

## Perilaku Agonistik Intraspesies Rayap Tanah (*Macrotermes gilvus* Hagen)

Nuryana Mahrusnah<sup>1)</sup>, Rosichon Ubaidillah<sup>2)</sup>, Margareta Rahayuningsih<sup>3)</sup>, Bambang Priyono<sup>4)</sup>

<sup>1),3),4)</sup>Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Indonesia

<sup>2)</sup>Pusat Riset Biosistematis dan Evolusi, Badan Riset dan Inovasi Nasional

### Info Artikel

Diterima: 18 Januari 2023

Disetujui: 15 Juni 2023

Dipublikasikan: 30 Juni 2023

**Keywords:**

Intraspecies agonistic behavior;

*Macrotermes gilvus* Hagen

Perilaku agonistik intraspesies;

*Macrotermes gilvus* Hagen

### Abstract

*Intraspecies agonistic behavior is a social behavior related to forms of aggressive, chasing, avoiding and threatening that occur between two or more individuals of the same species. Interactions between termite species from different colonies can exhibit various agonistic behaviors. This study aimed to analyze the intraspecies agonistic behavior and survival rate of subterranean termites (*Macrotermes gilvus* Hagen). The test was divided into four groups on the treatment of workers versus workers, workers versus soldiers, soldiers versus workers and soldiers versus soldiers with a ratio of 1:1 (five individuals) then observed death after 24 hours. The analysis results showed that the behavioral response pattern of *M. gilvus* in each treatment was almost the same, the antennation significantly different from other behaviors. The behavior that does not look significantly different is grappling with chasing / escaping, chasing / escaping with jerking, jerking with avoidance, and avoidance with attack. The highest frequency of response is antennation while the lowest is grappling. Antennation behavior is a process of recognition of other colonies and communication mechanisms. Intraspecies agonistic behavior aims to recognize, protect and maintain between different colonies. Intraspecies agonistic behavior did not significantly affect the survival rate.*

### Abstrak

Perilaku agonistik intraspesies merupakan perilaku sosial yang berkaitan dengan tindakan agresif, mengejar, menghindar dan mengancam yang terjadi antara dua atau lebih individu dari spesies yang sama. Penelitian ini bertujuan mengamati perilaku agonistik intraspesies dan tingkat kelangsungan hidup rayap tanah (*Macrotermes gilvus* Hagen). Pengujian dilakukan dengan memisahkan menjadi dua kelompok pada perlakuan pekerja versus pekerja, pekerja versus prajurit, dan prajurit versus prajurit dengan rasio 1:1 (lima individu) serta diamati kematiannya setelah 24 jam. Hasil analisis menunjukkan bahwa *M. gilvus* menghasilkan respons agonistik hampir sama dengan perilaku antenasi (antennation) berbeda nyata terhadap perilaku lain. Perilaku yang tidak berbeda nyata adalah bergulat (grapping) dengan melarikan/mengejar (chasing / escaping), melarikan/mengejar (chasing / escaping) dengan menyentak (jerking), menyentak (jerking) dengan menghindar (avoidance), dan menghindar (avoidance) dengan serangan (attacks). Respons frekuensi terbesar yaitu antenasi (antennation) sedangkan terendah yaitu bergulat (grapping). Perilaku antenasi berperan dalam proses mekanisme pengenalan terhadap koloni lain dan komunikasi. Perilaku agonistik intraspesies bertujuan sebagai pengenalan, melindungi dan mempertahankan antar koloni yang berbeda. Perilaku agonistik intraspesies tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kelangsungan hidupnya.

© 2023 Universitas Negeri Semarang

□ Alamat korespondensi:

Gedung D6 Lt.1 Jl Raya Sekaran Gunugpati, Semarang

E-mail: [lailanh.lada@gmail.com](mailto:lailanh.lada@gmail.com)

p-ISSN 2252-6277

e-ISSN 2528-5009

## PENDAHULUAN

Rayap di Indonesia memiliki total sekitar 200 jenis dan telah teridentifikasi sebanyak 179 jenis (Nikmatul Aflah *et al.*, 2021). Rayap merupakan serangga sosial yang hidup berkoloni dengan pengaturan kerja berdasarkan kasta. Koloni rayap terdiri dari ratu yang bertanggung jawab untuk reproduksi, prajurit berperan melindungi koloni, sedangkan pekerja berperan memelihara, memperbaiki koloni dan mengirimkan makanan untuk ratu rayap (Oktiarni *et al.*, 2022). Proporsi pekerja mencapai >80-90% dari total koloni. Komposisi koloni berkembang berdasarkan waktu, musim, spesies, dan ukuran atau umur koloni (Subekti *et al.*, 2018).

