

**UKURAN POPULASI KOLONI DAN DAYA JELAJAH RAYAP *Coptotermes curvignathus* Holmgren DI PERTANAMAN PALA DI KECAMATAN MEUKEK KABUPATEN ACEH SELATAN**  
(*THE POPULATION SIZE OF COLONY AND CRUISING TERMITE *Coptotermes curvignathus* Holmgren OF PLANTING NUTMEG IN MEUKEK, SOUTH ACEH*)

Fachrizal Yusmar<sup>1</sup>, Alfian Rusdy<sup>2</sup>, Muhammad Sayuthi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

<sup>2</sup>Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

**Abstrak.** Pala (*M. fragans*) merupakan salah satu komoditas rempah unggulan yang bernilai tinggi, sebagaimana Indonesia menjadi salah satu produsen terbesar di dunia (70 – 75 %). Saat ini dalam membudidayakan tanaman pala, petani mengalami kendala yang salah satunya disebabkan oleh serangan rayap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran populasi koloni dan daya jelajah rayap *C. curvignathus* pada tanaman pala (*M. fragans*) di kecamatan Meukek dengan menggunakan teknik *triple mark recapture*. Rayap *C. curvignathus* dikoleksi dari pertanaman pala (*M. fragans*) yang ditentukan dalam enam blok (I, II, III, IV, V, VI). Koleksi rayap diwarnai dengan neutral red 0,25% dan Nile blue A 0,05% di laboratorium. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa Total ukuran populasi koloni sebesar 347719,06 individu dari 23 koloni yang tersebar dalam luas areal 7325 m<sup>2</sup>. Rata-rata daya jelajah maksimum Rayap *C. curvignathus* sejauh 35 m yang diduga pengaruh dari beberapa faktor lingkungan terutama makanan (mengandung selulosa) yang tersedia sangat terbatas.

Kata kunci : Aceh Selatan, *Coptotermes curvignathus*, Daya Jelajah, *Myristica fragans*, Populasi.

**Abstract.** Nutmeg (*M. Fragans*) is one of commodity of superior spices which has high value, as Indonesia became one of the largest manufacturers in the world (70-75%). Currently in cultivate a nutmeg crop, farmers faced some obstacles and termite attack is one of causes. The purpose of this research is to know the population size of colony and cruising termites *C. Curvignathus* on nutmeg crop (*M. Fragans*) in Meukek, South Aceh by using triple mark recapture technique. Termites *C. Curvignathus* collected from nutmeg crop (*M. Fragans*) which determined in six block (I, II, III, IV, V, and VI), the termites collection colored with neutral red 0.25% and Nile blue A 0.05% in laboratory. The result of observation shows that total of population size of colony is 347.719,06 individual from 23 colonies scattered in the area of 7.325 m<sup>2</sup>. The average of cruising termites *C. Curnignathus* as far as 35 m that suspected influence of some environmental factors especially a food (containing cellulose) very limited available.

Key words: *Coptotermes curvignathus*, Cruising Termites, *Myristica fragans*, Population, South Aceh.

## PENDAHULUAN

Tanaman pala (*Myristica fragrans*) merupakan tanaman asli Indonesia yang berasal dari Kepulauan Maluku. Nama pala sebagai tanaman rempah sudah dikenal sejak abad 16. Dalam perdagangan internasional, pala Indonesia dikenal dengan nama "Banda nutmeg". *Myristica fragrans* disebut juga sebagai pala asli dan berasal dari Pulau Banda (Wahyuni *et al.* 2008). Daerah penghasil utama pala di Indonesia adalah Kepulauan Maluku, Sulawesi Utara, Sumatera Barat, Aceh, Jawa Barat dan Papua.

Hingga saat ini dalam membudidayakan tanaman pala yang dilakukan oleh petani setempat telah mengalami serangan hama. Menurut Susanto (2003), jenis-jenis hama yang menyerang tanaman pala adalah penggerek batang (*Batocera* sp.), rayap, dan kumbang *Areoceum foriculatus*. Khusus pada rayap, hama ini menyerang tanaman pala secara berkoloni yang dimulai dari akar hingga batang atas tanaman yang mengakibatkan sistem absorpsi unsur hara yang dilakukan oleh tanaman melalui akar menjadi terhambat sehingga menyebabkan tanaman akan mengalami kematian (Sayuthi, 2012). Kondisi serangan hama ini semakin lama akan semakin meningkat dan perlu dilakukan pengendalian dengan segera. Mengingat perilaku rayap yang memiliki penyerangan secara berkoloni dalam merusak tanaman.

