



Pemanfaatan Nikotin Dari Ekstrak Tembakau Sebagai Insektisida Hama *Coptotermes curvignathus*

Roni Suprayitno*, Damayanti Iskandar, Fitria Wijayanti

Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Indonesia

*e-mail korespondensi: noroni98@gmail.com

Abstract. *This research aims to determine the mortality of termite pests type of *Coptotermes curvignathus* about giving of nicotine insecticide from leaf tobacco's ekstrak (*Nicotiana tabacum* L.). The research was conducted at Chemical Laboratory, Chemistry Program Study, Faculty of Science and Technology, Raden Fatah State Islamic University of Palembang. The research was done by using LC_{50} (Lethal Concentration) method with variations treatments of insecticide concentrations. It variation of concentration of insecticide was made from 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, positive control (synthetic insecticide 10%), and negative control (0%) of concentrations. The observations was done by spraying insecticide on 20 animals test for each sample for 1 hour of observation and 5 replications. The results showed the percent of corrected mortality from the variation of the insecticide concentration of 2-10% is 38.54-93.75%. Percent mortality from the use of nicotine insecticides explains the type of insecticide classified as acute insecticide. Data of LC_{50} shows the percent of nicotine insecticide to kill 50% of the pest population *Coptotermes curvignathus* is 3.371%.*

Keywords: *Coptotermes curvignathus, nicotine, mortality, insecticide*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mortalitas hama rayap jenis *Coptotermes curvignathus* terhadap pemberian insektisida nikotin dari ekstrak daun tembakau (*Nicotiana tabacum* L.). Penelitian dilakukan di laboratorium kimia, Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang. Penelitian dilakukan dengan metode LC_{50} (Lethal Concentration) terhadap berbagai variasi konsentrasi insektisida. Variasi konsentrasi insektisida dibuat dari konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, kontrol positif (insektisida sintetik 10%), dan kontrol negatif (0%). Pengujian dilakukan dengan penyemprotan insektisida pada 20 ekor hewan uji tiap satu sampel pengujian selama 1 jam pengamatan dan dilakukan 5 kali pengulangan. Hasil penelitian menunjukkan persen mortalitas terkoreksi dari variasi konsentrasi insektisida 2-10% adalah 38,54-93,75%. Persen mortalitas dari penggunaan insektisida nikotin menjelaskan jenis insektisida tergolong jenis insektisida akut. Data LC_{50} menunjukkan persen insektisida nikotin untuk membunuh 50% populasi hama *Coptotermes curvignathus* adalah 3,371%.

Kata kunci: *Coptotermes curvignathus, nikotin, mortalitas, insektisida*



PENDAHULUAN

Kayu dan perkebunan sawit merupakan komoditi besar yang dimiliki Indonesia di sektor kehutanan dan perkebunan. Kayu sering digunakan sebagai bahan baku bangunan, kertas, tisu, dan industri furnitur dan kelapa sawit digunakan sebagai bahan utama minyak goreng. Penggunaan bahan baku kayu pada industri furnitur di Indonesia mencapai 80% dari bahan baku lainnya seperti bambu dan rotan 11%, logam 7%, dan sisanya dari bahan plastik [1]. Bangunan dan produk olahan yang berbahan baku kayu rentan terhadap serangan hama rayap. Pada tanaman sawit rayap akan membuat sarang di tandan dan memakan batang sawit yang telah kering. Serangan yang sering terjadi ditimbulkan oleh rayap tanah jenis *Copcotermes curvignathus* [2].

Rayap *Copcotermes curvignathus* menjadi hama bagi pertanian kelapa sawit dengan cara mendiami celah-celah tandan sawit yang mulai tua dan memakan serat-seratnya. Kasus lainnya menyatakan serangan yang umum pada tanaman sawit adalah pada bagian pucuk tanaman [3]. Salah satu penelitian tentang kerusakan bangunan terhadap serangan rayap *Copcotermes curvignathus* telah menyatakan persen kerusakan bangunan sebesar 78,3-88,5% dari 12 kota pengamatan di Pulau Jawa [4].

