

KOMPARASI EFEKTIVITAS METODE PENGENDALIAN RAYAP *Macrotermes gilvus* DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Muhammad Ali Rafli^{1*}, Sylvia Madusari^{1,2}, Jojon Soesatrijo³

¹Program Studi Budidaya Perkebunan Kelapa Sawit, Politeknik Kelapa Sawit Citra
Widya Edukasi Jl. Gapura No. 8, Bekasi, Jawa Barat, 17520

²Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Politeknik Kelapa Sawit Citra
Widya Edukasi Jl. Gapura No. 8, Bekasi, Jawa Barat, 17520

*E-mail: muhammadalirafli2@gmail.com

Diterima: 04/05/2020

Direvisi: 28/12/2020

Disetujui: 28/12/2020

ABSTRAK

Macrotermes gilvus merupakan rayap tanah dapat memberikan dampak negatif pada tanaman kelapa sawit karena mengganggu perakaran dan mengakibatkan tanaman tumbang sehingga perlu dikendalikan. Pengendalian hama rayap dapat dilakukan secara manual, kimia, dan biologi. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan metode pengendalian rayap secara manual, kimia, dan biologi, dan menentukan efektivitas pengendalian melalui indikator kondisi sarang setelah pengendalian, keberadaan rayap pada tanaman kelapa sawit di sekitar sarang, waktu pengendalian, dan kebutuhan biaya. Penelitian menggunakan metode deskriptif komparatif dengan membandingkan efektivitas tiga metode pengendalian yaitu manual, kimia, dan biologi, melalui pengamatan terhadap waktu pengendalian dan perubahan volume sarang, serta biaya yang dibutuhkan. Metode manual dilakukan dengan cara menghancurkan sarang rayap dengan alat cados. Metode kimia dilakukan dengan menghancurkan sarang dan aplikasi termitisida berbahan aktif Fipronil 50 SC. Metode biologi dilakukan dengan melubangi sarang kemudian menginfeksi koloni dengan jamur *Metarhizium anisopliae*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan parameter pertumbuhan sarang rayap, maka pengendalian secara kimia memperlihatkan hasil yang paling efektif. Namun demikian, pengendalian secara biologi menunjukkan tren penurunan laju pertumbuhan sarang rayap setelah proses pengendalian, dengan waktu pengendalian relatif lebih cepat (25 menit/sarang) dan biaya (Rp. 28.505) yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan cara kimia.

Kata kunci: Hama, Kelapa sawit, Rayap, Perkebunan.

ABSTRACT

Macrotermes gilvus is a termite soil that can harm oil palm crops because it interferes with rooting and causes yields to fall, so controlling it is crucial. Methods to control termite pest are manually, chemically, and biologically. The purpose of this study was to compare the manual, chemical, and biological termite control methods, and determine the effectiveness of control through indicators of nest conditions after management, the presence of termites in oil palm plants around the nest, control time, and cost needs. The research used comparative descriptive methods by comparing the effectiveness of three

control methods by observing the control time and changes in nest volume, and the cost required. Cados tools used for controlling the termites' pest manually. The chemical procedure proceeds by destroying nests and applications of active-based termiticide Fipronil 50 SC. The biological process implemented by perforating the nest then infecting the colony with Metarhizium anisopliae. The results showed that based on termite nest growth parameters, chemical control showed the most effective results. However, biological control shows a downward trend in termite nests' growth rate after the control process, with relatively faster control time (25 minutes/ nest) and lower cost (Rp. 28.505) compared to chemical means.

Keywords: Pest, Oil Palm, Termite, Plantation.

PENDAHULUAN

Rayap merupakan mesofauna tanah utama di kawasan tropis. Rayap berperan penting dalam dekomposisi, perputaran unsur hara dan proses di dalam tanah (Pribadi, 2009). Jenis rayap yang terdapat di Indonesia antara lain *Coptotermes curvignathus* dan *Macrotermes gilvus*. Keduanya memiliki sifat perusak pada kayu, bangunan, dan material organik yang dapat menimbulkan dampak negatif berupa kerusakan, serta perkembangannya yang sangat cepat. *Macrotermes gilvus* memberikan pengaruh negatif apabila membuat koloni di dekat batang karena mengganggu perakaran dan mengakibatkan pohon tumbang (Pawana, 2016; Singham *et al.* 2017; Lee, 2013). Asosiasi Perusahaan Pengendalian Hama Indonesia (ASPPHAMI) menaksir kerugian ekonomis yang ditimbulkan oleh rayap secara nasional sekitar 2,8 triliun setiap tahunnya. Meliputi kerusakan pada perumahan, gedung, perkebunan dan kehutanan. (Pahlevi, 2018). Serangan rayap tanah dapat menyebabkan kerugian berupa penurunan hasil produksi hingga menyebabkan kematian pada tanaman inangnya. Oleh karena itu jika tidak dikendalikan akan dapat menimbulkan kerugian ekonomis yang sangat besar (Toni *et al.* 2015).