Menurut Nandika *et al.*, (2003), agar pengendalian rayap lebih efektif dan efisien, maka perlu diketahui ukuran populasi koloni dan daya jelajahnya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Sayuthi, 2010) bahwa spesies rayap *Macrotermes gilvus* Hagen memiliki daya jelajah lebih jauh dan sangat dipengaruhi oleh makanan yang tersedia. Mengingat bahwa rayap dapat menjadi ancaman yang dapat menimbulkan kerugian secara ekonomi, maka perlu dipelajari ukuran populasi koloni dan daya jelajah dari rayap tersebut

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran populasi koloni dan daya jelajah rayap *C. curvignathus* pada tanaman pala (*M. fragans*) di Kecamatan Meukek Kabupaten Aceh Selatan.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Hama Tumbuhan Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Unsyiah dan di perkebunan pala milik masyarakat di Desa Ie Buboh Kecamatan Meukek Kabupaten Aceh Selatan, yang dimulai sejak bulan Oktober 2015 sampai Januari 2016.

### MATERI DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gergaji, pipa *Polivinyllchoride* (PVC) yang 5 inci, meteran pita, lem, cangkul, parang, botol, tabung filum, Kardus fiber dan buku panduan identifikasi hama. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu pinus (umpan), kardus bekas (umpan), bahan plastik (*water strainer*), alkohol 70%, kertas saring, pewarna *neutral red* 0,25% dan *nile blue* A 0,05%.

Percobaan ditentukan dalam enam blok (I, II, III, IV, V, VI) yang masing-masing terdiri dari 10 stasiun perbloknya. Stasiun pengamatan yang dipasang terdiri dari 10 potong kayu pinus (1 cm × 2 cm × 10 cm) yang dimasukkan ke dalam pipa PVC  $\Phi$  5 inci. Kemudian pipa PVC dimasukkan dalam lubang galian 15 cm yang ditutup dengan bahan plastik berwarna gelap, agar tidak tembus cahaya dan kemungkinan gangguan dari luar. Jarak antar stasiun pengamatan diacak dalam setiap blok.

Rayap dikoleksi dari stasiun pengamatan di Desa Ie Buboh Kecamatan Meukek kabupaten Aceh Selatan yang dimasukkan ke dalam tabung filum yang telah berisi alkohol 70% dan di bawa ke laboratorium Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala untuk dilakukan identifikasi.

Percobaan ini menggunakan metode *triple mark recapture technique* (Marini & Ferrari, 1998). Adapun tahapan kerja dari metode ini sebagai berikut:

Tahap pertama, kayu umpan yang terserang rayap dikumpulkan dan dipisahkan rayapnya dari tanah serta dihitung jumlahnya. Pewarnaannya menggunakan kertas tissue (Whatman No 1) yang telah direndam dalam bahan pewarna *neutral red* 0,25% dan *nile blue* A 0,05% (Harahap *et al.*, 2005). Kertas tissue diumpankan terhadap rayap selama 3 hari, sehingga diperoleh rayap warna biru dan merah. Rayap yang telah berwarna tersebut dihitung kembali jumlahnya dan kembali dilepaskan ke stasiun pengamatan tempat rayap ditangkap. Satu minggu setelah pelepasan rayap bertanda. Kayu umpan dari setiap stasiun pengamatan kembali dikumpulkan. Rayap yang tertangkap baik yang berwarna maupun tidak berwarna dihitung kembali.

Tahap Kedua, rayap yang tertangkap pada tahap pertama, diwarnai kembali seperti prosedur pada tahap pertama dan kembali dilepas ke stasiun pengamatan tempat semula ditangkap. Seminggu setelah pelepasan diamati kembali. Interval waktu tahap pertama dengan tahap berikutnya (kedua dan ketiga) selama 10 hari.

Tahap Ketiga, penandaan, pelepasan dan penangkapan rayap untuk tahap tiga diulangi seperti prosedur pada tahap pertama dan kedua. Pendugaan ukuran populasi koloni rayap digunakan metode Begon (Marini & Ferrari, 1998) yaitu:

$$N = \frac{(\sum M_i \cdot n_i)}{[(\sum m_i) + 1]}$$

Dimana:

N = Ukuran populasi.

$n_i$  = Jumlah keseluruhan rayap yang tertangkap pada penangkapan ke-i.

$m_i$  = Jumlah rayap bertanda yang tertangkap pada penangkapan ke-i.

$M_i$  = Jumlah total rayap bertanda sampai penangkapan ke-i

Seluruh stasiun pengamatan yang terdapat pada masing-masing blok diberi nomor 1 sampai 10. Stasiun pengamatan tersebut kemudian diundi sehingga akan terpilih dua stasiun pengamatan sebagai tempat pelepasan awal. Rayap yang terdapat pada stasiun pengamatan terpilih yaitu blok I (5 dan 10), blok II (4 dan 6), blok III (4 dan 7), blok IV (2 dan 7), blok V (7 dan 8), blok VI (2 dan 3) yang dikoleksi secara terpisah dan diwarnai melalui pengumpanan menggunakan kertas saring Whatman no 1 yang telah dicelupkan dalam *nile blue A 0.05%* dan *neutral red 0.25%*. Rayap yang telah berwarna merah dan biru dilepas kembali ke stasiun pengamatan tempat semula rayap dikoleksi. Pengamatan terhadap daya jelajah rayap *C. curvignathus* dilakukan pada setiap titik stasiun pengamatan pada setiap blok. Sedangkan untuk mengetahui daya jelajah maksimum diamati dari stasiun pengamatan terdekat hingga stasiun pengamatan terjauh.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Rayap

Pengamatan yang telah dilakukan pada masing-masing blok I, II, III, IV, V dan VI di Desa Ie Buboh Kecamatan Meukek menunjukkan bahwa rayap yang ditemukan adalah spesies rayap *C. curvignathus* Holmgren (Tabel 1).