Sarang utama rayap tanah (*M. gilvus*) terletak di bawah tanah, tetapi membangun terowongan atau saluran yang luas untuk mencari dan mengangkut makanan yang diperoleh untuk dibawa ke sarang pusat (Lee *et al.*, 2021). Ketika pekerja mencari dan menemukan sumber makanan, mereka mengumpulkan teman sesarang untuk menjelajahi area mencari makan baru dan kemudian membawanya ke sarang. Rayap berkumpul dengan kepadatan tinggi selama proses ini karena mereka membutuhkan *allogrooming* dan trofikalsis (Mitaka *et al.*, 2020).

Kompetisi intraspesies merupakan suatu kompetisi yang terjadi antar individu dalam satu spesies. (Sumarto & Koneri, 2016). Perilaku agonistik intraspesies dideskripsikan sebagai serangkaian perilaku sosial yang berkaitan dengan bentuk tindakan agresif atau berkelahi, mengejar dan mengancam yang terjadi antar dua atau lebih individu dari spesies yang sama. Perilaku agonistik berhubungan dengan upaya untuk mempertahankan kelangsungan hidup (Arif *et al.*, 2021). Perilaku agonistik intraspesies *Microcerotermes fuscotibialis* Sjostedt tidak menghasilkan perilaku agonistik serta kematian individu yang signifikan (Olugbemi, 2012).

Hilangnya perilaku agonistik menunjukkan bahwa dua koloni bebas berbaur sehingga memungkinkan lebih dari satu koloni dapat mencari makan di wilayah yang sama atau membentuk koloni yang besar karena peleburan dua koloni yang tidak agresif (Aguero *et al.*, 2020). Fusi koloni berdampak terhadap mekanisme *Macrotermes gilvus* untuk meningkatkan ukuran koloni dan memperluas jangkauan mencari makan dari koloni baru. Penelitian ini merupakan pengujian pola perilaku agonistik antara empat pasangan koloni berbeda *M. gilvus* dalam menganalisis frekuensi perilaku agonistik dan kelangsungan hidupnya.

## METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Riset, PT Rumah Burung Indonesia, Semarang pada bulan Juni 2021 sampai April 2022. Pengujian perilaku agonistik menggunakan cawan petri berukuran diameter 9 cm yang sudah diberikan alas kertas saring (diameter 9 cm) yang dibasahi dengan aquades. Memisahkan kedua kelompok rayap uji dengan kaca. Menandai rayap dengan pewarna agar bisa dibedakan antar koloni. Semua kasta dipasangkan dalam rasio 1:1 antar pekerja dan prajurit dari setiap koloni. Memasukkan sample uji ke arena uji selama 10 menit sebelum kaca dilepas. Perilaku di arenadirekam dalam video selama 5 menit. Cawan petri ditutup dan ditempatkan dalam gelap pada suhu

kamar selama 24 jam. Kelompok perlakuan terdiri dari pekerja versus pekerja, pekerja versus prajurit, prajurit versus pekerja dan prajurit versus prajurit.

Perilaku agonistik *M. gilvus* antar kelompok pengujian dihitung frekuensi perilaku agonistiknya (Tabel 1) dan kelangsungan hidupnya. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji statistik *One Way Anova* menggunakan program SPSS versi 25. Uji *One Way Anova* digunakan untuk mengetahui besar pengaruh kelompok kombinasi *M. gilvus* terhadap frekuensi perilaku agonistiknya dan kelangsungan hidupnya. Jika nilai signifikan  $< 0,05$  atau  $F_{tabel} < F_{hitung}$  menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan, maka perlu dilakukan pengujian lebih lanjut menggunakan uji Tukey.