Upaya pengendalian hama *Macrotermes gilvus* di perkebunan kelapa sawit telah dilakukan. Secara umum proses pengendalian hama rayap

dilakukan dengan metode manual, kimia, biologi, maupun kombinasi dari beberapa metode tersebut. Metoda manual merupakan metoda fisik, yaitu dengan menggunakan alat untuk merusak sarang rayap. Metode kimia adalah dengan menggunakan bahan kimia. Sedangkan metode biologi dilakukan dengan menggunakan organisme pengendali biologis yang dapat menghambat pertumbuhan rayap atau bahkan mematikan individu rayap. Jamur entomopatogen *Metarhizium* merupakan jamur yang banyak digunakan sebagai pengendali hayati. Desyanti *et al.* (2007) mengemukakan bahwa inokulasi jamur *Metarhizium anisopliae* mampu menyebabkan kematian pada rayap hingga 83,33%.

Penelitian berkaitan dengan metode pengendalian rayap telah banyak dilakukan, namun demikian sangat sedikit penelitian yang membandingkan ketiga metode tersebut dengan variabel sejenis agar didapat data relevan sesuai dengan indikator efektivitas dengan aplikasi secara langsung di lapangan khususnya di perkebunan kelapa sawit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis metode yang paling efektif dalam mengendalikan rayap di perkebunan kelapa sawit berdasarkan waktu pengendalian, laju pertumbuhan sarang rayap setelah pengendalian, dan gambaran biaya yang dibutuhkan pada periode tertentu. Pada penelitian ini diawali dengan sensus pengendalian, untuk mendapatkan data populasi

serangan *Macrotermes gilvus* sebanyak 5% dari SPH 136. Sensus rayap dilakukan pada 2 sampel blok seluas 19,18 ha. Hal tersebut memperlihatkan bahwa jumlah serangan hama rayap telah melebihi ambang batas sehingga perlu dilakukan kajian untuk memberikan gambaran berkaitan dengan pengendalian hama rayap yang efektif, dan berkelanjutan.

METODE

Penelitian dilakukan di Blok F16 dan F17 Afdeling II, Estate Karusen, PT XYZ, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah.

Alat-alat yang digunakan dalam dalam penelitian ini yaitu: cados (cangkul dan dodos), palu, spidol, gunting, alat tulis, meteran, sarung tangan, knapsack sprayer 15 L, parang, timbangan, botol, plastik, kamera, GPS, pH and moist meter, dan laptop. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif komparatif, yaitu dengan menjelaskan cara dan hasil pengendalian ketiga metode yang mengacu pada indikator efektivitas.

Tahap pelaksanaan penelitian di antaranya: (a). Persiapan penelitian meliputi persiapan alat dan bahan, sensus serangan rayap di dalam blok, (b). pengukuran volume sarang, dan (c). identifikasi jenis hama rayap. Sensus dilakukan dengan metode sisir baris menggunakan instrumen sensus serangan hama. Pengukuran volume sarang dengan alat meteran, dan identifikasi menggunakan *A Systematic Key to Termites of Thailand* (Sornnuwat, 2004).

Pengendalian *Macrotermes gilvus* dengan metode manual, adalah metode pengendalian dengan cara menghancurkan sarang rayap

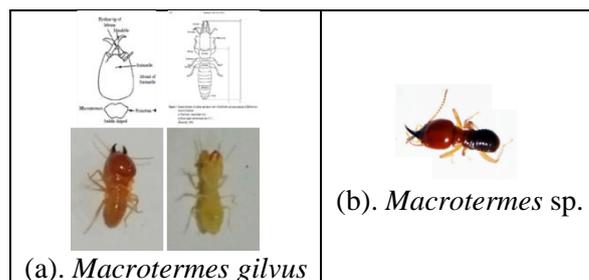
menggunakan cados. Metode ini tidak menggunakan termitisida maupun jamur *Metarhizium anisopliae* sebagai bahan tambahan. Metode kimia, adalah metode pengendalian dengan cara menghancurkan sarang rayap menggunakan cados, kemudian mengaplikasikan termitisida Fipronil 50 SC menggunakan knapsack sprayer dengan dosis 60 cc/sarang. Dosis tersebut merupakan dosis rekomendasi PT XYZ. Metode biologi dilakukan dengan melubangi sarang rayap kemudian menginfeksi koloni dengan jamur 50 gr *Metarhizium anisopliae*/sarang. Dosis 50 gr/sarang merupakan dosis rekomendasi dari produk yang diperoleh secara komersil.