Tabel 1. Spesies rayap dari stasiun pengamatan di Desa Ie Buboh Kec. Meukek

Blok	Jumlah Stasiun Pengamatan	Spesies Rayap
I	3	<i>C. curvignathus</i>
II	4	<i>C. curvignathus</i>
III	6	<i>C. curvignathus</i>
IV	3	<i>C. curvignathus</i>
V	3	<i>C. curvignathus</i>
VI	4	<i>C. curvignathus</i>

Rayap yang digunakan untuk bahan identifikasi adalah dari kasta prajurit dan kasta pekerja (Gambar 1).



Gambar 1. Rayap *C. curvignathus* (a) Kasta Prajurit dan (b) Kasta Pekerja

Rayap *C. curvignathus* Holmgren merupakan salah satu jenis rayap tanah dari famili Rhinotermitidae. Ciri-ciri dari rayap ini yaitu kepala yang berwarna kuning, dengan bentuk kepala bulat dan panjangnya sedikit lebih besar dari lebarnya. Antena terdiri dari 15 segmen, dimana segmen kedua dan keempat berukuran sama panjang. Mandibel (rahang) berbentuk arit dann melengkung di ujungnya. Panjang kepala dengan mandibel 2,46-2,66 mm, panajng kepala tanpa mandibel 1,56-1,68 mm. Lebar kepala 1,40-1,44 mm dengan lebar pronotum 1,00-1,03 mm dan panjangya 0,56 mm serta panjang badan 5,5-60 mm (Nandika *et al.*, 2003).

Bagian abdomen terdapat rambut seperti duri yang menutupinya. Abdomen berwarna putih kekuning-kuningan. Bagian tengah dari mandibel kasta prajurit terdapat cairan putih seperti susu yang akan dikeluarkan pada saat koloni rayap ini diganggu. (Nandika *et al.*, 2003).

### Ukuran Populasi Koloni Rayap *Coptotermes curvignathus*

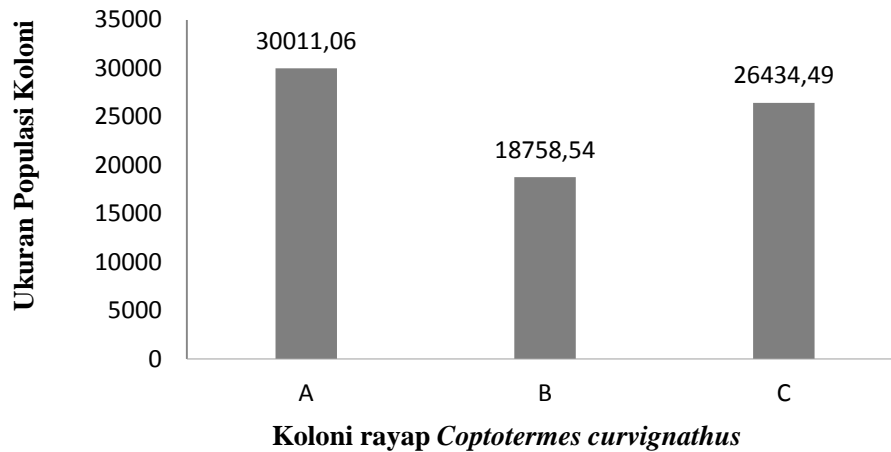
Hasil pengamatan terhadap ukuran populasi koloni rayap *C. curvignathus* di perkebunan pala milik rakyat di desa Ie Buboh Kecamatan Meukek Kabupaten Aceh Selatan dikelompokkan ke dalam tiga golongan yaitu populasi koloni ukuran besar (> 20.000), populasi koloni ukuran sedang (10.000-20.000) dan populasi koloni ukuran kecil (< 10.000) (Nandika *et al.*, 2003). Blok pengamatan yang tergolong ke dalam populasi koloni ukuran besar adalah blok I, II, III dan VI, sedangkan yang tergolong ke dalam populasi koloni ukuran kecil adalah blok IV dan V (Tabel 2).