**Tabel 1.** Perilaku agonistik

No	Perilaku	Deskripsi
1.	Antenasi ( <i>Antennation</i> )	Kontak antara antena dengan antena atau antena dengan tubuh
2.	Menyentak ( <i>Jerking</i> )	Mengerakkan tubuh keatas atau kebawah dengan gerakan yang sangat cepat
3.	Menghindar ( <i>Avoidance</i> )	Kembali dengan cepat dan peningkatan kecepatan jalan
4.	Melarikan/Mengejar ( <i>Chasing/Escaping</i> )	Mengejar atau dikejar
5.	Serangan ( <i>Attacks</i> )	Menerjang cepat ke depan dan mencoba menggigit lawan
6.	Berak ( <i>Defecation</i> )	Mengendapkan tetesan cairan anal dekat lawan
7.	Bergulat ( <i>Grapping</i> )	Merebut, menahan dan menyeret dengan mandibula
8.	Gigit ( <i>Biting</i> )	Gigitan kuat menusuk kerangka luar

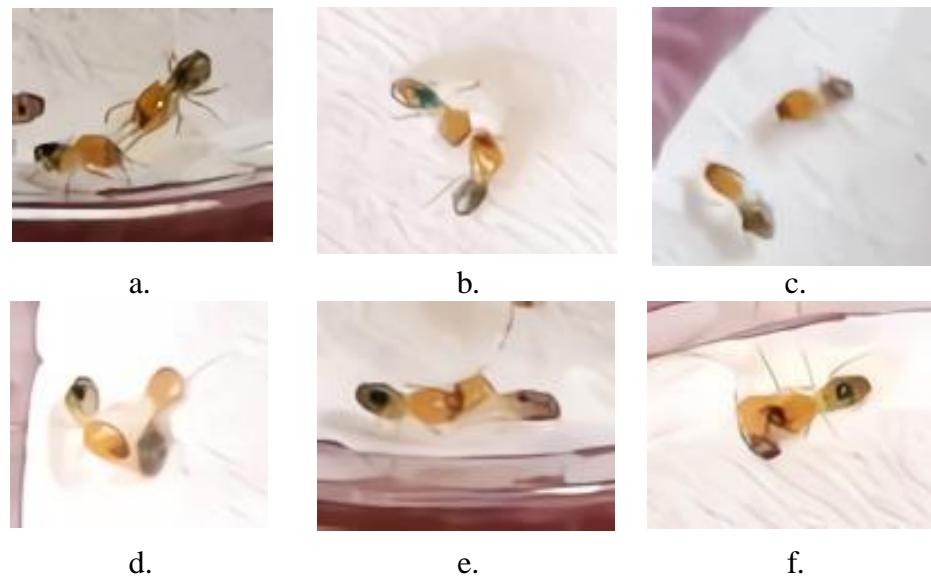
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perilaku Agonistik Intraspesies

Hasil pengamatan perilaku agonistik *M. gilvus* menunjukkan respons perilaku agonistik yang berbeda-beda pada setiap kombinasi koloni (Gambar 1). Hasil analisis perilaku agonistik *M. gilvus* menunjukkan rata-rata frekuensi bervariasi pada masing-masing kelompok perlakuan (Tabel 2). Pengujian perilaku agonistik intraspesies bertujuan menganalisis besar pengaruh kelompok kombinasi

*M. gilvus* dari koloni yang berbeda terhadap frekuensi perilaku agonistik. Hasil analisis uji *One Way Anova* diperoleh  $\text{sig. } 0,00 < 0,05$ , menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara frekuensi perilaku agonistik pada setiap kelompok perlakuan maka dilakukan uji tukey. Hasil analisis uji Tukey menunjukkan bahwa tidak semua sampel memiliki perbedaan yang signifikan terhadap sampel uji yang lain.