Pengamatan dilakukan pada indikator efektivitas yang telah ditentukan, yaitu pengamatan kondisi sarang setelah pengendalian dengan mengukur pertumbuhan volume dan memeriksa keberadaan rayap di tanaman sekitar sarang, perhitungan kebutuhan waktu yang telah ditentukan, yaitu 5, 10, 15, dan 20 hari setelah aplikasi dan kebutuhan biaya alat dan bahan untuk pengendalian.

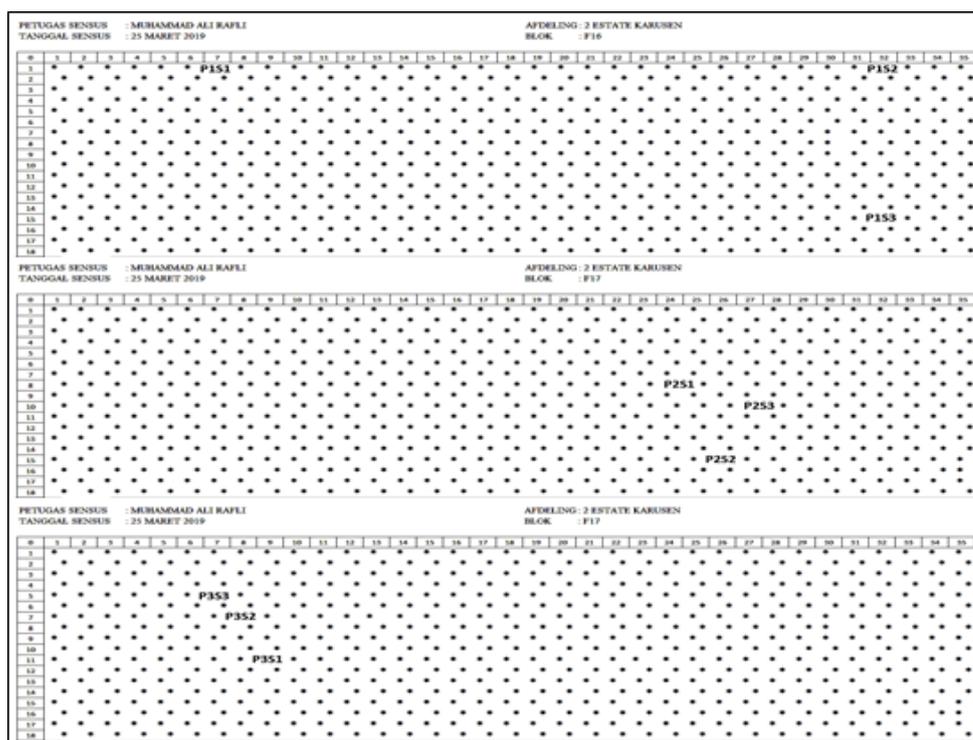
HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Jenis Rayap

Jenis rayap tanah di Indonesia adalah dari famili Termitidae, yang memiliki sarang dalam tanah terutama dekat bahan organik yang memiliki kandungan selulosa seperti kayu, serasah, dan humus. Jenis rayap yang termasuk dalam famili Termitidae adalah *Macrotermes* spp. (Pramana *et al.* 2018 dan Pramana, 2016). Jenis rayap yang terdapat di perkebunan kelapa sawit PT XYZ adalah jenis *Macrotermes gilvus*. Konsep klasifikasi jenis rayap. Kasta prajurit mempunyai karakteristik berbeda pada ukuran, mandibel dan, kepala. Hasil identifikasi dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. (a). Identifikasi *Macrotermes gilvus*. Sumber: *A Systematic Key to Termites of Thailand* dari Sornnuwat (2014); (b). *Macrotermes* sp. (sumber: Rizali *et al.* 2020)



Gambar 2. Letak sampel penelitian

Tabel 1. Penomoran sampel dan volume sarang *Macrotermes gilvus*

Nomor Sampel	Jenis Perlakuan	Ukuran (hari ke-0)			Volume	Lokasi
		Panjang	Lebar	Tinggi		
P1S1	Manual	160	80	70	896,000	F16
P1S2	Manual	97	92	50	446,200	F16
P1S3	Manual	87	77	32	214,368	F16
P2S1	Kimia	80	72	50	288,000	F17
P2S2	Kimia	90	96	80	691,200	F17
P2S3	Kimia	84	98	52	428,064	F17
P3S1	Biologi	50	92	76	349,600	F18
P3S2	Biologi	65	128	95	790,400	F19
P3S3	Biologi	60	137	83	682,260	F20