Permasalahan yang ditimbulkan hama rayap memunculkan insektisida sintetik yang diproduksi secara komersial untuk penanggulangan hama tersebut. Insektisida sintetik mengandung bahan aktif karbofuran (turunan karbamat), *chlorpenapyr*, dan *fipronil* [5]. Penggunaan insektisida komersial yang berkepanjangan memiliki sisi kelamahan yakni berdampak bahaya bagi lingkungan akuatik serta biota bukan sasaran seperti ikan, unggas, dan hewan ternak [6].

Pengendalian hama juga dapat dilakukan dengan insektisida alami. Insektisida alami diperoleh dari suatu tanaman yang mengandung senyawa khas sebagai agen insektisida. Senyawa nikotin merupakan salah satu turunan alkaloid dengan memiliki dua gugus nitrogen dengan pasangan elektron bebas. Nikotin dapat berperan sebagai pengganti insektisida sintetik karena sifat alkaloidnya dan kemiripan strukturnya dengan insektisida sintetik. Senyawa nikotin pada umumnya banyak ditemukan dan diisolasi dari tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum*). Kadar senyawa nikotin pada tembakau murni sebanyak 3- 5% sebagai senyawa dominan jenis metabolit skunder [7]. Sifat toksisitas nikotin sebagai insektisida sangat tinggi yaitu hanya diperlukan konsentrasi sekitar 4×10^3 nM untuk mematikan serangga [8].

Penggunaan nikotin dari tembakau sebagai pengusir hama serangga telah dilakukan sejak lama oleh masyarakat Tiongkok dari abad ke-17 [9]. Pemanfaatan insektisida alami memiliki keunggulan yang lebih ramah terhadap lingkungan dan senyawa nikotin dapat dijadikan sebagai insektisida alami dengan tingkat konsentrasi yang sangat rendah.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah gelas ukur *pyrex* 10 ml, gelas ukur *pyrex* 50 ml, gelas ukur *pyrex* 100 ml, gelas beker *pyrex* 25 ml, gelas beker *pyrex* 50 ml, gelas beker *pyrex* 100 ml, timbangan analitik *Ohaus*, blender, pipet tetes, oven, corong pemisah *pyrex* 250 ml, labu ukur *pyrex* 100 ml, statif dan klem, tabung reaksi *iwaki*, botol kaca, botol plastik, saringan 20 mesh, batang pengaduk, *stopwatch*, cawan petri, penangas air, *hotplate*, spatula, botol semprot, oven, instrumen *Rotary Evaporator RE301 Yamato*

Adapun bahan yang digunakan adalah daun tembakau kering olahan pabrik, hama *Copcotermes curvignathus*, etanol (C₂H₅OH) 96%, asam etanoat (CH₃COOH) 10%, akuades (H₂O), kertas saring, *plastic wrapp*, *aluminium foil*, potassium hidroksida (KOH) (Emsure), kloroform (CHCl₃) (Emsure), asam klorida (HCl) 3M (Emsure), dan natrium hidroksida (NaOH).

Maserasi Daun Tembakau

Daun tembakau olahan diambil sebanyak 1 kg. tembakau tersebut kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 50⁰ C selama 3 jam. Tembakau yang telah kering kemudian diblender hingga berbentuk serbuk. Serbuk yang dihasilkan disaring dengan ayakan 20 mesh.

Setelah proses penyaringan langkah selanjutnya adalah maserasi daun tembakau dengan pelarut etanol 96% perbandingan (1:4) m/v. Proses maserasi dilakukan selama 3 hari hingga terbentuk warna rendaman coklat kehitaman. Rendaman kemudian disaring dan diambil filtratnya. Filtrat yang diperoleh kemudian dipekatkan dengan *rotary evaporator*.

Fraksinasi Nikotin

Sebanyak 50 ml pekatan ekstrak tembakau ditambahkan 25 ml etanol 96 % kemudian ditambahkan 50 ml kloroform dan 25 ml akuades. Campuran dipisahkan dicorong pisah dan dibuang gas yang terbentuk. Setelah campuran terpisah menjadi dua lapisan, diambil lapisan atas dalam fase air. Lapisan bawah kemudian ditampung dan difraksinasi ulang sebanyak 2 kali. Hasil pengulangan dicampur di wadah fase air. Bagian fase air dimasukkan ke dalam corong pisah, kemudian ditambahkan 25 ml HCl 3 M dan ditambahkan 15 ml kloroform. Setelah terbentuk dua lapisan maka diambil lapisan atas sebagai fase air. Proses ini membentuk garam nikotin yang bersifat asam. Proses terakhir dalam fraksinasi nikotin yakni memasukkan garam nikotin dalam fase air ke corong pisah. Kemudian ditambahkan 25 ml NaOH 3 M dan kloform 15 ml. Setelah terbentuk dua lapisan maka diambil lapisan atas dalam fase air. Fase air yang tertampung kemudian diuapkan hingga terbentuk pekatan nikotin.