Setiap perlakuan memiliki pola respons perilaku hampir sama dengan perilaku antenasi(*antennation*) berbeda nyata terhadap perilaku lain. Perilaku yang tidak terlihat berbeda nyata adalah bergulat (*grapping*) dengan melarikan/mengejar (*chasing/escaping*), melarikan/mengejar (*chasing/escaping*) dengan menyentak (*jerking*), menyentak (*jerking*) dengan menghindar (*avoidance*), dan menghindar (*avoidance*) dengan serangan (*attacks*).



**Gambar 1.** Perilaku agonistik antenasi (*antennation*) (a), menyentak (*jerking*) (b), menghindar (*avoidance*) (c), melarikan/mengejar (*chasing/escaping*) (d), serangan (*attacks*) (e), bergulat (*grappling*) (f).

**Tabel 2. Frekuensi rata-rata perilaku agonistik**

Perilaku	Frekuensi	Perilaku	Frekuensi
Antena ( <i>antennation</i> )	$20,16 \pm 0,712$	Antena ( <i>antennation</i> )	$21,16 \pm 0,723$
Menyentak ( <i>jerking</i> )	$3,22 \pm 0,350$	Menyentak ( <i>jerking</i> )	$3,61 \pm 0,359$
Menghindar ( <i>avoidance</i> )	$5,27 \pm 0,408$	Menghindar ( <i>avoidance</i> )	$5,89 \pm 0,484$
Melarikan/mengejar ( <i>chasing/escaping</i> )	$1,72 \pm 0,540$	Melarikan/mengejar ( <i>chasing/escaping</i> )	$1,77 \pm 0,499$
Serangan ( <i>attacks</i> )	$3,66 \pm 0,699$	Serangan ( <i>attacks</i> )	$4,39 \pm 0,602$
Bergulat ( <i>grappling</i> )	$0,33 \pm 0,123$	Bergulat ( <i>grappling</i> )	$0,22 \pm 0,111$

a.	b.		
Perilaku	Frekuensi	Perilaku	Frekuensi
Antena ( <i>antennation</i> )	$20,66 \pm 0,551$	Antena ( <i>antennation</i> )	$18,77 \pm 0,549$
Menyentak ( <i>jerking</i> )	$2,99 \pm 0,364$	Menyentak ( <i>jerking</i> )	$2,78 \pm 0,340$
Menghindar ( <i>avoidance</i> )	$4,66 \pm 0,375$	Menghindar ( <i>avoidance</i> )	$3,55 \pm 0,535$
Melarikan/mengejar ( <i>chasing/escaping</i> )	$1,94 \pm 0,482$	Melarikan/mengejar ( <i>chasing/escaping</i> )	$2,11 \pm 0,444$
Serangan ( <i>attacks</i> )	$5,05 \pm 0,560$	Serangan ( <i>attacks</i> )	$5,33 \pm 0,565$
Bergulat ( <i>grappling</i> )	$0,27 \pm 0,102$	Bergulat ( <i>grappling</i> )	$0,33 \pm 1,220$

Keterangan: a=pekerja versus pekerja; b=pekerja versus prajurit; c=prajurit versus pekerja;  
d= prajurit versus prajurit.

Perilaku agonistik *M. gilvus* pada koloni yang berbeda menunjukkan hasil bervariasi mulai dari tidak ada agonistik hingga terjadinya penyerangan. Jenis perilaku dengan frekuensi terbanyak adalah antenasi (*antennation*). Perilaku antenasi merupakan bentuk interaksi pengenalan dan komunikasi antar rayap yang berasal dari koloni berbeda. Perilaku antenasi pada sampel rayap diperlihatkan dengan respons berupa mendekatkan diri dengan rayap lain kemudian mengetuk-ngetuk dan saling menyatukan antena ketika bertemu.

Rayap mengindikasi perilaku agresif dengan menyerang pekerja atau prajurit koloni lain tetapi tanpa menyebabkan cedera atau kematian yang nyata. Individu yang tidak segera bertindak agresif satu sama lain tetapi menunjukkan perilaku agonistik selang beberapa waktu setelah pembatas dihilangkan. Perbedaan durasi mempengaruhi proses pengenalan dan frekuensi perilaku agonistik pada koloni yang berbeda. Penelitian yang dilakukan Mubin *et al.* (2015) menunjukkan bahwa perilaku agonistik rayap *M. gilvus* dari koloni yang berasal dari lokasi yang sama (CA Yanlappa-Jasinga atau Kampus IPB Dramaga) tidak menunjukkan adanya perilaku agresif, yaitu dengan tidak saling menyerang. Rayap yang diuji dari lokasi yang berbeda (rayap dari CA Yanlappa-Jasinga dan Kampus IPB Dramaga) terlihat adanya perilaku saling menyerang, yaitu kedua rayap saling menggigit.