M. gilvus memiliki ciri bentuk kepala persegi panjang, memiliki mandibel, dan memiliki pronotum (Sornnuwat, 2004). Ciri prajurit mayor *M. gilvus* adalah

panjang kepala 3,25-3,65 mm, lebar kepala 2,55-3,00 mm; panjang mandibel 1,60-1,190 mm. Prajurit minor lebar kepala 1,37-1,60 mm; panjang kepala

1,75-2,07 mm; panjang mandibel 1,22-1,37 mm (Subekti, 2008).

Jumlah sarang *Macrotermes gilvus* yang terdapat di areal penelitian seluas 19,18 ha adalah 127 sarang dengan ukuran yang berbeda dan menyebar menyebar di dalam sampel areal penelitian. Populasi sarang dihitung dengan sensus, yaitu dengan meyisir baris tanam yang terserang di dalam blok. Metode ini menggunakan Form sensus serangan rayap. Penentuan sarang sampel dilakukan dengan memperhatikan kerapatan populasi sarang di dalam blok. Letak sarang rayap dapat dilihat pada Gambar 2.

Pengukuran Volume Sarang dan Kondisi Sarang Setelah Pengendalian.

Sarang *M. gilvus* diberikan nomor sampel untuk memudahkan pengelompokan dalam pengendalian. Sarang yang dijadikan sampel diukur volumenya untuk mengetahui pertumbuhan sarang tersebut setelah pengendalian. Penomoran sampel dan pengukuran volume sarang dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan pertumbuhan volume sarang setelah proses pengendalian dapat dilihat pada Tabel 2, Gambar 3, dan Gambar 4.

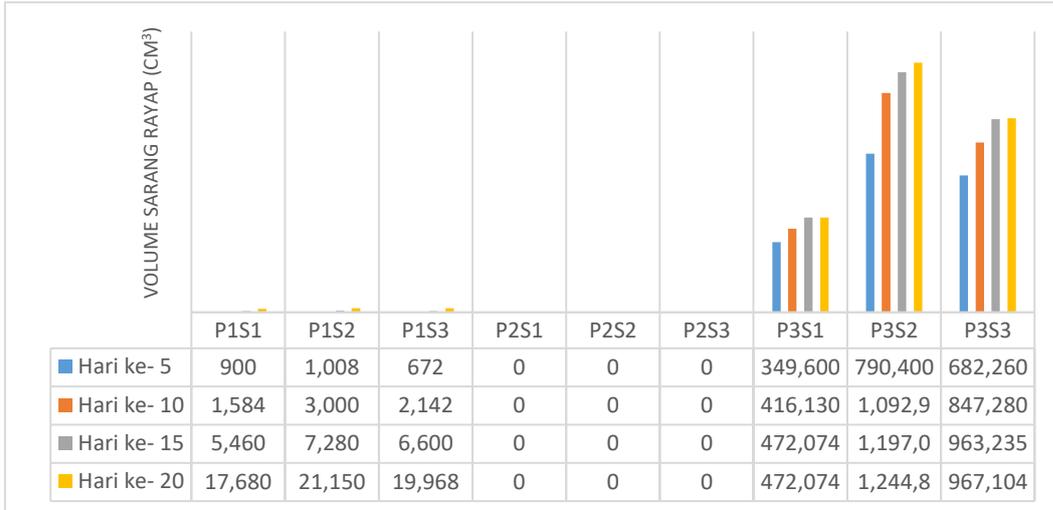
Respon sarang *M. gilvus* terhadap pengendalian dengan ketiga metode menunjukkan hasil yang berbeda. Kondisi sarang *M. gilvus* setelah dikendalikan dengan ketiga metode dapat dilihat pada Tabel 2. Sarang *M. gilvus* yang dikendalikan dengan metode manual mengalami pertumbuhan volume

kembali sejak 5 hari setelah pengendalian dan volume sarang cenderung terus meningkat hingga pengamatan hari ke-20. Hal tersebut disebabkan oleh koloni rayap yang tidak mati secara menyeluruh apabila pengendalian dilakukan secara manual. Hal ini disebabkan karena dengan metode manual, kerusakan hanya terjadi pada sarang, namun rayap tidak mengalami kematian. Dapat dipastikan bahwa koloni rayap yang dikendalikan dengan metode ini cenderung akan bertahan hidup.