Pekatan nikotin kemudian diuji secara kualitatif. Sebanyak 1 gram pekatan nikotin kemudian ditambahkan dengan 20 ml CH₃COOH 10%. Larutan kemudian ditambahkan 10 ml kloroform dan dipanaskan beserta dengan pengadukan. Larutan kemudian didinginkan. Larutan yang telah dingin disaring dan diambil filtratnya, kemudian filtrat ditambahkan 5 ml KOH. Uji positif senyawa nikotin ditandai dengan terbentuknya endapan hitam pada campuran.

Preparasi Insektisida

Pengujian kemampuan nikotin sebagai insektisida alami diawali dengan preparasi media pengujian. Dibuat larutan insektisida dengan variasi konsentrasi

0% (kontrol negatif), 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, dan kontrol positif. Media pengujian ditempatkan di dalam cawan petri sebanyak 5 kali pengulangan dalam waktu pengujian selama 1 jam. Setiap pengujian dilakukan di dalam cawan petri, setiap cawan petri diisi 20 ekor *Copcotermes curvignathus* kemudian disemprotkan dengan insektisida dalam berbagai variasi konsentrasi.

Uji Aktivitas Insektisida

Pengujian kemampuan nikotin sebagai insektisida alami diawali dengan preparasi media pengujian. Dibuat larutan insektisida dengan variasi konsentrasi 0% (kontrol negatif), 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, dan kontrol positif. Media pengujian ditempatkan di dalam cawan petri sebanyak 5 kali pengulangan dalam waktu pengujian selama 1 jam. Setiap pengujian dilakukan di dalam cawan petri, setiap cawan petri diisi 20 ekor *Copcotermes curvignathus* kemudian disemprotkan dengan insektisida dalam berbagai variasi konsentrasi.

Jumlah kematian *Copcotermes curvignathus* yang terukur kemudian di tentukan persen mortalitasnya dengan rumus berikut ini:

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{jumlah serangga mati}}{\text{jumlah total serangga}} \times 100\% \quad (1)$$

Kemudian diukur persen mortalitas terkoreksi (P) terhadap kontrol negatif dengan rumus berikut ini:

$$P = \frac{p1-C}{100-C} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

- P = mortalitas terkoreksi
- P1 = mortalitas hasil pengamatan
- C = mortalitas kontrol

Nilai mortalitas tiap konsentrasi diukur nilai probitnya sesuai dengan data standar pada tabel probit. Selanjutnya membuat hubungan antara nilai probit mortalitas dengan \log_{10} konsentrasi. Dimasukkan nilai probit pada sumbu y dan nilai \log_{10} konsentrasi pada sumbu x, lalu klik menu insert pada Ms. Excel dan pilih mode XY *scatter* hingga muncul grafik. Lalu klik kanan pada salah satu titik grafik, lalu pilih *add trendline* kemudian pilih *Display equation on chart* dan *Display R squared value on chart*. Jika muncul persamaan $y=ax+b$ dan R^2 , maka masukkan nilai LC_{50} pada nilai y dan untuk mencari konsentrasi untuk membunuh 50% populasi hama *Copcotermes curvignathus* digunakan nilai antilog x pada persamaan yang telah dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data Maserasi, Rendemen, dan Fraksinasi Nikotin

No.	Tahap	Jumlah sampel	Hasil
Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan, Vol. 3, No. 1, Desember 2020			

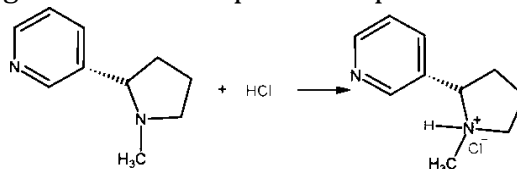
1	Maserasi	750 gram / 3 liter	2520 ml
2	Evaporasi	1 liter ekstrak tembakau	91,7 ml
3	Fraksinasi nikotin	50 ml rendemen	20 ml