Perilaku agonistik terbagi menjadi tiga kategori utama yaitu pengenalan, penghindaran dan agresi. Perilaku agonistik berupa penghindaran terdiri dari perilaku menghindar (*avoidance*) dan melarikan/mengejar (*chasing/escaping*). Perilaku penghindaran berkaitan dengan respons rayap ketika bertemu dengan koloni yang berbeda. Perilaku ini perlu dihitung frekuensinya karena pengujian perilaku agonistik merupakan pengujian buatan atau eksperimental sehingga mengakibatkan pertemuan paksa antara pasangan rayap dari koloni yang berbeda. Pengujian ini menyebabkan pekerja maupun prajurit hanya memiliki dua kemungkinan yaitu untuk melawan atau tidak.

Perilaku serangan (*attacks*) dan bergulat (*grapping*) merupakan perilaku dengan kategori agresif. Perilaku ini terjadi pada setiap perlakuan baik antara pekerja versus pekerja, pekerja versus prajurit, prajurit versus pekerja dan prajurit versus prajurit dalam spesies yang sama dengan koloni berbeda. Frekuensi perilaku serangan (*attacks*) dan bergulat (*grapping*) paling banyak pada prajurit karena berkaitan dengan tugas prajurit untuk melindungi dari ancaman koloni lain. Menurut Simkovic *et al.* (2018) prajurit berperan sebagai garis pertahanan pertama dan penjagaan pintu masuk untuk mencegah koloni rayap lain menyusup memasuki sarang.

Rayap yang memberikan respons berupa perilaku agonistik terhadap satu sama lain karena berasal dari koloni yang berbeda. Rayap yang memberikan respons paling tinggi berupa perilaku antenasi dengan persentase 59% sebagai bentuk pengenalan dan komunikasi antar koloni yang berbeda. Perilaku dengan kategori menyerang atau agresif yaitu serangan (9,8%) dan bergulat (0,8%) sebagai bentuk melindungi koloni dari ancaman koloni lain. *M. gilvus* memiliki status perilaku negatif atau tidak merugikan karena memiliki agresif atau menyerang <20 %. Penelitian yang dilakukan oleh Rut Normasari (2013) menunjukkan bahwa perilaku agonistik intraspesies *M. gilvus* memiliki durasi 56 detik. Perilaku agonistik menggunakan 17 koloni dengan 8 koloni berakhir mati dikarenakan sebagian individu mati. Jenis perilaku yang dominan yaitu saling berhadapan (31,35%) dan saling menyerang (54,34%). Penelitian Kuswanto *et al.* (2017) pada perilaku agonistik intraspesies *Nasutitermes matangesis* seluruh kombinasi pengujian meliputi pekerja versus pekerja, prajurit versus prajurit, dan prajurit versus pekerja koloni *Nasutitermes matangesis* memiliki persentase negatif pada status agonistik.

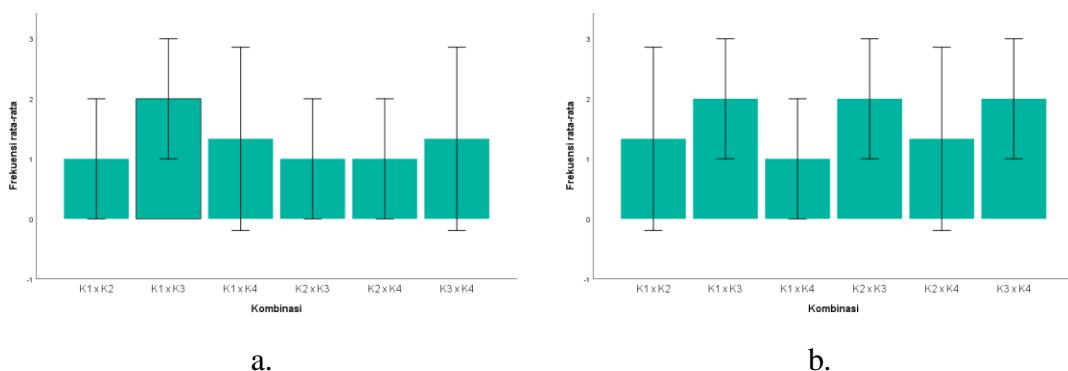
Pengujian perilaku agonistik antar koloni rayap dapat digunakan untuk menentukan hierarki