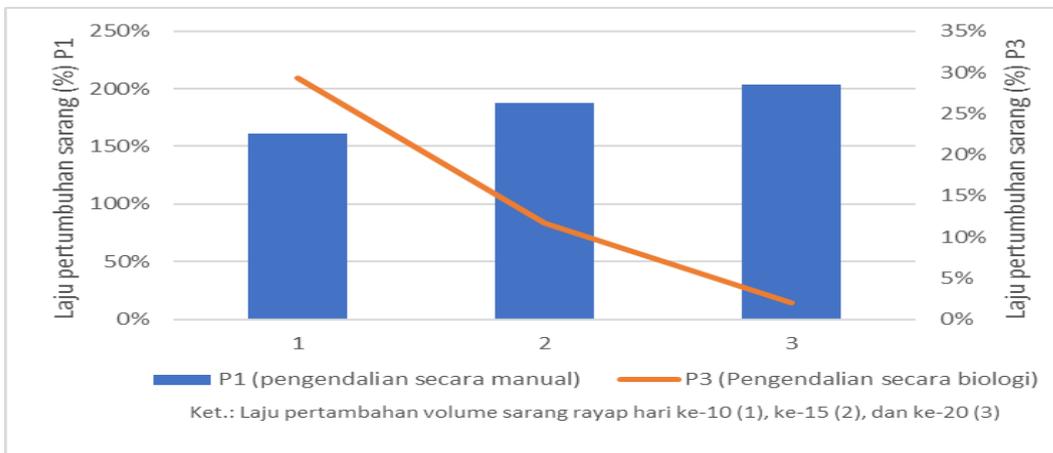
Sarang *M. gilvus* yang dikendalikan dengan metode kimia tidak terlihat mengalami penambahan volume sarang. Hal tersebut dapat terjadi karena *Macrotermes gilvus* mati seluruhnya ketika proses pengendalian. Termitisida yang digunakan pada penelitian ini berbahan aktif Fipronil 50 SC dan aplikasi bahan tersebut memperlihatkan hasil yang efektif dalam mengendalikan hama rayap. Hal ini terlihat pada Gambar 3, yaitu tidak terjadi penambahan volume sarang yang berarti menunjukkan bahwa rayap telah mati. Menurut Pawana (2016), Senyawa Fipronil merusak sistem saraf rayap, sehingga sistem saraf pada rayap tidak berfungsi dan rayap mengalami kematian. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Tobing (2007), daya bunuh Fipronil sebagai insektisida mempengaruhi susunan saraf serangga dan daya racun kontak. Ketika rayap yang terkena infeksi, maka rayap tersebut akan menularkan racun ke anggota koloni lainnya melalui kontak langsung dari mulut dan sentuhan antar individu dalam koloni.

Tabel 2. Pertumbuhan sarang *Macrotermes gilvus* setelah dikendalikan

Nomor Sampel	Hari 5			Hari 10			Hari 15			Hari 20		
	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (cm)	L (cm)	T (cm)
P1S1	10	18	5	18	11	8	35	13	12	52	17	20
P1S2	14	12	6	20	15	10	28	20	13	47	25	18
P1S3	12	14	4	17	18	7	30	22	10	48	26	16
P2S1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P2S2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P2S3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P3S1	50	92	76	55	97	78	57	101	82	57	101	82
P3S2	65	128	95	72	138	110	75	140	114	78	140	114
P3S3	60	137	83	68	140	89	73	145	91	72	146	92



Gambar 3. Volume sarang setelah proses pengendalian secara manual, kimia, dan biologi.



Gambar 4. Laju pertumbuhan volume sarang rayap setelah pengendalian secara manual dan biologi.

Pada Gambar 3 tampak bahwa sarang *M. gilvus* yang dikendalikan dengan metode biologi mengalami pertumbuhan volume pada hari ke-5 setelah aplikasi, serta menunjukkan kecenderungan meningkat pada pengamatan hari ke-10, hari ke-15 dan ke-20. Namun demikian, hal yang menarik adalah bahwa laju pertumbuhan volume sarang cenderung menurun, jika dibandingkan dengan pengendalian secara manual (Gambar 4). Laju yang menurun ini menunjukkan bahwa pengendalian secara biologi dapat dilakukan menggunakan jamur *Metarhizium anisopliae*. Hal ini memperlihatkan bahwa jamur tersebut memiliki potensi sebagai pengendali hayati, menggunakan organisme yang bersifat ramah lingkungan dapat

dilakukan. Namun demikian, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan dosis yang efektif. Dampak dan pola yang terlihat pada penelitian ini dengan metode biologi, dapat terjadi terjadi karena koloni *Macrotermes gilvus* tidak terinfeksi seluruhnya. Penyebab infeksi yang tidak merata bisa disebabkan oleh tiga kemungkinan. Pertama, metode aplikasi yang kurang menyeluruh. kedua jumlah larutan dan dosis *Metarhizium anisopliae* terlalu sedikit, ketiga Rayap *M. gilvus* bergerak begitu cepat, sehingga jamur tidak mampu menginfeksi lebih dari kontak pertama.