Maserasi ekstrak tembakau dilakukan dengan menggunakan bahan baku tembakau kering olahan pabrik. Daun tembakau dimaserasi dengan pelarut etanol 96%. Penggunaan pelarut etanol 96% dapat mempermudah pengambilan senyawa metabolit sekunder yang bersifat polar seperti alkaloid, nikotin, sebagian saponin dan flavonoid. Penggunaan pelarut tersebut mempermudah senyawa alkaloid dan nikotin terikat pada proses maserasi. Perbandingan antara tembakau dengan pelarut pada proses maserasi sebanyak 1:4 (m/v) dengan berat tembakau 750 gram dan volume pelarut sebanyak 3 liter.

Setelah 3 hari maserasi ekstrak tembakau disaring dan diperoleh filtrat sebanyak \pm 2520 mL. Filtrat kemudian dipekatkan di *rotary evaporator* untuk menghilangkan pelarutnya. Proses evaporasi dilakukan selama 5 jam dengan suhu 50°C dan kecepatan putaran selama 71 rpm. Setiap 1 liter ekstrak tembakau menghasilkan rendemen sebanyak 91,7 ml dengan persen rendemen sebesar 30,81%.

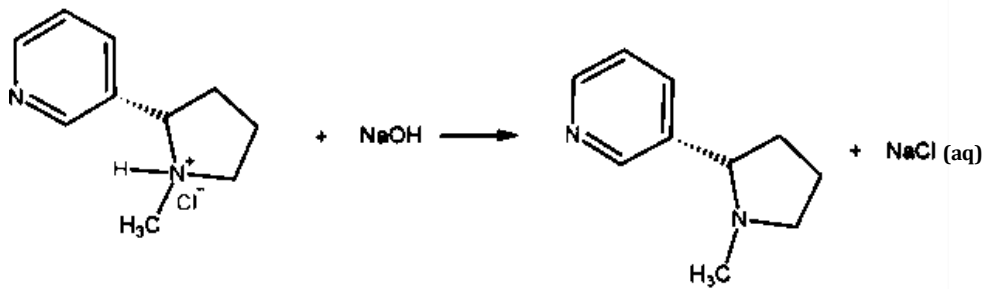
Pekatan ekstrak tembakau kemudian difraksinasi untuk memperoleh senyawa nikotinnya. Sebanyak 50 ml pekatan ekstrak tembakau kemudian dimasukkan kedalam corong pisah. Tahap selanjutnya ditambahkan dengan 25 ml etanol 96% kemudian ditambahkan dengan 25 aquades dan 50 ml kloroform. Setelah beberapa menit akan terbentuk dua lapisan, lapisan atas merupakan fase air yang menarik senyawa-senyawa polar dan lapisan bawah merupakan fase organik yang menarik senyawa-senyawa nonpolar. Fase air yang mengandung senyawa polar dan pelarut etanol 96% kemudian dipisahkan dengan fase organik. Proses fraksinasi dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan, hal ini bertujuan untuk memastikan semua senyawa polar sudah tertarik ke dalam fase air.

Fase air sebanyak 50 ml (pada fraksinasi pertama) dimasukkan ke dalam corong pisah, kemudian ditambahkan dengan 25 ml HCl 3M dan ditambahkan dengan 15 ml kloroform. Pada proses fraksinasi ini terjadi reaksi antara senyawa nikotin dengan HCl membentuk garam nikotin. Sedangkan partikel nonpolar yang masih tercampur pada fase air akan tertarik pada kloroform yang ditambahkan. Reaksi pembentukan garam nikotin dapat dilihat pada **Gambar 1**.



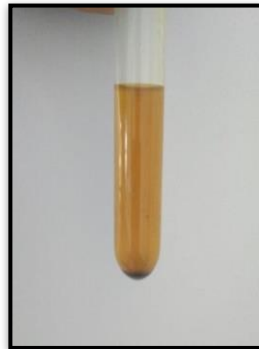
Gambar 1. Mekanisme Reaksi Garam Nikotin

Setelah dipisahkan dengan fase organik pada lapisan bawah, garam nikotin kemudian ditambahkan dengan 25 ml NaOH 3 M dan ditambahkan dengan 15 ml kloroform. Proses fraksinasi ini menyebabkan pembebasan senyawa nikotin dari garam nikotin, hal ini disebabkan senyawa NaOH beraksi dengan proton (H^+) dan klorin (Cl^-) pada garam nikotin membentuk suatu produk nikotin (dominan), garam NaCl dan air. Reaksi yang terbentuk dapat dilihat pada **Gambar 2**.