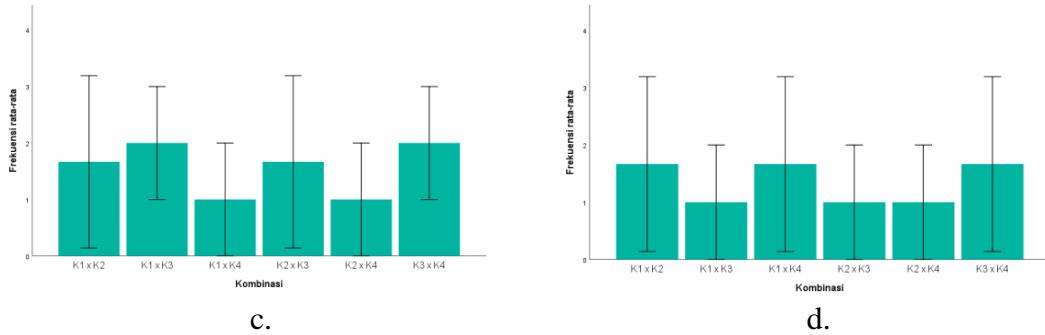
dominansi dan pengenalan kerabat. Pengenalan rayap dilakukan dengan sinyal komunikasi, dikarenakan sebagian besar koloni rayap buta. Komunikasi kimia melibatkan feromon yang menimbulkan perilaku tanggapan dari individu lain, semiokimia ini menandakan jejak dari sarang makanan, keberadaan musuh, lokasi pasangan reproduksi, dan penyediaan isyarat untuk pengenalan teman sesarang. Mekanisme pengenalan teman sesarang juga melibatkan rangsangan, komponen kimia, perilaku, dan pencernaan (Costa-Leonardo & Haifig, 2014).

Perilaku agresif yang terjadi mengindikasikan antar koloni mampu mengenali rangsang atau isyarat yang dikeluarkan oleh individu pada koloni berbeda. Isyarat ini kemudian ditransfer oleh pekerja, sebagai wujud proses pengenalan teman sesarang (*nestmate*). Isyarat berasal dari induk betina sehingga menyebabkan rayap saling mengenali antar satu sama lain karena masih berasal dari tetua yang sama. Raja dan ratu berperan penting dalam mempertahankan frekuensi perilaku agonistik yang tinggi dari pekerja dan prajurit ketika masuknya koloni lain. Pengujian perilaku agonistik hanya melibatkan pekerja serta prajurit sehingga memungkinkan tingkat agresif yang rendah. Agresivitas antar spesies sejenis yang bukan teman sesarangnya secara signifikan lebih rendah di koloni yang tidak ada kerajaan dibandingkan dengan koloni yang terdapat kerajaan. Berkurangnya tingkat agresi pekerja dan prajurit di koloni yang tidak ada kerajaan koloni dapat dihubungkan dengan hilangnya feromon raja dan ratu (Konishi & Matsuura, 2021).

### Tingkat kelangsungan hidup

Tingkat kelangsungan hidup *M. gilvus* dihitung dari jumlah sampel rayap yang masih hidup setelah ditempatkan dalam ruangan gelap pada suhu kamar selama 24 jam. Penempatan sampel perlakuan ditempat gelap berkaitan dengan sifat rayap yang kriptobiotik. Menurut Arinana *et al.* (2021) bahwa rayap merupakan hewan yang bersifat kriptobiotik yaitu berarti tidak suka terkena cahaya. Hasil frekuensi tingkat kelangsungan hidup bervariasi pada kombinasi masing-masing perlakuan (Gambar 2).





