

Agens Pengendali Hayati Nematoda Entomopatogen *Heterorhabditis* sp. dan *Steinernema* sp. Sebagai Pengendali Hama Rayap Tanah *Coptotermes* sp. DAN *Microtermes* sp. di Kabupaten Lumajang

*Biological Control Entomopathogenic Nematodes *Heterorhabditis* sp. and *Steinernema* sp. Pest Control Termite Land As *Coptotermes* sp. and *Microtermes* sp. in The District Lumajang*

Qodiriyah¹⁾, Didik Sulistyanto²⁾, Purwatiningsih³⁾
^{1*)}Madrasah Aliyah Negeri Lumajang
²⁾Fakultas Pertanian Universitas Jember,
³⁾Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Jember
^{*)}Email:qodi_arief@yahoo.co.id

ABSTRACT

This research aims to find out the most effective concentration (LC₅₀) and the most effective time (LT₅₀) and to select a biological agent nematoda of nematodes *Steinernema* sp. dan *Heterorhabditis* sp. as the environmentally friendly biological control agents on the ground termite *Coptotermes* sp. and *Microtermes* sp. in Lumajang. All the data were analyzed by using the termite mortality percentage variance analysis. The LC₅₀ and LT₅₀ were tested by using the probit analysis. Therefore, the empirical probit values were obtained from the percentage of mortality after they were calculated by the Abbot formulation. The biological agents nematoda entomopathogenic *Heterorhabditis* sp. and *Steinernema* sp. had the high value on the pathogenicity of *Coptotermes* sp. and *Microtermes* sp., the LC₅₀ values on *Coptotermes* sp. of nematodes *Heterorhabditis* sp. was 14.94 IJ/ml and *Steinernema* sp. was 15.22 IJ/ml., the LC₅₀ values on *Microtermes* sp. of nematodes *Heterorhabditis* sp. was 16.54 IJ/ml and *Steinernema* sp. was 20.39 IJ/ml., the LT₅₀ values on *Coptotermes* sp. of nematodes *Heterorhabditis* sp. was 1.29 hours and *Steinernema* sp. was 1.35 hours, and the LT₅₀ values on *Microtermes* sp. of nematodes *Heterorhabditis* sp. was 2.14 hours and *Steinernema* sp. was 1.82 hours. Through pathogenicity test, the entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis* sp. is more effective to control subterranean termites compared with the nematode *Steinernema* sp. This happens because *Heterorhabditis* sp. are actively engaged and looking for a host so that there are a large number of possibilities of contacting them with a very large subterranean termites.

Keywords: *Entomopathogenic nematodes*, *Heterorhabditis* sp., *Steinernema* sp., LC₅₀, LT₅₀.

PENDAHULUAN

Rayap merupakan serangga sosial pemakan selulosa yang relatif hanya merupakan kelompok kecil dari ribuan jenis serangga di seluruh dunia. Keberadaan rayap sangat merusak karena aktifitas makannya dapat menghancurkan struktur atau bahan yang dipergunakan manusia. (Muhibuddin, 2001).

Cara pengendalian rayap di Indonesia masih banyak menggunakan termitisida kimiawi seperti termitisida yang mahal harganya dan mengakibatkan terjadinya dampak buruk bagi lingkungan. Dikhawatirkan terlalu seringnya penggunaan termitisida dapat memicu resistensi hama rayap terhadap termitisida tersebut, bahkan dikhawatirkan dapat memicu ledakan hama dan menyebabkan ledakan hama dan terbunuhnya musuh-musuh alami. Oleh sebab itu, salah satu cara pengendalian rayap dengan menggunakan agens hayati yang ramah lingkungan, murah, dan

dapat diproduksi sendiri sehingga tidak mengakibatkan penurunan kualitas lingkungan.