Widiyanti dan Muyadihardja (2004), menyatakan cendawan *Metarhizium*

anisopliae memiliki aktivitas larvisidal karena menghasilkan cyclopeptida, destruxin, dan desmethyldestrusin. Cendawan *Metarhizium anisopliae* menghasilkan endotoksin yang mematikan yaitu destruxins yang menyebabkan kelumpuhan dan kematian

pada serangga antara tiga dan empat belas hari setelah infeksi, tergantung dari jenis dan ukuran. Kondisi sarang *Macrotermes gilvus* sebelum dan setelah dikendalikan dapat dilihat pada Gambar 5, 6, dan 7.

Tabel 3. Kebutuhan waktu ketiga metode pengendalian

Metode Pengendalian	Nomor Sampel	Persiapan Alat dan Bahan (menit)	Penghancuran Sarang (menit)	Aplikasi Bahan Tambahan (menit)	Total Waktu (menit)
Manual	P1S1	3	12	-	15
	P1S2	4	9	-	13
	P1S3	3	10	-	13
	Rata-rata	3.33	10.33	-	14
Kimia Termitisida <i>Fipronil 50 SC</i>	P2S1	6	10	10	26
	P2S2	7	12	12	31
	P2S3	6	11	10	27
	Rata-rata	6.33	11.00	10.67	28
Biologi <i>Metarhizium anisopliae</i>	P3S1	6	7	10	23
	P3S2	7	9	12	28
	P3S2	7	8	9	24
	Rata-rata	6.67	8.00	10.33	25



Gambar 5. Metode manual sebelum dan setelah dikendalikan.



Gambar 6. Metode kimia sebelum dan setelah dikendalikan.



Gambar 7. Metode biologi sebelum dan setelah dikendalikan.

Kondisi Tanaman Kelapa Sawit Di Sekitar Sarang

Kondisi tanaman kelapa sawit yang berada di sekitar sarang *M. gilvus* dipastikan tidak mengalami gangguan (Gambar 8). Hal demikian terjadi karena tidak ditemukan adanya aktivitas dan keberadaan *M. gilvus* pada tanaman kelapa sawit. Koloni *Macrotermes gilvus* yang dikendalikan dengan metode manual tidak pergi ke tempat lain. Koloni *Macrotermes gilvus* yang dikendalikan dengan metode kimia mati seluruhnya, sehingga sangat kecil potensinya untuk berpindah dan membangun sarangnya di tempat lain.



Gambar 8. merupakan letak tanaman kelapa sawit di sekitar sarang.

Koloni *M. gilvus* yang dikendalikan dengan metode biologi terinfeksi oleh jamur. Meskipun tidak seluruhnya, koloni yang belum terinfeksi hanya memperbaiki sarangnya yang rusak dan tidak berpindah ke tempat lain. Selain itu, kecenderungan terhambatnya perkembangan volume sarang dapat diindikasikan bahwa jamur *Metarhizium anisopliae* dapat mengendalikan pertumbuhan rayap. Keppanan *et al.* (2018) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa jamur *Metarhizium anisopliae* dapat menghambat perkembangan rayap, sehingga dapat digunakan sebagai bioinsektisida hayati berbasis jamur entomopatogen. Lebih lanjut dijelaskan bahwa jamur ini dapat mereduksi dampak negatif terhadap lingkungan, biaya rendah dalam produksinya dan ramah lingkungan.

Kebutuhan Waktu

Pengendalian *M. gilvus* membutuhkan waktu pengerjaan yang berbeda. Hal itu disebabkan jumlah tahapan kerja yang berbeda pada pengendalian setiap metode. Pengendalian dengan metode kimia dan biologi membutuhkan waktu tambahan untuk pengaplikasian bahan yang digunakan. Pengaplikasian termitisida dan jamur *Metarhizium anisopliae* pada kedua pengendalian tersebut memerlukan waktu sekitar 10 menit (Tabel 3). Pengendalian dengan cara biologis menggunakan jamur memerlukan waktu proses penularan yang lama. Untuk menyelesaikan siklus hidupnya, maka jamur harus kontak dengan inangnya dan kemudian masuk kedalam inangnya dan bereproduksi dalam jaringan inang untuk menghasilkan propagule untuk kontak dan menginfeksi inang baru (Anggriawan *et al.* 2018). Ismanto dan Sukartana (2016) menjelaskan bahwa jamur *Metarhizium* dapat menyebabkan rayap kehilangan daya reproduksi pada ratu (betina) dan menyebabkan penurunan anggota koloni secara bertahap. Lebih