**Gambar 2.** Frekuensi rata-rata kelangsungan hidup pekerja versus pekerja (a), pekerja versus prajurit (b), prajurit versus pekerja (c), prajurit versus prajurit (d).

Jumlah rayap yang bertahan hidup dalam setiap kelompok perlakuan dianalisis menggunakan uji *One Way Anova* untuk mengetahui pengaruh perilaku agonistik intraspesies *M. gilvus* terhadap kelangsungan hidupnya. Hasil analisis uji *One Way Anova* diperoleh  $\text{sig.} > 0,05$  menunjukkan perilaku agonistik pada *M. gilvus* tidak berkaitan dengan kelangsungan hidupnya. Perilaku agonistik intraspesies *Microtermes edentatus* dan *Microcerotermes fuscotibialis* Sjostedt juga tidak menyebabkan kematian yang signifikan (Bolarinwa *et al.*, 2020) (Olugbemi, 2012). Faktor lain yang mungkin menyebabkan kematian pada sampel adalah keadaan lingkungan yang tidak sesuai. Faktor lingkungan yang diamati dalam pengujian perilaku agonistik merupakan suhu dan kelembapan. Suhu berkisar 25,9-33,6 °C sedangkan kelembapan bekisar 48-90%. Menurut Arinana *et al.* (2021a) suhu optimal untuk kelangsungan hidup rayap adalah antara 28-32°C, dan kelembaban optimal adalah 75-90%.

Perilaku agonistik berkaitan dengan perilaku bertahan, menghindar dan menyerang sehingga mengakibatkan persaingan. Persaingan adalah proses penting dan mendasar dalam ekologi untuk menentukan status hierarki dominasi. Koloni yang memperlihatkan frekuensi perilaku agonistik dan tingkat kelangsungan yang tinggi akan mendominasi wilayah mencari makan serta memungkinkan terjadinya pertengkar dengan koloni lain yang awalnya dapat mencari makan pada wilayah yang sama. Pertengkar yang terjadi antar koloni menyebabkan koloni lain menjauh dari wilayah mencari makan. Menurut Evans & Kasseney (2019) persaingan secara tidak langsung dilakukan untuk memperebutkan makanan, tempat tinggal dan sumber daya lain. Status hierarki dan dominansi sebagian besar hewan didasarkan pada ukuran tubuh, tetapi dapat juga menggunakan indikator biomassa rayap dalam pertempuran.