Salah satu alternatif pengendalian hayati adalah dengan memanfaatkan Nematoda Entomopatogen (NEP) dari genus *Steinernema* sp. dan *Heterorhabditis* sp. yang sangat potensial untuk mengendalikan serangga hama dari ordo Lepidoptera, Coleoptera dan Diptera. Nematoda entomopatogen mempunyai beberapa kelebihan yaitu bersifat virulen terhadap inangnya, membunuh serangga inang dengan cepat, mempunyai kisaran inang yang luas, tidak berbahaya bagi serangga bukan sasaran dan mudah dibiakkan secara *in vivo* maupun *in vitro* (Poinar, 1979; Kaya dan Gaugler, 1993 dalam Sulistyanto, 2013).

Nematoda entomopatogen *Steinernema* sp. dan *Heterorhabditis* sp. dibandingkan agens hayati lain adalah tidak berdampak buruk terhadap hama bukan sasaran, tidak menimbulkan residu, sinergis dengan beberapa agens hayati lain, mudah

diperoleh, murah, mampu bertahan lama dalam tanah dan dapat berkembang biak dalam tubuh serangga serta dapat digunakan kembali untuk mengendalikan hama (Sulistyanto, 1999), sehingga nematoda entomopatogen merupakan salah satu alternatif pengendali rayap tanah yang ramah lingkungan. Penggunaan dosis nematoda entomopatogen berdasarkan hasil penelitian sebelumnya (Arinana, 2002).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi paling efektif (LC_{50}) dan waktu paling efektif (LT_{50}) dari nematoda *Steinernema* sp. dan *Heterorhabditis* sp. sebagai agens pengendali hayati untuk rayap tanah *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp. di Kabupaten Lumajang.

METODE PENELITIAN

Pengambilan Sampel Rayap Tanah *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp.

Pengambilan sampel rayap tanah *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp. dilakukan di lahan pertanian di wilayah kabupaten Lumajang. Sampel tanah dan rayap tanah *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp. diambil dari beberapa wilayah di kecamatan Sukodono, Kunir, Pasiripan dan Klakah.

Uji Lethal Concentrate₅₀ (LC_{50})

Imago rayap tanah yang digunakan masing-masing sejumlah 10 ekor rayap tanah *Coptotermes* sp. atau *Microtermes* sp. Kasta prajurit diletakkan di dalam wadah plastik kecil yang dapat menampung volume tanah 75g dan kondusif dengan kondisi perlakuan. Selama pengujian kotak-kotak pengujian diletakkan dalam ruang gelap dan dijaga dari stress lingkungan. Suplai makanan rayap berupa potongan kayu 10g. Perlakuan kontrol dengan pemberian air steril sebagai pengganti nematoda digunakan sebagai pembanding. Berdasarkan penelitian sebelumnya (Arinana, 2002), konsentrasi nematoda yang digunakan adalah 0 IJ/ml, 50 IJ/ml, 150 IJ/ml, 250 IJ/ml, 350 IJ/ml, 450 IJ/ml, dan 550 IJ/ml. Botol uji disimpan dalam ruang gelap selama 24, 48, 72, 96, 120 jam. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah rayap yang mati akibat nematoda. Presentase mortalitas rayap dianalisis dengan menggunakan Uji ANAVA. Analisis LC_{50} , nematoda terhadap rayap dilakukan dengan menghitung rata-rata mortalitas rayap terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan Abbot dan selanjutnya dianalisis menggunakan Analisis Probit.

Uji Lethal Times₅₀ (LT_{50})

Pengujian mortalitas LT_{50} dilakukan dengan cara meletakkan terlebih dahulu rayap pada kertas saring yang telah mengandung suspensi nematoda sebanyak 2 ml dengan konsentrasi terbaik yang dihasilkan dari pengujian LC_{50} . Berdasarkan

penelitian sebelumnya (Arinana, 2002), lama waktu kontak rayap dengan nematoda adalah 0, 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak lima kali. Setelah terjadi kontak selama waktu yang telah ditentukan selanjutnya rayap dipindahkan dalam botol uji yang bentuk dan ukurannya sama dengan pengujian yang digunakan untuk LC_{50} . Botol uji selanjutnya disimpan dalam ruang gelap selama 48 jam. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah rayap yang mati akibat nematoda. Persentase mortalitas rayap dianalisis dengan menggunakan Uji ANAVA. Analisis LT_{50} dilakukan dengan menghitung rata-rata mortalitas rayap terlebih dahulu dengan menggunakan Persamaan Abbot dan selanjutnya dianalisis menggunakan Analisis Probit.