Tabel 2. Populasi koloni rayap *C. curvignathus* di Desa Ie Buboh Kec. Meukek

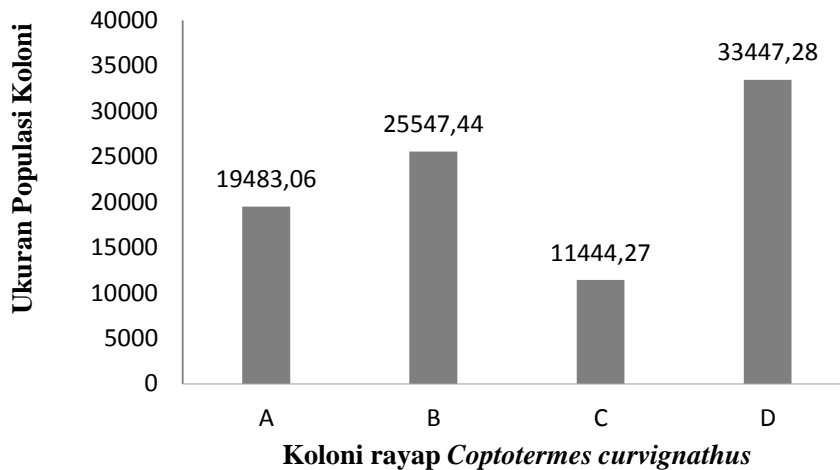
No Blok	Jumlah Koloni	Ukuran Populasi (individu)	Luas Areal (m <sup>2</sup> )
1	3	75.204,09	860
2	4	89.922,05	1.070
3	6	37.260,51	1.230
4	3	8.422,09	945
5	3	7.591,3	1.370
6	4	129.319,02	1.850
Jumlah	23	347.719,06	7.325

Ukuran populasi koloni tiap blok berbeda. Pada blok I, populasi koloni besar didapati pada koloni A dan koloni C, sedangkan koloni B tergolong koloni sedang (Gambar 3). Lalu pada blok II, populasi koloni besar didapati pada koloni B dan D, sedangkan koloni sedang terdapat pada koloni A dan C (Gambar 4). Pada blok III, semua koloni yang dihitung tergolong ke dalam 2 populasi koloni yaitu populasi koloni sedang pada koloni C, sedangkan koloni A, B, D, E dan F tergolong ke dalam populasi koloni kecil (Gambar 5).

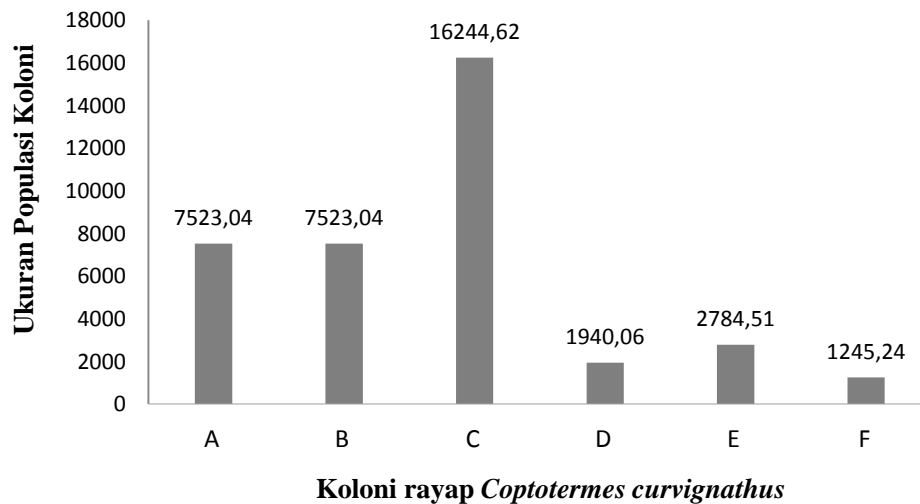
Pada blok IV, hanya didapati populasi koloni kecil dari 3 koloni yang ditemukan (Gambar 6). Pada blok V juga hanya didapati populasi koloni kecil (Gambar 7). Dan pada blok VI, ditemukan 2 populasi koloni besar yaitu koloni A, B dan D, sedangkan koloni C tergolong ke dalam populasi koloni sedang (Gambar 8).



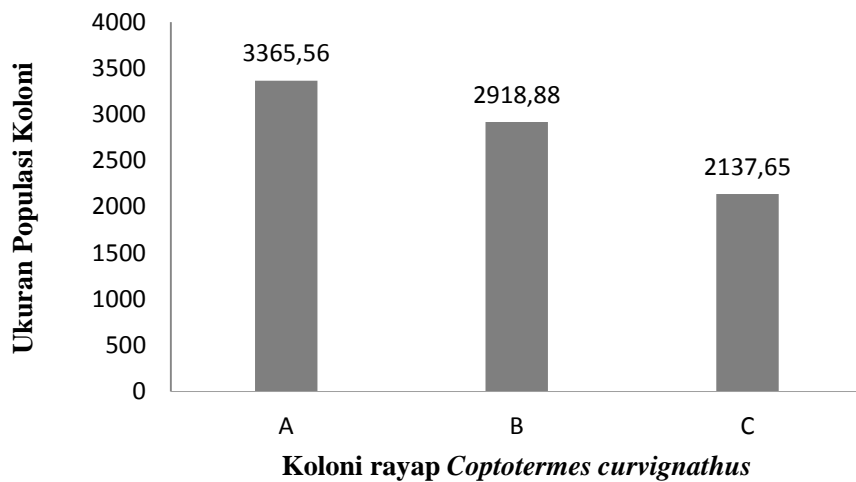
Gambar 2. Ukuran populasi setiap rayap *C. curvignathus* pada blok I