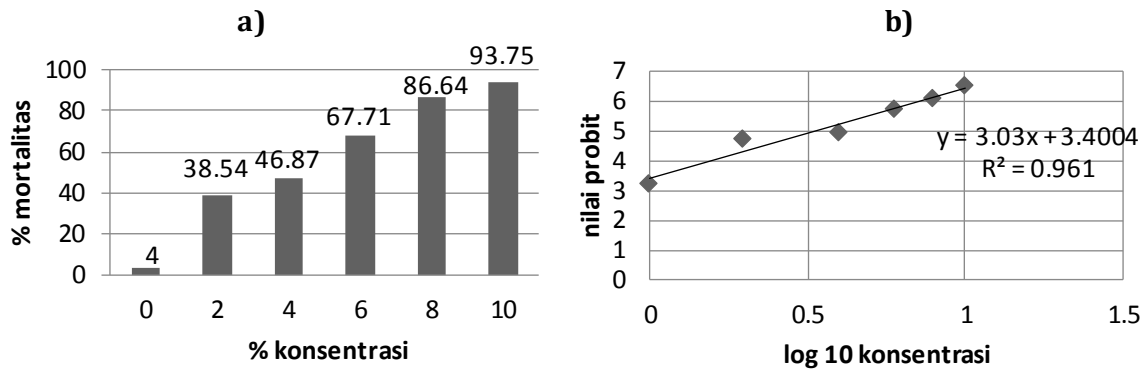
Gambar 2. Mekanisme Pembentukan Nikotin dan Pelepasan NaCl

Senyawa nikotin yang terbentuk dalam fase air diuapkan dari pelarutnya. Pekatan nikotin yang diperoleh sebanyak ± 20 ml. Pekatan nikotin diuji secara fitokima. Pada pengujian nikotin digunakan asam asetat 10% sebanyak 2 ml kemudian ditambahkan 2ml kloroform dan dipanaskan. Larutan dalam kondisi panas kemudian ditambahkan 2 ml KOH 0,8% hasil uji positif ditandai dengan terbentuknya endapan hitam. Pekatan nikotin kemudian digunakan sebagai insektisida dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8, dan 10%. Sebagai pembanding digunakan juga akuades sebagai kontrol positif dan insektisida komersial berbahan aktif deltametri 10% sebagai kontrol positif. Uji kualitatif senyawa nikotin dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Uji Kualitatif Senyawa Nikotin

Tahapan selanjutnya yaitu pengujian insektisida terhadap hewan uji hama *Copcotermes curvignathus*. Data mortalitas hewan uji hama *Copcotermes curvignathus* dan efektivitas insektisida dapat dilihat pada **Gambar 4**.



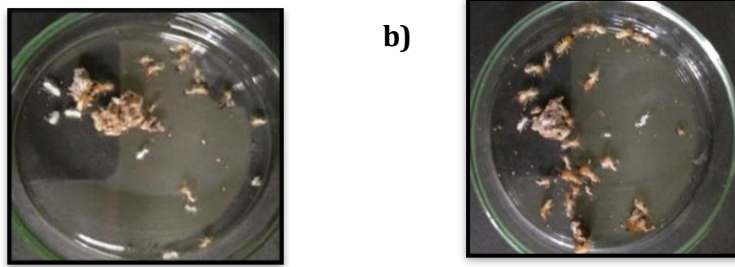
Gambar 4. a) Peningkatan Mortalitas Hewan Uji Terhadap peningkatan Konsentrasi Insektisida dan b) Nilai Persamaan Regresi dari Mortalitas Hewan Uji

Kematian hama *Copcotermes curvignathus* terlihat mengalami peningkatan setiap penambahan konsentrasi insektisidanya. Penelitian yang dilakukan dalam jangka waktu 1 jam dari konsentrasi 2-10%, ternyata mampu membunuh 6-20 ekor per 20 ekor hewan uji *Copcotermes curvignathus*. Rerata persen mortalitas yang terkoreksi berada pada kisaran 38,54-93,75%. Berdasarkan persen mortalitas terkoreksi tersebut, efektivitas daya serang insektisida tergolong dalam tipe sedang hingga kuat.