Uji Efikasi Terhadap Rayap

Pengujian dilakukan di dalam termitarium berisi media dan diletakkan pada ruang kultur rayap ($28 \pm 1^\circ C$). Termitarium diletakkan di atas nampan yang di atasnya telah diberi ganjal berupa kayu melintang kemudian di dalam nampan tersebut diberi air. Media berupa campuran dari tanah sebanyak 1000 gram dan serpihan kayu sebanyak 75 gram. Tanah dan serpihan kayu sebelum digunakan harus dalam kondisi steril.

Pada setiap termitarium disemprotkan larutan (air + nematoda) yang telah mengandung nematoda dengan konsentrasi disesuaikan dengan hasil dari uji LC_{50} . Pada kelompok kontrol, termitarium yang hanya disemprotkan air tanpa mengandung nematoda. Air berfungsi sebagai penjaga kelembaban bagi kebutuhan rayap dan media bagi nematoda. Di dalam 1 unit termitarium kemudian dimasukkan 50 ekor rayap tanah. Bagian bawah termitarium diberi lubang dengan diameter ± 1 cm dan serpihan kayu di atasnya, sehingga kelembaban media selalu terjaga.

Lama waktu kontak rayap dengan nematode adalah 48 jam. Pada hari kedua dilakukan pembongkaran dan dilakukan perhitungan mortalitas rayap. Persentase mortalitas rayap dihitung pada saat pembongkaran (Arinana, 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Lethal Concentrate₅₀ (LC_{50}) Rayap Tanah *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp.

Uji LC_{50} dilakukan untuk mengetahui konsentrasi yang dapat membunuh atau menyebabkan kematian optimal pada rayap tanah. Nematoda yang digunakan adalah *Heterorhabditis* sp. dan *Steinernema* sp, dengan rayap tanah *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp. sebagai serangga inang sasarannya.

Tabel 1. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Nematoda *Heterorhabditis* sp. dan *Steinernema* sp

Konsentrasi (IJ/10ml)	Persentase Mortalitas Rayap (%)			
	<i>Coptotermes</i> sp.		<i>Microtermes</i> sp.	
	<i>Heterorhabditis</i> sp.	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Heterorhabditis</i> sp.	<i>Steinernema</i> sp.
0 (kontrol)	4,00±0,0 ^a	2,00±0,0 ^a	6,00±0,0 ^a	6,00±0,0 ^a
50	42,00±3,9 ^b	30,00±7,9 ^b	56,00±9,4 ^b	46,00±2,4 ^b
150	54,00±5,9 ^b	44,00±10,2 ^b	64,00±10,5 ^b	54,00±6,9 ^b
250	62,00±9,2 ^b	50,00±2,5 ^b	64,00±5,3 ^b	68,00±3,7 ^b
350	66,00±10,5 ^b	56,00±7,3 ^b	72,00±8,9 ^b	72,00±4,5 ^b
450	70,00±1,8 ^b	60,00±9,2 ^b	76,00±4,5 ^b	74,00±6,3 ^b
550	82,00±11,1 ^b	80,00±1,0 ^b	78,00±11,1 ^b	78,00±5,6 ^b

Rata-rata persentase mortalitas rayap *Coptotermes* sp. dari kontrol hingga konsentrasi tertinggi (550 IJ/ml) akibat nematoda *Heterorhabditis* sp. berkisar antara 4% sampai 82% (tabel 1).