## SIMPULAN

Perbedaan kombinasi pada koloni rayap tanah (*M. gilvus*) yang berbeda berpengaruh terhadap perilaku agonistiknya. Perilaku agonistik intraspesies bertujuan sebagai pengenalan, melindungi dan mempertahankan antar koloni yang berbeda. Perilaku agonistik intraspesies rayap tanah (*M. gilvus*) tidak berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kelangsungan hidupnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguero, C. M., Eyer, P. A., & Vargo, E. L. (2020). Increased genetic diversity from colony merging intermites does not improve survival against a fungal pathogen. *Scientific Reports 2020 10:1, 10(1)*, 1–9.
- Arif, A., Muin, M., Putri, G., & Hasil, N. (2021). Interspecific agonistic behaviour of *Odontotermes javanicus* and *Microcerotermes* sp. (Isoptera: Termitidae): Preliminary study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 886(1)*, 012038.
- Arinana, Philippines, I., Koesmaryono, Y., Sulaeha, S., Maharani, Y., & Indarwatmi. (2021a). *The daytime indoor and outdoor temperatures of the subterranean termite *Coptotermes curvignathus Holmgren* (Isoptera: Rhinotermidae) tunnel - IOPscience*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Arinana, Philippines, I., Koesmaryono, Y., Sulaeha, S., Maharani, Y., & Indarwatmi, M. (2021b). The daytime indoor and outdoor temperatures of the subterranean termite *Coptotermes curvignathus Holmgren* (Isoptera: Rhinotermidae) tunnel. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 807(2)*, 022027.
- Bolarinwa, O., Director, O., & Bolarinwa Olugbenga, O. (2020). Effect of arena sizes on intra-and inter-specific agonism in the termites, *Microcerotermes fuscotibialis* Sjostedt and *M. edentatus* Wasman(Termitidae: Termitinae). ~ 1583 ~ *Journal of Entomology and Zoology Studies, 8(2)*, 1583–1587.
- Costa-Leonardo, A. M., & Haifig, I. (2014). Termite communication during different behavioral activities. *Biocommunication of Animals, 9789400774148*, 161–190.
- Evans, T. A., & Kasseney, B. D. (2019). The Dominance Hierarchy of Wood-Eating Termites from China. *Insects 2019. 10(7)*, 2.
- Jun Rojo, M. A. (2020). Assessment of Termite Infestation in Academic Infrastructure at Central Mindanao University (CMU). *CMU Journal of Science 1, 22(2)*.
- Konishi, T., & Matsuura, K. (2021). Royal presence promotes worker and soldier aggression against non-nestmates in termites. *Insectes Sociaux, 68(1)*, 15–21.
- Kuswanto, E., Darwisah Pendidikan Biologi, dan, & Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung, F. (2017). Kajian Perilaku Agonistik Intrapesifik Koloni Nasutitermes matangensis (Isoptera : Termitidae) Di Pulau Sebesi Lampung. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi, 8(2)*, 102–114.
- Lee, S. Bin, Chouvinc, T., & Su, N. Y. (2021). Differential time allocation of foraging workers in the subterranean termite. *Frontiers in Zoology, 18(1)*, 1–8.
- Mitaka, Y., Matsuyama, S., Mizumoto, N., Matsuura, K., & Akino, T. (2020). Chemical identification of an aggregation pheromone in the termite *Reticulitermes speratus*. *Scientific Reports 2020 10:1, 10(1)*, 1–10.
- Mubin, N., Sakti Hararap, I., & Raffiudin, R. (2015). Kekerabatan rayap tanah *Macrotermes gilvus* Hagen (Blattodea: Termitidae) dari dua habitat di Bogor Relatedness of the subterranean termites *Macrotermes gilvus* Hagen (Blattodea: Termitidae) from two habitats in Bogor. *Jurnal Entomologi Indonesia, 12(3)*, 115–122.
- Nikmatul Aflah, U., Subekti, N., Susanti Jurusan Biologi, R., & Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, F. (2021). Pengendalian Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus Holmgren* Menggunakan Ekstrak Daun *Avicennia marina*. *Life Science, 10(1)*, 1–11.
- Oktiarni, D., Kasmiarti, G., Nofyan, E., Miksusanti, Hasanudin, & Hermansyah. (2022). Diversity of cellulolytic bacteria from *Macrotermes gilvus* gut isolated from Indralaya peatland region, Indonesia. *Biodiversitas, 23(1)*, 486–495.
- Olugbemi, B. O. (2012). Intra- and Inter-colonial Agonistic Behavior in the Termite, *Microcerotermes fuscotibialis* Sjostedt (Isoptera: Termitidae: Termitinae). *Journal of Insect Behavior 2012 26:1, 26(1)*, 69–78.
- Rut Normasari. (2013). *Perilaku Agonistik Dan Perbaikan Lorong Kembara Pada Rayap Macrotermes gilvus Hagen (Isoptera: Termitidae) | JIU (Jurnal Ilmiah Unklab)*. Jurnal Ilmiah Unklab.
- Simkovic, V., Thompson, G. J., & McNeil, J. N. (2018). Testing for aggression and nestmate

- recognitionin the Eastern subterranean termite (Reticulitermes flavipes). *Insectes Sociaux*, 65(2), 281–288.
- Subekti, N., Nurvaizah, I., Hendriek Nunaki, J., Lukas Wambrau, H., & Mar, I. (2018). *Biodiversity anddistribution of termite nests in West Papua, Indonesia*. 19(4), 1659–1664.
- Sumarto, S., & Koneri, R. (2016). *Ekologi Hewan*. CV. Patra Media Grafindo Bandung.