c
K4A1	20,0 d	47,5 d
K1A2	45,0 b	75,0 b
K2A2	55,0 a	85,0 a
K3A2	30,0 c	57,5 c
K4A2	20,0 d	46,4 c

Keterangan: Angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada Uji Jarak Duncan taraf 5%.

1% dengan cara aplikasi semprot tidak seefektif hasil yang diperoleh pada pengujian pendahuluan karena adanya perbedaan waktu aplikasi dan rayap yang digunakan sebagai contoh perlakuan yang dapat memiliki tingkat ketahanan yang berbeda. Namun, dengan hasil 40% sudah dapat menunjukkan bahwa kitosan dengan konsentrasi 1% yang diaplikasikan dengan cara semprot sudah cukup efektif untuk mengendalikan rayap.

Mortalitas rayap tertinggi terdapat pada perlakuan termitisida (S5). Daya bunuh termitisida lebih tinggi jika dibandingkan dengan menggunakan kitosan karena kitosan tidak langsung membunuh rayap, tetapi mengganggu sistem pencernaan rayap karena bersifat racun perut. Hal ini sesuai dengan Prasetya dan Yusuf¹² yang menyatakan bahwa kitosan bersifat nontoksik sehingga tidak langsung membunuh rayap (*slow action*). Namun, kitosan akan mengganggu kinerja protozoa dalam sistem pencernaan rayap yang menyebabkan rayap tidak bisa memperoleh sumber makanan yang dihasilkan protozoa, akibatnya secara perlahan akan membunuh rayap.¹²

Tabel 6. Pengaruh Konsentrasi Kitosan dengan Aplikasi Semprot terhadap Mortalitas Rayap

Perlakuan	Mortalitas (%)	
	2HSA	4HSA
S0	5,0	12,5 d
S1	12,5	25,0 c
S2	15,0	30,0 c
S3	20,0	40,0 b
S4	30,0	52,5 b
S5	80,0	87,5 a

Keterangan: Angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada Uji Jarak Duncan taraf 5%.

b) Uji Konsentrasi Kitosan dengan Aplikasi Umpan

Dari hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi kitosan berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap mortalitas rayap. Hasil yang sama dengan aplikasi penyemprotan ditunjukkan pada aplikasi pengumpanan di mana mortalitas rayap tertinggi terdapat pada perlakuan termitisida (U5) yaitu sebesar 82,5% pada pengamatan 4 HSA setelah aplikasi (Tabel 7). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Shelton and Grace⁷ yang menyatakan bahwa termitisida dapat mengendalikan rayap dengan menunjukkan hasil yang signifikan bila dibandingkan dengan kontrol terhadap mortalitas rayap.

Untuk perlakuan dengan menggunakan kitosan, rataan mortalitas rayap tertinggi pada 4 HSA pada perlakuan kitosan dengan konsentrasi 2% yaitu sebesar 67,5%. Mortalitas rayap pada Tabel 7 (aplikasi umpan) lebih tinggi sekitar 10% jika dibandingkan dengan mortalitas rayap pada Tabel 6 (aplikasi semprot). Hal ini dikarenakan penggunaan kitosan dengan aplikasi umpan lebih efektif membunuh rayap. Hal ini sejalan dengan French (1994) yang menyatakan bahwa teknik

Tabel 7. Pengaruh Konsentrasi Kitosan dengan Aplikasi Umpan terhadap Mortalitas Rayap

Perlakuan	Mortalitas (%)	
	2HSA	4HSA
U0	0,0	5,0 e
U1	7,5	25,0 d
U2	15,0	40,0 c
U3	22,5	65,0 b
U4	40,0	67,5 b
U5	70,0	82,5 a

Keterangan: Angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada Uji Jarak Duncan taraf 5%

Tabel 4. Pengujian konsentrasi dan cara aplikasi kitosan pada rayap

Cara Aplikasi	Konsentrasi Kitosan					Termitisida
	0%	0,1%	0,5%	1%	2%	
Penyemprotan	K0A1	K1A1	K2A1	K3A1	K4A1	K5A1
Pengumpanan	K0A2	K1A2	K2A2	K3A2	K4A2	K5A2

Tabel 8. Pengaruh Konsentrasi Kitosan dan Cara Aplikasi Kitosan terhadap Mortalitas Rayap

Perlakuan	Mortalitas (%)			
	2 HSA		4 HSA	
	A1	A2	A1	A2
K0	9,5	9,5	14,0 e	14,0 e
K1	21,2	23,9	28,8 d	28,8 d
K2	29,8	31,0	33,2 d	35,2 c
K3	31,0	37,2	37,2 c	46,9 b
K4	37,2	43,1	45,0 b	54,8 b
K5	59,0	63,9	71,6 a	71,6 a

Keterangan: Angka yang diikuti notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada Uji Jarak Duncan taraf 5%.

pengumpanan bila dibandingkan dengan teknik pengendalian rayap yang lain lebih memiliki keunggulan yang bersifat tepat sasaran karena langsung diinduksi ke dalam kayu, dengan sifat trofalaksisnya kayu tersebut dimakan rayap pekerja dan disebarkan ke dalam koloninya.¹⁴

c) Uji Konsentrasi (K) dan Cara Aplikasi (A) Kitosan terhadap Mortalitas Rayap (*C. curvignathus* Holmgren)