Peningkatan konsentrasi insektisida berpengaruh pada mortalitas hama *Copcotermes curvignathus*. Peningkatan terjadi karena banyaknya jumlah nikotin pada tiap sampel insektisida dari konsentrasi 0-10%. Data kenaikan mortalitas dapat menunjukkan tingkat racun yang ditimbulkan insektisida nikotin, sehingga semakin tinggi konsentrasi insektisida semakin tinggi pula tingkat mortalitas pada hama *Copcotermes curvignathus*.

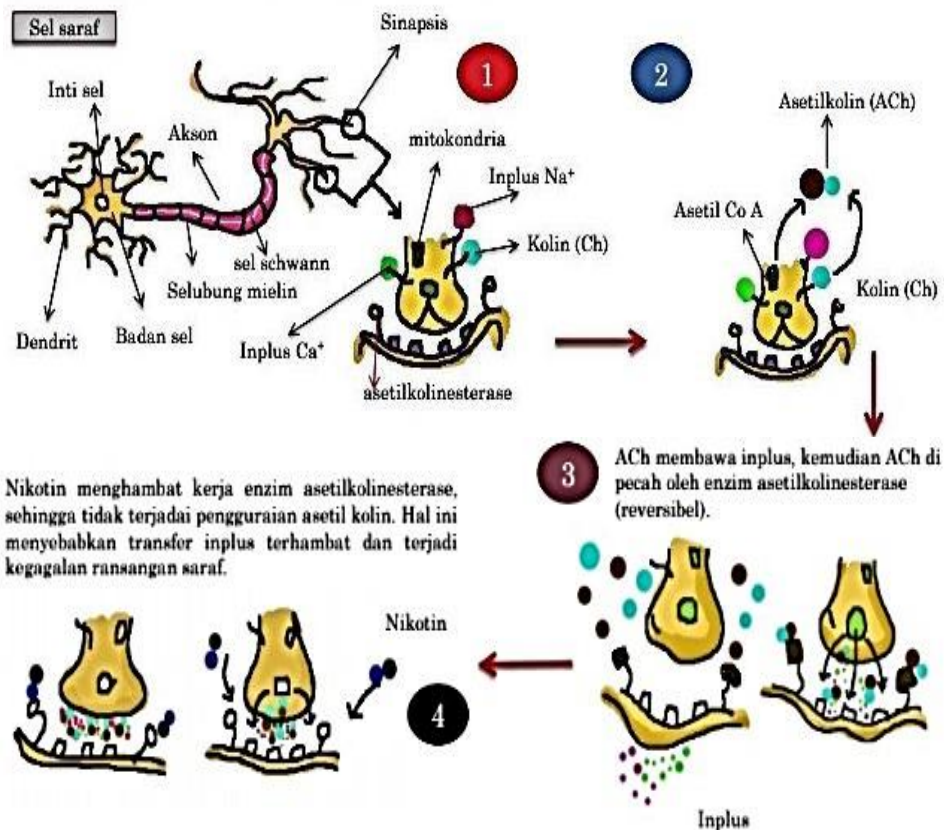
Efektivitas insektisida dari senyawa nikotin dalam membunuh hama *Copcotermes curvignathus* juga dihitung dengan metode Lc_{50} . Penggunaan metode Lc_{50} bertujuan untuk mengetahui formulasi konsentrasi insektisida yang tepat pada nilai penelitian yang beragam. Hasil perhitungan dengan metode Lc_{50} diperoleh nilai konsentrasi suatu insektisida dalam membunuh 50% total populasi sampel. Pada penelitian ini, untuk membunuh 50% populasi hama *Copcotermes curvignathus* diperoleh nilai konsentrasi insektisida sebesar 3,372%.