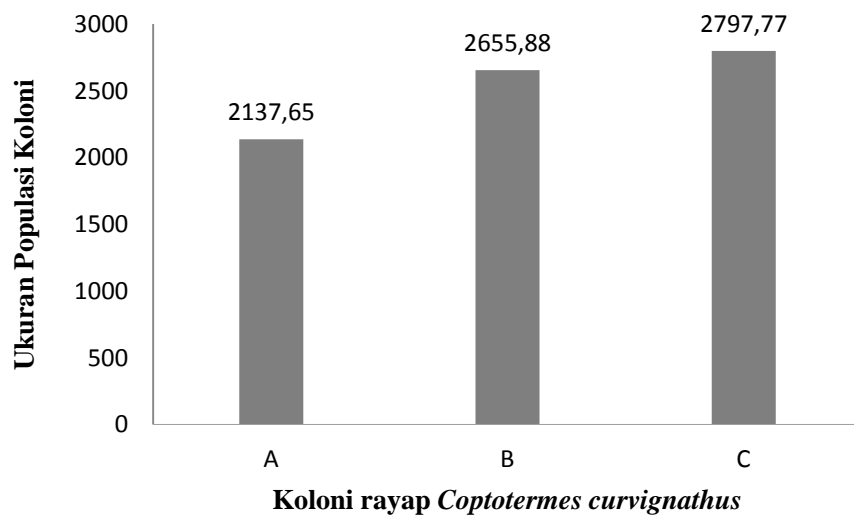
Gambar 3. Ukuran populasi setiap rayap *C. curvignathus* pada blok II



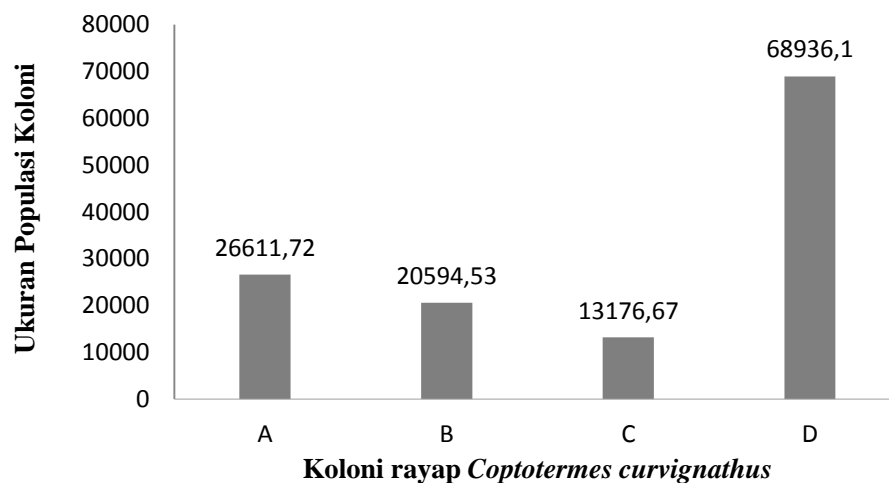
Gambar 4. Ukuran populasi setiap rayap *C. curvignathus* pada blok III



Gambar 5. Ukuran populasi setiap rayap *C. curvignathus* pada blok IV



Gambar 6. Ukuran populasi setiap rayap *C. curvignathus* pada blok V



Gambar 7. Ukuran populasi setiap rayap *C. curvignathus* pada blok VI



Perbedaan ukuran populasi koloni rayap *C. curvignathus* setiap blok diduga tergantung pada umur ratu (umur koloni), semakin tua umur ratu maka kapasitas untuk meletakkan telur akan lebih tinggi demikian juga sebaliknya semakin muda umur ratu, kemampuan untuk meletakkan telur semakin rendah ( Sayuthi, 2012). Menurut Davies & Richard (1996), ukuran populasi dari suatu koloni rayap tanah juga ditentukan oleh kemampuan bertelur (*fecundity*) dan tingkat kesuburan (*fertility*) kasta reproduktif (ratu).