Persentase mortalitas rayap *Microtermes* sp. akibat nematoda *Heterorhabditis* sp. berkisar antara 6% sampai 78%. Hasil Pengamatan menunjukkan bahwa kematian rayap tanah *Coptotermes* sp. terus meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi nematoda (tabel 1).

Hasil anavana menunjukkan ada pengaruh pemberian NEP terhadap rata-rata mortalitas. Adanya perbedaan nyata antara kontrol dan perlakuan konsentrasi. Namun, antar perlakuan konsentrasi tidak berbeda nyata.

Menurut Downes & Griffin (1996), *Heterorhabditis* sp. dapat dengan cepat membunuh inang karena memiliki mobilitas yang tinggi dalam hal mencari dan mendapatkan inang. Berdasarkan hasil penelitian Kaya dan Koppenhofer (1996), diketahui bahwa *Steinernema* sp. mampu membunuh serangga inang karena bakteri simbiotiknya memiliki senyawa racun yang efektif. Dilain pihak, aktifitas *Microtermes* sp. yang lambat akan lebih memudahkan *Heterorhabditis* sp. untuk menemukan dan sekaligus mempenetrasinya sehingga kematian *Microtermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. lebih cepat terjadi. Berdasarkan penelitian Wang, et. al. (1995), setelah berada di tubuh inang, bakteri simbiotik pada *Heterorhabditis* sp. akan cepat mengeluarkan racun yang dapat segera membunuh inang. Selain itu, aktifitas *Microtermes* sp. yang lambat akan lebih memudahkan *Heterorhabditis* sp. untuk menemukan dan sekaligus mempenetrasinya sehingga kematian *Microtermes* sp. akibat nematoda *Heterorhabditis* sp. akan lebih cepat terjadi.

Berdasarkan hasil perhitungan persentase mortalitas selanjutnya dilakukan analisis, untuk mengetahui nilai LC₅₀ dari masing-masing jenis nematoda terhadap *Coptotermes* sp. dan

Microtermes sp. Persamaan regresi antara log konsentrasi dengan nilai probit nematoda *Heterorhabditis* sp. dan *Steinernema* sp. terhadap mortalitas *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp.

Persamaan regresi antara log konsentrasi dengan nilai probit rayap tanah *Coptotermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. adalah $Y = -2,898 + 3,403X$. Persamaan Regresi Antara Log Konsentrasi dengan nilai probit rayap tanah *Coptotermes* sp. akibat *Steinernema* sp adalah $Y = -1,068 + 2,018X$. Persamaan Regresi Antara Log Konsentrasi dengan nilai probit rayap tanah *Microtermes* sp akibat *Heterorhabditis* sp. adalah $Y = -2,988 + 3,641X$.

Persamaan Regresi Antara Log Konsentrasi dengan nilai probit rayap tanah *Microtermes* sp akibat *Steinernema* sp adalah $Y = -3,582 + 4,691X$. Nilai regresi rayap tanah *Coptotermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. jika konsentrasi nematoda (X) 0, maka mortalitas (Y) sebesar -2,898. Apabila konsentrasi mengalami peningkatan 1 IJ/ml maka mortalitas akan mengalami peningkatan sebesar 3,403. Nilai regresi rayap tanah *Coptotermes* sp. akibat *Steinernema* sp. jika konsentrasi nematoda (X) nilainya 0, maka mortalitas (Y) nilainya -1,068. Apabila konsentrasi mengalami peningkatan 1 IJ/ml maka akan mengalami peningkatan mortalitas sebesar 2,018.