Dari hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi dan cara aplikasi kitosan berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap mortalitas rayap. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 tersebut menunjukkan pada pengamatan 2 HSA tidak terjadi interaksi yang nyata antara konsentrasi dan cara aplikasi kitosan berdasarkan analisis sidik ragam. Tetapi, pada pengamatan 4 HSA terlihat adanya perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) antara perlakuan yang satu dan yang lainnya. Rataan mortalitas rayap tertinggi terdapat pada perlakuan dengan penggunaan termitisida yang diaplikasi dengan cara pengumpanan sebesar 71,6% dan terendah pada perlakuan kontrol sebesar 14,0%.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut juga menunjukkan bahwa kitosan dapat mengendalikan rayap pada pengamatan 4 HSA dengan rata-rata mortalitas 54,8% dengan konsentrasi kitosan 2% dan diaplikasikan dengan cara pengumpanan (K4A2).

KESIMPULAN

Kitosan dengan konsentrasi 2% dapat mengendalikan rayap pada tanaman karet dengan cara pengumpanan dengan persentase mortalitas mencapai 54,8% setelah 4 hari aplikasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada mahasiswi FP-USU dan para teknisi yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ¹Setiawan, D.H. dan A. Andoko. 2006. *Petunjuk Lengkap Budi daya Karet*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka. pp. 11–17.
- ²Sinaga, M.S. 2004. Strategi Pengelolaan Penyakit Penting Tanaman Karet di Indonesia pada Masa Mendatang. *Prosiding Pertemuan Teknis Strategi Pengelolaan Penyakit Tanaman Karet untuk Mempertahankan Potensi Produksi Mendukung Industri Per karetan Indonesia tahun 2020*. Palembang, 6–7 Oktober 2004, Pusat Penelitian Karet, Sembawa, 11–20.
- ³Badan Pusat Statistik. 2009. Luas Perkebunan dan Produksi Perkebunan. (www.bps.co.id, diakses 23 Juni 2009).
- ⁴Nandika, D., Y. Rismayadi, dan F. Diba. 2003. *Rayap, Biologi dan Pengendalian*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.

- ⁵Sukartana, P., G. Sumarni, and S. Broadbent. 2009. Evaluation of Chlorfluazuron in Controlling The Subterranean Termite *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae) in Indonesia. *Journal of Tropical Forest Science* 21(1): 13–18. (www.myais.fsktm.um.edu.my/6950/1/13-18.pdf), diakses 12 Februari 2008).
- ⁶Karet, *Strategi Pemasaran, Budi daya dan Pengolahan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- ⁷Shelton, T.G. and J.K. Grace. 2003. Effects of Exposure Duration on Transfer of Nonrepellent Termiticides Among Workers of *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Economic Entomology*, 96 (2): 456–460. (<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1603/0022-0493-96.2.456>, diakses 28 Juli 2010).
- ⁸Bakti, D. 2004. Pengendalian Rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren menggunakan Nematoda *Steinernema carpocapsae* W. dalam Skala Laboratorium. *Jurnal Natur Indonesia*, 6 (2): 81–83. ([www.unri.ac.id/jurnal/jurnal_natur/vol6\(2\)/darma.pdf](http://www.unri.ac.id/jurnal/jurnal_natur/vol6(2)/darma.pdf)), diakses 28 Juli 2010).
- ⁹Linden, J.C. and R.J. Stoner. 2005. Proprietary Elicitor Affects Seed Germination and Delays Fruit Senescence. *Journal of Food, Agriculture, and Environment*. (http://en.wikipedia.org/wiki/Chitosan#cite_note-5), diakses 23 Juni 2009).
- ¹⁰Goosen, M.F. 1996. Application of Chitin and Chitosan. CRC Press: 132–139. (http://en.wikipedia.org/wiki/Chitosan#cite_note-5), diakses 23 Juni 2009).
- ¹¹Chitosan. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Chitosan>), diakses 11 Februari 2008).
- ¹²Prasetyo, K.W. dan S. Yusuf. 2005. *Mencegah dan Membasmi Rayap Secara Ramah Lingkungan dan Kimiawi*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- ¹³Prasetyo, K.W. 2006. *Khitosan, Pengendali Rayap Ramah Lingkungan*. (<http://www.deptan.co.id>), diakses 12 Februari 2008).
- ¹⁴Kadarsih, A. 2005. Studi Keragaman Rayap Tanah dengan Teknik Pengumpanan pada Tumpukan Jerami Padi dan Ampas Tepu di Perusahaan Jamur PT. Zeta Agro Corporation Jawa Tengah. *Bioscientiae* 2(2): 17–22. (<http://bioscientiae.tripod.com>), diakses 11 Februari 2008).
- ¹⁵Tarumingkeng, R.C. 2001. Biologi dan Perilaku Rayap. (http://tumoutou.net/biologi_perilaku_rayap.htm), diakses 6 Februari 2008).
- ¹⁶Gomez, K.A., and A.A. Gomez. 1984. *Statistical Procedure for Agricultural Research*. Second Edition, An IRRI Book. Singapore: A Wiley Interscience. p. 39.