Insektisida nikotin berperan terhadap penghambatan sistem saraf hama *Copcotermes curvignathus*. Pada proses penyemprotan partikel insektisida, partikel tersebut mengenai kulit serangga dan meresap ke dalam sel kulit serangga. Kerja dari senyawa nikotin dalam penelitian ini dibantu dengan adanya senyawa saponin. Senyawa saponin akan berperan dalam pemecahan dinding sel kulit serangga, sehingga senyawa nikotin dapat masuk ke inti sel saraf. Sifat senyawa saponin yang mirip dengan surfaktan mampu menurunkan tegangan permukaan sel dan merusak permeabilitas sel dan protein [10]. Penyerangan yang terjadi pada proses ini dapat dilihat dari perilaku rayap *Copcotermes curvignathus* yang bergerak tidak beraturan setelah penyemprotan insektisida. Perilaku ini terjadi diantara 0-10 menit setelah penyemprotan insektisida. Perilaku pergerakan rayap dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. a) Kondisi Sebelum Penyemprotan dan b) Kondisi Setelah 10 Menit Penyemprotan

Kerja dari insektisida berlanjut dengan penyerangan senyawa nikotin pada sel saraf serangga. Senyawa menyerang sistem saraf serangga. Senyawa nikotin akan mengikat enzim kolinesterase pada impuls saraf sehingga tidak terjadi hidrolisis asetilkolin. Tempat penyerangan yang terjadi berpusat pada terminal sinapsis. Mekanisme penyerangan nikotin dapat dilihat pada **Gambar 6**.

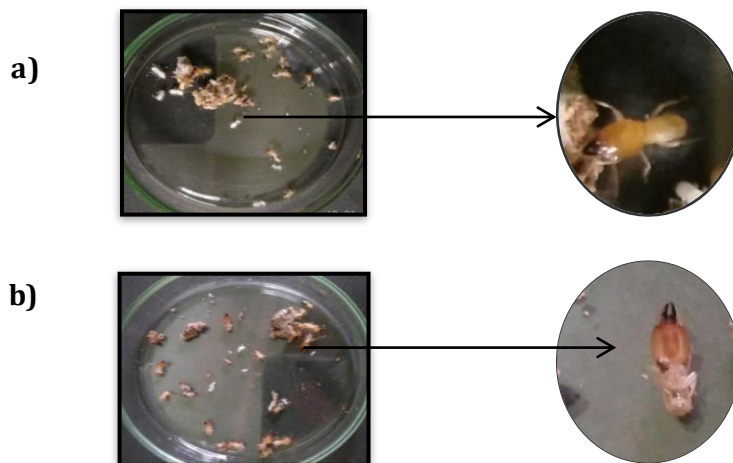


Gambar 6. Ilustrasi Mekanisme Kerja Insektisida Nikotin pada Hewan Uji

Karakteristik kerja insektisida nikotin yang mirip dengan karbamat akan menghambat enzim hidrosi setilkolinestrse (AChE). Asetilkolinesterase adalah

suatu enzim yang berada di saraf pusat yang menghidrolisis neurotransmitter asetikolin. Asetikolin akan bekerja meneruskan rangsangan saraf [11]. Adanya gangguan pada enzim asetilkolinestrase mengakibatkan proses hidrolisis neurotransmitter asetikolin menjadi terhambat. Senyawa nikotin akan mengunci kerja dari enzim asetilkolinestrase sehingga penguraian asetikolin (ACh) menjadi Choline dan asetyl -CoA akan terhambat. Penguraian asetikolin yang telah berhenti menyebabkan asetikolin lebih lama pada reseptor. Hal tersebut menimbulkan respon rangsangan yang semakin melambat sehingga terjadi keterlambatan penyaluran inplus saraf.

Reaksi yang terjadi antar enzim asetilkolinestrase dengan nikotin bersifat *irreversibel*. Ketika jumlah molekul dari senyawa nikotin dengan enzim asetilkolinestrase sama banyaknya maka tidak tersisa lagi enzim asetilkolinestrase untuk menghidrolisis asetikolin. Kondisi tersebut akan memaksa tubuh serangga untuk memproduksi enzim yang baru, akan tetapi disisi lain telah terjadi penumpukan asetikolin. Kerja dari asetikolin yang terganggu akan menyebabkan keterlambatan penyaluran inplus dan dalam jangka panjang menyebabkan kerja dari sel saraf rayap akan terhambat [12]. Gejala yang disebabkan pada reaksi ini ditandai dari perilaku hewan uji *Coptotermes curvignathus* yang mengalami perlambatan aktivitas kemudian *Coptotermes curvignathus* mengalami kejang-kejang dan berputar-putar. Setelah mengalami kejang otot, *Coptotermes curvignathus* menjadi lemas dan pada akhirnya tidak dapat bergerak hingga mengalami kematian. Berdasarkan waktu durasi penelitian yang hanya 1 jam, maka insektisida dari senyawa nikotin tergolong insektisida dengan jenis toksisitas akut dan tipe racun kontak. Pengamatan uji efektivitas insektisida selama 1 jam penelitian dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7. a) Rayap *Coptotermes curvignathus* pada kondisi hidup dan b) pada kondisi mati