Nilai regresi dari rayap tanah *Microtermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. jika konsentrasi nematoda (X) nilainya 0, maka mortalitas (Y) nilainya -2,988. Apabila konsentrasi mengalami peningkatan 1 IJ/ml maka akan mengalami peningkatan mortalitas sebesar 3,641. Nilai regresi dari rayap tanah *Microtermes* sp. akibat *Steinernema* sp. jika konsentrasi nematoda (X) nilainya 0, maka mortalitas (Y) nilainya -3,582. Apabila konsentrasi mengalami peningkatan 1 IJ/ml maka akan mengalami peningkatan mortalitas sebesar 4,691. Koefisien bernilai positif artinya terjadi hubungan positif antara konsentrasi dengan mortalitas rayap.

Tabel 2 Pengaruh Berbagai Waktu Nematoda *Heterorhabditis* sp. dan *Steinernema* sp Terhadap Mortalitas Rayap Tanah *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp. setelah diamati 48 jam Setelah Aplikasi

Waktu kontak (menit)	Persentase Mortalitas Rayap(%)			
	<i>Coptotermes</i> sp.		<i>Microtermes</i> sp.	
	<i>Heterorhabditis</i> sp.	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Heterorhabditis</i> sp.	<i>Steinernema</i> sp.
Tanpa kontak	0±0,0 ^a	0±0,0 ^a	2±0,4 ^a	4±0,5 ^a
30	46±1,1 ^b	44±0,9 ^b	52±1,1 ^b	50±1,0 ^b
60	50±1,6 ^b	48±1,3 ^b	56±1,1 ^b	54±1,1 ^b
90	62±1,3 ^b	54±1,1 ^b	70±1,2 ^b	66±1,5 ^b
120	72±0,8 ^b	66±1,3 ^b	76±1,1 ^b	72±1,3 ^b
150	78±1,3 ^b	72±0,8 ^b	82±0,8 ^b	78±0,8 ^b

Keterangan :

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf kepercayaan 95%.

Berdasarkan data tersebut dapat dijelaskan bahwa untuk membunuh 50% populasi rayap tanah *Coptotermes* sp. diperlukan *Heterorhabditis* sp. dengan konsentrasi 14,94 IJ/ml dan nematoda *Steinernema* sp. dengan konsentrasi 15,22 IJ/ml. Untuk membunuh rayap tanah *Microtermes* sp. diperlukan nematoda *Heterorhabditis* sp. dengan konsentrasi 16,54 IJ/ml dan nematoda *Steinernema* sp. dengan konsentrasi 20,39 IJ/ml. Hal ini berarti untuk membunuh *Coptotermes* sp. dibutuhkan lebih banyak *Steinernema* sp. dibandingkan *Heterorhabditis* sp. Tingginya nilai LC_{50} *Heterorhabditis* sp. disebabkan oleh patogenitas yang lebih rendah dibandingkan *Steinernema* sp.

Kematian *Coptotermes* sp. dan *Steinernema* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. prosentase yang tinggi sejak pengamatan 24 jam setelah perlakuan. Setelah pengamatan diduga, bakteri simbiosis *H. bacteriophora* akan cepat mengeluarkan racun yang dapat segera membunuh inang (Wang, *et al.*, 1995). Menurut Downes dan Griffin (1996), *H. bacteriophora* mampu membunuh inang dengan cepat karena dapat bergerak aktif mencari serangga dan dapat mempenetrasinya dengan segera setelah aplikasi. Hal tersebut yang menyebabkan kematian *Coptotermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. telah terjadi sejak 24 jam setelah aplikasi nematoda dengan persentase kematian yang tinggi dibandingkan akibat dari nematoda *Steinernema* sp.

Nilai Lethal Time₅₀ (LT₅₀) Rayap Tanah *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp.

Konsentrasi nematoda yang digunakan untuk uji LT₅₀ adalah 550 IJ/ml, yang ditetapkan

berdasarkan hasil terbaik dari uji LC_{50} . Rata-rata prosentase mortalitas *Coptotermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. berkisar antara 0% sampai 78% dan rayap tanah *Coptotermes* sp. akibat *Steinernema* sp. berkisar antara 0% sampai 72%. Sedangkan rata-rata mortalitas terhadap *Microtermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. berkisar antara 2% sampai 82% dan rayap tanah *Microtermes* sp. akibat *Steinernema* sp. berkisar antara 4% sampai 78%. Berdasarkan tabel 2. rata-rata mortalitas terhadap *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp. pada beberapa waktu kontak yang bervariasi (LT₅₀) yang diamati setelah 48 jam setelah aplikasi.