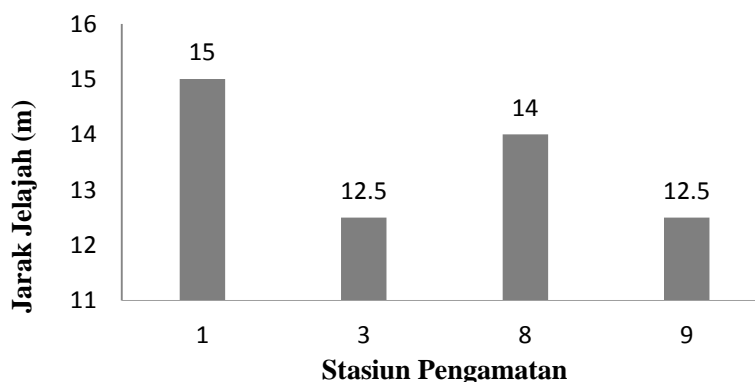
Faulet *et al.* (2006) menambahkan bahwa ukuran populasi sebuah koloni rayap dengan jumlah individu kurang dari 20.223 individu (50% kasta pekerja dan 10% kasta prajurit) termasuk dalam koloni ukuran kecil, sedangkan lebih besar dari ukuran tersebut dikelompokkan ke dalam koloni ukuran besar.

Menurut Lee *et al.* (2007), apabila lingkungan tidak mendukung maka ukuran populasi koloni rayap tidak akan meningkat bahkan semakin rendah. Berbagai faktor lingkungan seperti tanah, tipe vegetasi, iklim, dan ketersediaan air, sangat mempengaruhi ukuran populasi koloni rayap.

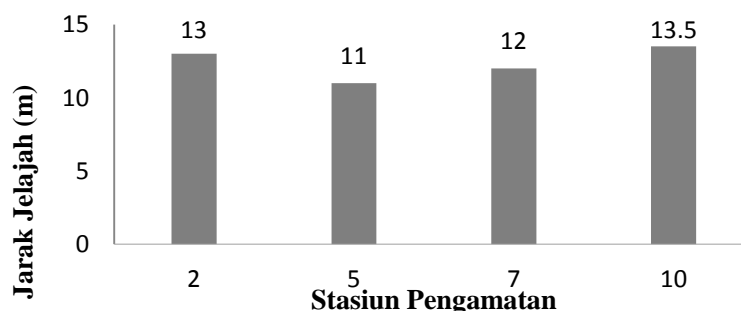
### Daya Jelajah Rayap

Daya jelajah yang dilakukan rayap *C. curvignathus* dalam memperoleh sumber makanannya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang optimal seperti kandungan bahan organik. Rata-rata jarak linier daya jelajah rayap *C. curvignathus* pada blok I sejauh 13,5 m dari luas areal 860 m<sup>2</sup> (Gambar 9), blok II sejauh 12,3 m dari luas areal 1.070 m<sup>2</sup> (Gambar 10), blok III sejauh 15,6 m dari luas areal 1.230 m<sup>2</sup> (Gambar 11).

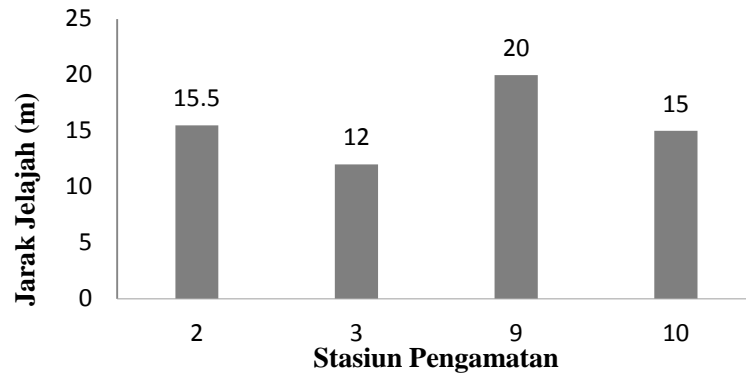
Rayap *C. curvignathus* Pada blok IV melakukan daya jelajah sejauh 23 m dari luas areal 945 m<sup>2</sup> (Gambar 12), blok V sejauh 25,6 m dari luas areal 1.370 m<sup>2</sup> (Gambar 13) dan blok VI sejauh 35 m dari luas areal 1.850 m<sup>2</sup> (Gambar 14). Rayap *C. curvignathus* melakukan daya jelajah maksimum pada blok VI diduga pengaruh dari beberapa faktor lingkungan terutama ketersediaan makanan (bahan yang mengandung selulosa) sangat terbatas.