lanjut Ismanto dan Sukartana (2016) mengemukakan bahwa dosis aplikasi dan virulensi isolate *Metarhizium* mempengaruhi kematian rayap. Kim *et al.* (2020) memperlihatkan dalam penelitiannya bahwa untuk meningkatkan daya patogenitas *Metarhizium* dalam mengendalikan rayap dapat dilakukan dengan kombinasi protease. Hasil penelitiannya menunjukkan tingkat mortalitas yang dihasilkan mencapai 75.8%. Kebutuhan waktu pengendalian ke tiga metode dapat dilihat pada Tabel 3.

Kebutuhan Biaya

Kebutuhan biaya pengendalian *M. gilvus* dengan menggunakan metode manual, kimia, dan biologi membutuhkan biaya yang berbeda. Analisis kebutuhan biaya pengendalian dilihat pada Tabel 4. Waktu yang dibuthkan adalah 1 Rotasi (4 bulan), luas areal yang diamati 19,18 ha dengan SPH 136 tanaman, dan tingkat serangan yang terjadi adalah 5%.

Pengendalian *M. gilvus* dengan metode manual tidak menggunakan bahan tambahan. Biaya yang dibutuhkan hanya upah untuk menghancurkan sarang sebesar Rp. 19.143,- /sarang (didapat dari kalibrasi upah 1 HK (Hari Kerja) Rp. 114.858,- dibagi 6 sarang, yaitu jumlah sarang yang mampu dihancurkan oleh 1 Tenaga kerja dalam 1 HK).

Kebutuhan biaya pengendalian *M. gilvus* dengan metode kimia adalah yang terbesar dibandingkan dengan kebutuhan biaya metode lain. Hal ini disebabkan karena terdapat biaya tambahan berupa kebutuhan alat knapsack sprayer dan termitisida Fipronil 50 SC. Total kebutuhan termitisida Fipronil 50 SC untuk pengendalian 1 sarang adalah 60 cc. Dosis tersebut didapat dari perkalian konsentrasi dengan jumlah air.

Kebutuhan biaya pengendalian *M. gilvus* dengan metode biologi (Rp. 28.505) dihitung lebih mahal dari

metode manual (Rp. 19.413), namun lebih murah dari metode kimia (Rp. 36.331). Untuk mengendalikan 1 sarang

rayap dibutuhkan 50 gram *Metarhizium anisopliae* yang disuspensikan ke dalam 5 liter air.

Tabel 4. Analisis biaya pengendalian *Macrotermes gilvus*

Metode Pengendalian	Item	Harga Satuan (Rp)	Qty	Jumlah (Rp)	Keterangan	Biaya per Sarang (Rp)
Manual	Cados	150,000	5	750,000	Biaya investasi	19,413
	Upah	19,413	130	2,531,921	Standar	
	Total			3,281,921		
Kimia Termitisida Fipronil 50 SC	Cados	150,000	5	750,000	Biaya investasi	36,331
	Regent Fipronil	280/cc	7,825 cc	2,191,123	Bahan	
	knapsack sprayer	350,000	5	1,750,000	Biaya investasi	
	Upah	19,413	130	2,531,921	Standar	
Total			7,223,044			
Biologi Jamur <i>Metarhizium anisopliae</i> (MA)	Cados	150,000	5	750,000	Biaya investasi	28,505
	Jamur MA	180/gr	6,521 gr	1,173,816	Bahan	
	Knapsack Sprayer	350,000	5	1,750,000	Biaya investasi	
	Upah	19,413	130	2,531,921	Standar	
Total			6,205,737			