Pengujian Lethal Time₅₀ yang bervariasi waktunya bertujuan untuk mengetahui waktu kontak optimal yang dibutuhkan oleh nematoda untuk kontak dengan rayap tanah hingga nematoda dapat menyebabkan kematian secara optimal pada rayap tanah.

Persamaan Regresi Antara Log waktu dengan nilai probit *Coptotermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. adalah $Y = -1,772 + 0,198X$. Persamaan Regresi Antara Log Waktu dengan nilai probit *Coptotermes* sp. akibat *Steinernema* sp. adalah $Y = -1,922 + 0,250X$.

Persamaan Regresi Antara Log Waktu dengan nilai probit *Microtermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. adalah $Y = -2,391 + 0,788X$. Persamaan Regresi Antara Log Waktu dengan nilai probit *Microtermes* sp. akibat *Steinernema* sp. adalah $Y = -2,191 + 0,569X$.

Nilai regresi untuk rayap tanah *Coptotermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. jika lama waktu kontak nematoda (X) nilainya 0, maka mortalitas (Y) nilainya -1,772. Apabila lama waktu kontak mengalami peningkatan 1 jam maka akan

mengalami peningkatan mortalitas sebesar 0,198. Nilai regresi dari rayap tanah *Coptotermes* sp. akibat *Steinernema* sp. jika lama waktu kontak nematoda (X) nilainya 0, maka mortalitas (Y) nilainya -1,922. Apabila lama waktu kontak mengalami peningkatan 1 jam maka akan mengalami peningkatan mortalitas sebesar 0,250.

Nilai regresi dari rayap tanah *Microtermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp jika lama waktu kontak nematoda (X) nilainya 0, maka mortalitas (Y) nilainya -2,391. Apabila lama waktu kontak mengalami peningkatan 1 jam maka akan mengalami peningkatan mortalitas sebesar 0,788. Nilai regresi dari rayap tanah *Microtermes* sp. akibat *Steinernema* sp. jika lama waktu kontak nematoda (X) nilainya 0, maka mortalitas (Y) nilainya -2,191. Apabila lama waktu kontak mengalami peningkatan 1 jam maka akan mengalami peningkatan mortalitas sebesar 0,569. Koefisien bernilai positif artinya terjadi hubungan positif antara lama waktu kontak rayap dengan mortalitas rayap.

Berdasarkan data tersebut nilai LT_{50} dapat dijelaskan bahwa untuk membunuh 50% populasi rayap tanah *Coptotermes* sp. diperlukan nematoda *Heterorhabditis* sp dengan waktu 1,29 jam dan nematoda *Steinernema* sp dengan waktu 1,35 jam. Untuk membunuh 50% populasi rayap tanah *Microtermes* sp. diperlukan nematoda *Heterorhabditis* sp dengan waktu 2,14 jam dan nematoda *Steinernema* sp dengan waktu 1,82 jam.

Nematoda *Steinernema* sp. memiliki sifat cenderung diam dan menunggu inang mendatangnya sehingga relative lebih lamban dalam penetrasi rayap tanah dibandingkan nematoda *Heterorhabditis* sp. yang aktif mencari inang. Sebaliknya, rayap *Coptotermes* sp. cenderung memiliki ketahanan kutikula yang baik dan dapat menahan penetrasi organisme asing ke dalam tubuhnya (Pearce, 1997). Berdasarkan hal tersebut, maka pada *Coptotermes* sp. nematoda yang masuk membutuhkan waktu kontak yang lama, karena sulitnya penetrasi pada tubuhnya.