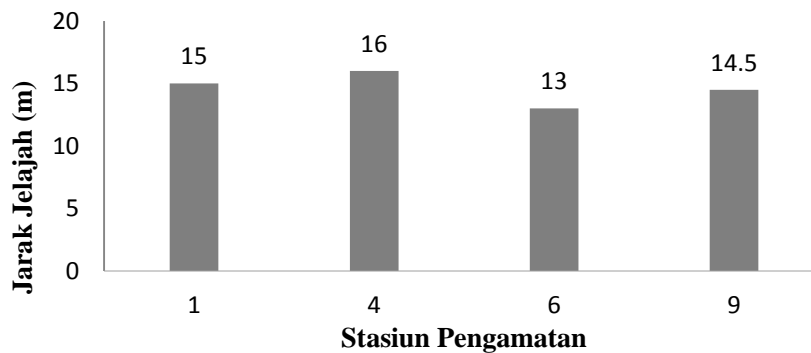
Gambar 8. Daya jelajah rayap *C. curvignathus* pada blok I



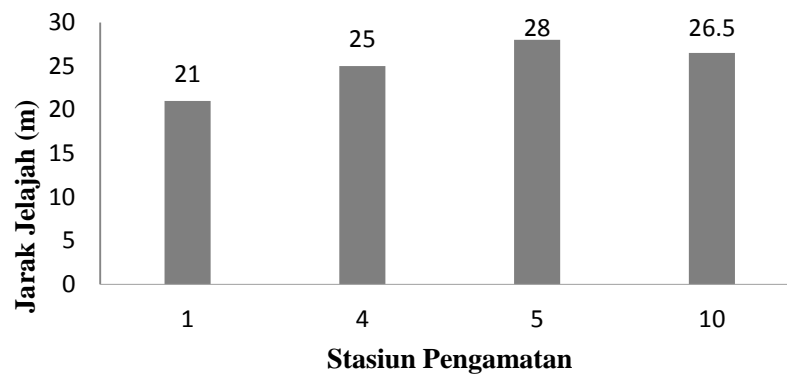
Gambar 9. Daya jelajah rayap *C. curvignathus* pada blok II



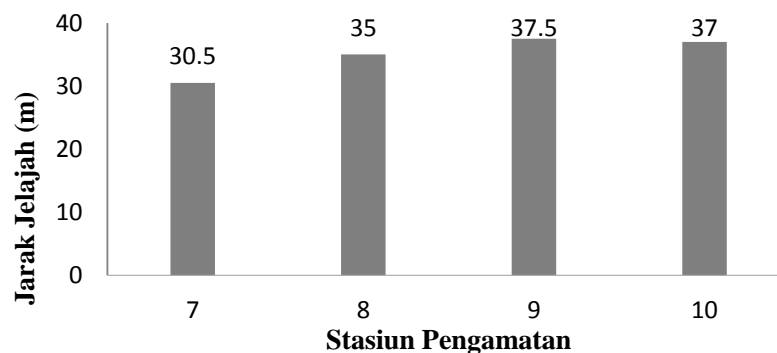
Gambar 10. Daya jelajah rayap *C. curvignathus* pada blok III



Gambar 11. Daya jelajah rayap *C. curvignathus* pada blok IV



Gambar 12. Daya jelajah rayap *C. curvignathus* pada blok V



Gambar 13. Daya jelajah rayap *C. curvignathus* pada blok VI



Hasil pengukuran yang telah dilakukan pada blok – blok yang menjadi acuan pengamatan daya jelajah rayap *C. curvignathus*, ditemukan bahwa daya jelajah paling dekat yang dilakukan rayap jenis ini terdapat pada blok II. Hal itu di pengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, salah satunya ketersediaan makanan yang banyak selulosa.

Menurut Tambunan & Nandika (1987), Selulosa merupakan makanan utama rayap, oleh karena itu kayu dan jaringan tanaman merupakan sasaran serangan rayap. Karena ukuran populasi yang besar disertai daya jelajah yang luas maka rayap mampu menjangkau dan merusak bahan-bahan yang menjadi kepetingan manusia seperti kertas, karton, kain, dan plastik.

Pada blok II tanaman pala tumbuh baik (daun dan cabangnya banyak) dan kanopi tanaman yang luas karena tanah yang subur, sehingga menyebabkan cahaya matahari tidak menyinari permukaan tanah secara langsung, ditambah lagi dengan banyak serasah yang berasal dari daun dan ranting tanaman yang sudah mati yang dapat menjadi mulsa sehingga berpengaruh terhadap kandungan bahan organik tanah. Keadaan tersebut sangat disukai oleh rayap, Karena menurut Susanta (2007), Rayap hidup ditempat yang temperaturnya hangat serta karakteristik tanahnya subur. Kisaran temperatur yang disukai rayap adalah 21,1 - 26,6°C dengan kelembaban optimal 95 - 98%

Sedangkan daya jelajah maksimum yang dilakukan oleh rayap *C. curvignathus* ditemukan pada blok VI, hal tersebut terjadi karena ketersediaan bahan organik yang sedikit, faktor ini dipengaruhi oleh tanaman pala di blok ini masih muda dan belum menghasilkan cabang yang banyak sehingga penyinaran matahari langsung ke permukaan tanah tanpa ada yang menghalangi, ditambah lagi kerapatan tajuk tanaman lebih rendah.