SIMPULAN

Pengendalian hama rayap menggunakan bahan kimia menunjukkan tingkat efektivitas yang tertinggi. Namun demikian pengendalian hayati menggunakan jamur *Metarhizium anisopliae* sangat potensial sebagai agen pengendali hama rayap. Pola penurunan laju pertumbuhan sarang rayap yang ditunjukkan setelah proses pengendalian hayati, dengan waktu pengendalian relatif lebih cepat (25 menit/sarang) dan biaya (Rp. 28.505) yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan cara kimia, dapat menjadi acuan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut agar dapat lebih efektif pada implementasinya di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT XYZ, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah yang telah memfasilitasi kegiatan ini sehingga penelitian ini dapat dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggriawan, I., Tarmadja, S., Kristalisas, E.N. 2018. Uji efektivitas insektisida hayati, insektisida kimia, dan insektisida botani dalam mengendalikan hama rayap di perkebunan kelapa sawit. *Jurnal Agromast*. 3(1).
- Desyanti, Hadi Y.S., Yusuf, S., Santoso, T. 2007. Keefektifan beberapa spesies cendawan entomopatogen untuk mengendalikan rayap tanah *Captotermes gestri* wasmann (Isoptera: Thinoitermitidae) dengan metode kontak dan umpan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 5(2):68-77
- Ismanto, A., dan Sukartana, P. 2016. Uji efektivitas isolate jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin terhadap rayap tanah pada pengujian di laboratorium dan lapangan. *Jurnal Penelitian hasil Hutan* 34(4):261-268.
- Keppanan, R., Sivaperumal, S., Aguila, L.C.R., Hussain M., Bamisile, B.S., Dash, C.K., Wang, L. 2018. Isolation and characterization of *Metarhizium*

- anisopliae* TK29 and its mycoinsecticide effects against subterranean termite *Coptotermes formosanus*. **Microbial Pathogenesis** 123: 52-59.
- Kim, H.O., Jeong, S.G., Choi, I.S., yang, J.E., Lee, K.H., Kim, J. Kim, J.C., Kim, J.S, Park, H.W. 2020. Mechanism of insecticidal action of *Metarhizium anisopliae* on adult Japanese pine sawyer beetles (*Monochamus alternatus*). **ACS Omega** 5:25312-25318.
- Lee, C.Y. 2013. Urban forest insect pests and their management in Malaysia. 2013 International Symposium of Forest Health Management.
- Pahlevi, B. A. 2018. The 12th pacific-rim termite research group (PRTRG). Asosiasi Perusahaan Pengendalian Hama Indonesia (ASPPHAMI).
- Pawana, C. 2016. Pengukuran populasi rayap tanah *Macrotermes gilvus* dan teknik pengendaliannya menggunakan termitisida berbahan aktif Fipronil pada perkebunan kelapa sawit milik rakyat di kabupaten Mesuji Lampung. **Skripsi**. IAIN Raden Intan, Lampung.
- Pramana, A. 2016. Penggunaan Oli dan Insektisida Untuk Mengendalikan Rayap di Perkebunan Kelapa Sawit. **Jurnal Agrosains dan Teknologi**. 1(2): 64-72
- Pramana, A., Haitami, A., Jamalludin. 2018. Identifikasi Hama Rayap Kelapa Sawit di Desa Simpang Raya Kabupaten Kuantan Singingi. **Jurnal Agroteknologi Universitas Andalas**. 2(1): 6-9
- Pribadi, T. 2009. Keanekaragaman komunitas rayap pada tipe penggunaan lahan yang berbeda sebagai bioindikator kualitas lingkungan. **Tesis**. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rizali, A., Karindah, S., Windari, A., Rahardjo, B.T., Sahari, N.B. 2020. Ant and termite diversity in Indonesia oil palm plantation: investigating the effect of natural habitat existence. **Biodiversitas**. 21(4):1326-1331
- Singham, G.V., Othman, A.S., Lee, C.Y. 2017. Phylogeography of the termite *Macrotermes gilvus* and insight into ancient dispersal corridors in Pleistocene Southeast Asia. **Journal PLoS ONE**. 12(11): 1-22 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186690>
- Sornnuwat, Y., Vongkaluang, C., Takematsu, Y. 2004. A Systematic Key To Termites of Thailand. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 38 : 349 – 368.
- Subekti, N., Duryadi, D., Nandika, D., Surjokusumo, S., Anwar, S. 2008. Sebaran dan karakter morfologi rayap tanah *Macrotermes gilvus* Hagen di habitat hutan alam. **Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan** 1(1):27-33. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tobing, D. R. L. 2007. Penggunaan berbagai konsentrasi khitosan dan Fipronil terhadap pengendalian hama rayap tanah *Macrotermes gilvus* Hagen (isopteran; termitidae) di laboratorium. **Skripsi**. Fakultas Pertanian Departemen Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Toni, I., Diba, F., Nurhaida. 2015. Pengendalian Rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgren dengan Umpan Rayap Hexaflumuron Bentuk Briquette pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) . **Jurnal Hutan Lestari**. 4(1):9-20
- Widiyanti, N. L. P. M., Muyadihardja, S. 2004. Uji toksisitas *Metarhizium anisopliae* terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. **Media Litbang Kesehatan** 14(3).