Berdasarkan uji Duncan, kematian *Coptotermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp.

tertinggi pada selisih mean dari waktu kontak rayap dengan nematoda 30 menit dan 60 menit. Kematian *Coptotermes* sp. akibat dan *Steinernema* sp. tertinggi pada selisih mean dari waktu kontak rayap dengan nematoda 90 menit dan 120 menit. Kematian *Microtermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. tertinggi pada selisih mean dari waktu kontak rayap dengan nematoda 60 menit dan 90 menit. Kematian *Microtermes* sp. akibat dan *Steinernema* sp. tertinggi pada selisih mean dari waktu kontak rayap dengan nematoda 60 menit dan 90 menit.

Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa waktu kontak optimal *Steinernema* sp. dan *Heterorhabditis* sp. untuk dapat menyebabkan kematian tertinggi pada rayap *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp. dengan 48 jam sudah optimal. Tinggi rendahnya kematian rayap berdasarkan waktu kontak nematoda dengan rayap dipengaruhi beberapa hal seperti mobilitas nematoda yang digunakan, ketahanan rayap, mobilitas rayap dan media yang digunakan pengujian (Arinana, 2002).

Uji Efikasi Nematoda Terhadap Rayap Tanah *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp.

Dalam uji efikasi konsentrasi yang digunakan adalah 550 IJ/ml yang merupakan hasil terbaik dari LC_{50} dengan lama pengamatan 48 jam (2 hari). Uji efikasi berguna untuk mengetahui patogenitas nematoda apabila diaplikasikan pada lapang. Hasil percobaan uji Efikasi.

Prosentase mortalitas tertinggi *Coptotermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. dan *Steinernema* sp. adalah 85,2% dan 81,2%. Pada *Microtermes* sp. tingkat kematian semakin besar akibat *heterorhabditis* sp. dikarenakan laju pertumbuhan nematoda semakin meningkat, ini ditunjukkan dengan semakin banyaknya nematoda yang tumbuh. Pengamatan menunjukkan bahwa kematian tertinggi pada *Coptotermes* sp. akibat *Heterorhabditis* sp. dan *Steinernema* sp. adalah 88,8% dan 83,2% (tabel 3).

Tabel 3 Rata-Rata Mortalitas Terhadap Rayap Tanah *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp. setelah 48 jam (%)

Konsentrasi (IJ/ml)	Persentase Mortalitas Rayap (%)			
	<i>Coptotermes</i> sp.		<i>Microtermes</i> sp.	
	<i>Heterorhabditis</i> sp.	<i>Steinernema</i> sp.	<i>Heterorhabditis</i> sp.	<i>Steinernema</i> sp.
0	0,8	1,2	2	2,4
550	85,2	81,2	88,8	83,2

Dalam uji efikasi konsentrasi yang digunakan adalah 550 IJ/ml yang merupakan hasil terbaik dari LC₅₀ dengan lama pengamatan adalah 48 jam (2 hari). Uji efikasi berguna untuk mengetahui patogenitas nematoda apabila diaplikasikan pada lapang. Hasil percobaan uji efikasi pada tabel rata-rata persentase mortalitas terhadap rayap tanah *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kematian tertinggi pada rayap tanah *Coptotermes* sp. akibat nematoda *Heterorhabditis* sp. dan *Steinernema* sp. adalah 85,2% dan 81,2%, diduga *Heterorhabditis* sp. lebih pathogen terhadap *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp. (table 3).

Pada *Microtermes* sp. tingkat kematian semakin besar akibat *heterorhabditis* sp. dikarenakan laju pertumbuhan nematoda semakin meningkat, ini ditunjukkan dengan semakin banyaknya nematoda yang tumbuh. Pengamatan menunjukkan bahwa kematian tertinggi pada *Microtermes* sp. akibat nematoda *Heterorhabditis* sp. dan *Steinernema* sp. adalah 88,8% dan 83,2% (tabel 3), dikarenakan *Heterorhabditis* sp. lebih pathogen terhadap *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu sifat patogenitas *Heterorhabditis* sp. yang lebih tinggi dibandingkan *Steinernema* sp. (Arinana, 2002). *Heterorhabditis* sp. segera mendapatkan inang untuk melangsungkan perkembangbiakannya dan sifat *Heterorhabditis* sp. yang aktif bergerak dan mencari inang sehingga kemungkinan terjadinya kontak dengan rayap tanah sangat besar.