Penelitian dari Subekti (2004), pada keragaman genetik rayap tanah genus *Coptotermes* ( Isoptera : Rhinotermitidae) di pulau jawa menjelaskan bahwa rayap *Coptotermes* memiliki kemampuan daya serang dan daya jelajah paling tinggi dibandingkan dengan jenis rayap lainnya.

Kemampuan daya serang itu didukung oleh daya cerna selulosa yang tinggi sehubungan dengan tingginya populasi flagelatanya dengan rata-rata 4.682 ekor flagelata/rayap. Hal tersebut menjadikan rayap *C. curvignathus* Holmgren sebagai rayap yang menimbulkan kerugian ekonomis yang besar (Nandika & Adijuwana, 1995).

Faktor lainnya adalah penyiangan gulma yang dilakukan di sekitar perakaran tanaman pala sehingga meningkatkan suhu permukaan tanah dan membuat kelembaban tanah di blok ini menjadi rendah. Kondisi ini membuat rayap *C. curvignathus* melakukan daya jelajah lebih jauh hingga menemukan kondisi yang optimal. Hasil ini sesuai dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Sayuthi (2012), bahwa daya jelajah rayap sangat ditentukan oleh kualitas habitat, semakin baik kualitas habitat maka semakin dekat daya jelajah rayap, begitu juga jika kualitas habitat rendah maka daya jelajah rayap akan semakin jauh.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Rayap yang menyerang pertanaman pala di Desa Ie Buboh kecamatan Meukek adalah spesies *C. curvignathus*, dengan total ukuran populasi koloni sebesar 347.719,06 individu dari 23 koloni dengan luas areal 7.325 m<sup>2</sup>. Rata rata daya jelajah maksimum rayap *C. curvignathus* di pertanaman rakyat di Desa Ie Buboh Kecamatan Meukek adalah 35 m.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Faulet, B.M., Niamke, S., Gonnety, J.T & Kouame, L.P. 2006. Purification and biochemical properties of a new thermostable xylanase from symbiotic fungus *Termitomyces* sp. *African Journal of Biotechnology* 5(3): 273-282.
- Harahap, I.S., Benson, E.P., Zungoli, P.A., Adler, P.H & Hill, H.S. 2005. Inter and intra colony agonistic behaviour of native subterranean termites, *Reticulitermes flavipes* and *Reticulitermes virginicus* (Isoptera : Rhinotermitidae). *Sociobiology* 46: 305-316.
- Lee, C.Y, Vongkaluang & Lenz, M. 2007. Challenges to subterranean termite tunnel branches for efficient food search and resource transportation. *Bio Systems* 90: 802-807.
- Marini, M & Roberto, F. 1998. A population survey of the Italian subterranean termite *Reticulitermes lucifugus* Rossi in Bacnacavallo (Rovenna, Italy) using the Triple Mark Recapture Technique (TMRT). *Zoological Science* 15: 963 - 969.
- Nandika, D., Rismayadi, Y & Diba, F. 2003. Rayap : Biologi dan Pengendaliannya. Harun JP Ed. Muhamadiyah University Press, Surakarta.
- Nandika, D & H, Adjuwana. 1995. Ekstraksi Enzim Selulase dari Rayap Kayu Kering *Cryptotermes cynocephalus* Light serta Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren dan *Macrotermes gilvus* Hagen. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* ;7:35-40.
- Richard, O.W & Davies, R.G. 1996. IMM'S General Textbook of Entomology. Tenth Edition. Vol II. Chapman and Hall. Australia
- Sayuthi, M. 2012. Rayap *Macrotermes gilvus* (Hagen) (Isoptera : Termitidae) sebagai Hama Penting pada Tanaman Jarak Pagar (*J. curcas*) di Kebun Induk Jarak Pagar (KIJP) Pakuwon Sukabumi Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi, Biologi Edukasi* 4: 56-60.
- Sayuthi, M. 2012. Kajian Cendawan Entomopatogen *Metarhizium brunneum* Petch sebagai Agen Hayati Terhadap Rayap *Macrotermes gilvus* Hagen (Isoptera : Termitidae) Pada Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). Disertasi. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Subekti, N. 2004. Keragaman genetik rayap tanah genus *Coptotermes* ( Isoptera : Rhinotermitidae) di pulau jawa (Tesis). Program Pascasarjana. Institut Peranian Bogor.
- Susanta, G. 2007. Kiat Praktis Mencegah dan Membasmi Rayap. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Susanto, H. 2003. Budidaya Pala, Komoditas Ekspor. Kanisius, Yogyakarta.
- Tambunan, B & Nandika, D. 1987. Deteriorasi Kayu oleh Faktor Biologis. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Wahyuni, S., Hadad, M., Suparman & Mardiana. 2008. Keragaman produksi plasma nutfah pala (*Myristica fragrans*) di KP Cicurug. *Bul Plasma Nutfah* 14(2):68-75.