KESIMPULAN

Secara umum senyawa nikotin menghambat kerja enzim asetilkoliesterase



yang menyebabkan penumpukan asetilkolin dan memperlambat penyaluran implus ransangan sel saraf serangga. Kenaikan konsentrasi menyebabkan peningkatan terhadap mortalitas rayap *Copcotermes curvignathus*. Penggunaan variasi konsentrasasi 2- 10% dapan membunuh rayap *Copcotermes curvignathus* sebesar 38,54-93,75% dengan tingkat toksisitas sedang hingga kuat. Konsentrasi insektisida yang tepat untuk membunuh 50% populasi rayap *Copcotermes curvignathus* sebesar 3,371%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan syukur kepada Allah SWT yang telah memberi kelancaran dalam penelitian dan penyusunan jurnal ini. Terimakasih kepada Dosen Pembimbing, Ibu Damayanti Iskandar, M.Sc dan Ibu Fitria Wijayanti, M.Pd. yang telah memberikan bimbingan dan masukkan dalam penulisan jurnal ini. Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memperlancar proses penelitian, sehingga berjalan dengan baik tanpa suatu halangan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Salim, Z. dan Munandi, E. 2017. Info Komoditi Furnitur. *Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan Kementerian Perdagangan Republik Indonesia*.
- [2] Savitri, A. dan Yuliawati, S. 2016. Keanekaragaman Jenis Rayap Tanah dan Dampak Serangan pada Bangunan Rumah dan Perumahan Kawasan Mijen Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4 (2):100-105
- [3] Jamalludin, dkk. 2018. Identifikasi Hama Rayap Kelapa Sawit di Desa Simpang Raya Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal Agroetnologi*. 2(1): 6-9
- [4] Subekti, Niken. 2010. Karakteristik populasi Rayap Tanah *Coptotermes* spp. (Blaptodea: Rhinotermitidae) dan dampak Serangannya. *Biosaintika*. 2 (2):110-114
- [5] Anonim. 2018. Lembar Data Kesehatan Bahan Regent 50 SC Red. *PT. BASF Indonesia*. 1-11
- [6] Jayanti SW, Huddaya A, dan Hasyim A. 2015. Pengaruh Insektisida Karbofuran Terhadap Pengurangan dan Kehilang Hasil Kentanga Akibat Serangga *Grylotalpa Hirsuta Burmeister* (Ortoptera: *Grylotalpidae*) Serta Dampaknya Terhadap Keanekaragaman Artropoda Tanah. *J. Hort*. 25(1):54-62
- [7] Alegantina S. 2017. Penetapan Kadar Nikotin dan Karakteristik Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotianna tabcum*). *Jurnan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*. 1(2):113-119
- [8] Tomizawa M. and Casida JE. 2002. Selective Toxicity of Neonocotinoid: Attributable to Specificity of insect and Mammalian Nicotinic Receptors. *J. Entomol*. 48: 339-64
- [9] Tomizawa M. and Casida JE. 2004. Neonicotinoid Insecticide Toxicology: Mechanisms of Selective Action. *J. Pharmacol*. 45: 247-68
- [10] Yanuartono, dkk. 2017. Saponin: Dampak Terhadap Ternak (Ulasan). *Jurnal Perternakan Sriwijaya*. 6 (2): 79-90



- [11] Sokohar, A. Neufarmakologi-Asetilkolin dan Nore Efinefrin. *Buku Ajar Farmakologi. Universitas Lampung*
- [12] Dhamayanti, F.A dan Fitria S. efek Neurobehavioral Akibat Paparan Kronik Organoposfat pada Petani. *Jurnal Agromedicine.5(1): 498-502*