KESIMPULAN

Agens pengendali hayati nematoda entomopatogen *Heterorhabditis* sp. dan *Steinernema* sp. memiliki nilai patogenitas yang tinggi pada rayap tanah *Coptotermes* sp. dan *Microtermes* sp. Nilai LC₅₀ pada rayap tanah *Coptotermes* sp. dari nematoda *Heterorhabditis* sp. 14,94 IJ/ml dan *Steinernema* sp. 15,22 IJ/ml. Nilai LC₅₀ pada rayap tanah *Microtermes* sp. dari nematoda *Heterorhabditis* sp. 16,54 IJ/ml dan *Steinernema* sp. 20,39 IJ/ml. Nilai LT₅₀ pada rayap tanah *Coptotermes* sp. dari nematoda *Heterorhabditis* sp. 1,29 jam dan *Steinernema* sp. 1,35 jam. Nilai LT₅₀ pada rayap tanah *Microtermes* sp. dari nematoda *Heterorhabditis* sp. 2,14 jam dan *Steinernema* sp. 1,82 jam.

Nematoda entomopatogen *Heterorhabditis* sp. melalui uji patogenitas rayap lebih efektif

untuk mengendalikan rayap tanah dibandingkan dengan nematoda *Steinernema* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Arinana, 2002, *Keefektifan Nematoda Entomopatogen Steinernema sp. dan Heterorhabditis indica Sebagai Agen hayati Pengendalian Rayap Tanah Coptotermes curvignathus Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae)*, Bogor: Program Pascasarjana IPB.
- Downes, M. J. & C. T. Griffin, 1996, *Dispersal behavior and Transmission Strategies of the entomopathogenic nematodes heterorhabditis and steinernema*, Biocontrol Science & Technology, 347-356.
- Kaya, H. K. dan A. M. Koppenhofer. 1996. *Effect of Microbial and other Antagonistic Organism and Competition on Entomopathogenic nematodes*. Biocontrol Science & Technology. 357-371.
- Muhibuddin, Anton, 2001, *Potensi Nematoda Steinernema sp. dan Heterorhabditis sp. Sebagai Pengendali Serangga Rayap Tanah Coptotermes curvignathus Dan Microtermes sp. Dan Sinergimanya Dengan Agens Hayati Lain*, Malang: Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya.
- Pearce, M. J., 1997, *Termites, Biology and Pest Management*, New York: CAB International, 173.
- Sulistiyanto, D., 1999, *Biopestisida Nematoda Entomopatogen Steinernema sp. Dan Heterorhabditis sp. Sebagai Alternatif Pengendalian Serangga Hama Yang Berwawasan Lingkungan*. Makalah Seminar Interdisipliner Universitas Jember, Bulan Mei 1999.
- Sulistiyanto, D., 2013, *Orasi Ilmiah: Pengembangan Wilayah Sentra Produksi Pangan Organik Yang murah Dengan Pengelolaan Hama Terpadu Agens Pengendali Hayati Untuk Menompang Masterplan Pangan Organik Nasional*, Jember: Disampaikan pada Rapat Senat Terbuka Dies natalis ke 49 Universitas Jember, tanggal 10 Nopember 2013.
- Wang, Y., J. F. Campbell & R. Gaugler, 1995, *Infection of Entomopathogenic Nematodes Steinernema glaseri & heterorhabditis bacteriophora Against Popillia Japonica (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae*, Journal of Invertebrate Pathology, 66: 178-184.