

**HUBUNGAN SERANGAN RAYAP PADA BANGUNAN DAN FAKTOR
YANG MEMPENGARUHI, SERTA REKOMENDASI RENCANA
PENGENDALIAN DI KECAMATAN BALIK BUKIT,
KABUPATEN LAMPUNG BARAT – LAMPUNG**

(Tesis)

Oleh

**MOH. DWI KURNIAWAN HASAN
NPM 2027021002**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

HUBUNGAN SERANGAN RAYAP PADA BANGUNAN DAN FAKTOR YANG MEMPENGARUHI, SERTA REKOMENDASI RENCANA PENGENDALIAN DI KECAMATAN BALIK BUKIT, KABUPATEN LAMPUNG BARAT – LAMPUNG

Oleh

MOH. DWI KURNIAWAN HASAN

Kerugian akibat serangan rayap menyumbang 12,5% dari total biaya pembangunan perumahan di Indonesia setiap tahunnya. Tingginya tingkat serangan rayap di suatu wilayah bisa disebabkan oleh beberapa faktor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara serangan rayap pada bangunan dengan faktor yang mempengaruhi, serta memberikan rekomendasi pengendalian rayap. Penelitian dilakukan pada bulan Mei – Juli 2022 di Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat – Lampung. Teknik pengambilan sampel yaitu *accidental sampling* menggunakan kuesioner dengan 100 sampel bangunan. Teknik analisis data yang digunakan adalah regresi logistik biner (*binary logistic regression*) dengan bentuk model logit yang digunakan adalah: $P_i = F(Y_i) = F(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_{pi})$. Hasil analisis data dijadikan rekomendasi rencana pengendalian rayap. Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan antara serangan rayap (*Macrotermes gilvus* (Hagen), *Schedorhinortermes mediobcorus* (Holmgren), *Coptotermes gestroi* (Wasmann), dan *Bulbitermes constrictiformis* (Holmgren)), terhadap jenis kayu (nilai *P-value* = 0.000) dan umur bangunan (*P-value* = 0.081), hal ini dapat diartikan jenis kayu dengan kelas keawetan rendah sangat berpeluang terkena serangan rayap dan semakin tua umur bangunan maka akan semakin berpotensi terkena serangan rayap. Berdasarkan hasil analisis data dapat direkomendasikan pemilihan jenis kayu dengan kelas keawetan I dan II (keawetan tinggi) dapat meminimalisir serangan rayap pada bangunan dengan tingkat kepercayaan 99% dan Usia bangunan >17 tahun perlu diperhatikan perawatannya karena berpotensi terkena serangan rayap dengan tingkat kepercayaan 90%.

Kata kunci: serangan rayap, bangunan, rekomendasi pengendalian

ABSTRACT

RELATIONSHIP OF TERMITE ATTACKS TO BUILDINGS AND FACTORS INFLUENCING, AND RECOMMENDATIONS FOR CONTROL PLANS IN BALIK BUKIT DISTRICT, LAMPUNG BARAT – LAMPUNG

By

MOH. DWI KURNIAWAN HASAN

Losses due to termite attacks account for 12.5% of the total housing development costs in Indonesia each year. The high level of termite attack in an area can be caused by several factors. This study aims to analyze the relationship between termite attack on buildings and the influencing factors, as well as provide recommendations for termite control. The research was conducted in May - July 2022 in Balik Bukit District, West Lampung - Lampung Regency. Sampling technique is *accidental sampling* using a questionnaire with 100 building samples. The data analysis technique used is binary logistic regression with the form of the logit model used is: $P_i = F(Y_i) = F(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_{pi})$. The results of data analysis are used as recommendations for termite control plans. The results showed that there was a relationship between termite attack (*Macrotermes gilvus* (Hagen), *Schedorhinortermes mediobcorus* (Holmgren), *Coptotermes gestroi* (Wasmann), and *Bulbitermes constrictiformis* (Holmgren), on the type of wood (P -value = 0.000) and the age of the building (P -value = 0.081), this means that wood species with a low durability class are very likely to be attacked by termites and the older the building is, the more likely it is to be attacked by termites. Based on the results of data analysis, it can be recommended to choose wood species with durability classes I and II (high durability) can minimize termite attack on buildings with a confidence level of 99% and the age of the building > 17 years requires attention to maintenance because it has the potential to be attacked by termites with a confidence level of 90%.

Key words: termite attack, building, control recommendations

**HUBUNGAN SERANGAN RAYAP PADA BANGUNAN DAN FAKTOR
YANG MEMPENGARUHI, SERTA REKOMENDASI RENCANA
PENGENDALIAN DI KECAMATAN BALIK BUKIT,
KABUPATEN LAMPUNG BARAT – LAMPUNG**

Oleh

**MOH. DWI KURNIAWAN HASAN
NPM 2027021002**

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
MAGISTER SAINS**

Pada

**Program Pascasarjana Magister Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Tesis : **HUBUNGAN SERANGAN RAYAP PADA BANGUNAN DAN FAKTOR YANG MEMPENGARUHI, SERTA REKOMENDASI RENCANA PENGENDALIAN DI KECAMATAN BALIK BUKIT, KABUPATEN LAMPUNG BARAT – LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Moh. Dwi Kurniawan Hasan**

NPM : 2027021002

Program Studi : Magister Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.
NIP. 1964111 9111003 1 001

Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.
NIP. 19640517 198803 2 001

2. Ketua Program Studi Magister Biologi

Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc.
NIP. 19660305 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.



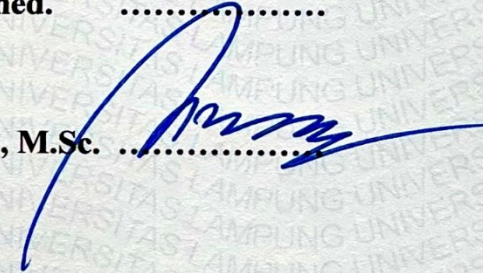
Sekretaris : Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed.



**Penguji
Bukan Pembimbing 1 : Prof. Dr. Emantis Rosa, M.Biomed.**



**Penguji
Bukan Pembimbing 2 : Dr. Gregorius Nugroho Susanto, M.Sc.**



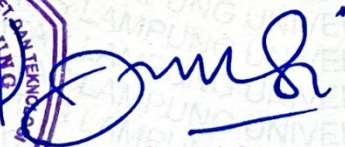
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, M.T.
NIP. 19740705 200003 1 001



3. Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung

Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.
NIP. 19710415 199803 1 005



4. Tanggal Lulus Ujian Tesis: 14 November 2022

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Nama yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Moh. Dwi Kurniawan Hasan

NPM : 2027021002

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya

Bandar Lampung, 14 November 2022
Pembuat pernyataan



Moh. Dwi Kurniawan Hasan
Moh. Dwi Kurniawan Hasan
NPM. 2027021003

RIWAYAT HIDUP



Moh. Dwi Kurniawan Hasan, dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 23 April 1994. Putra kedua dari empat bersaudara pasangan bapak Hasan Basri dan ibu Mariyanun.

Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Yayasan Wanita Kereta Api (YWKA) Bandar Lampung lulus pada tahun 1999, Sekolah Dasar Negeri (SDN) 2 Sukarame Bandar Lampung lulus pada tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 12 Bandar Lampung lulus pada tahun 2009, dan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 12 Bandar Lampung lulus pada tahun 2012.

Penulis pada tahun 2012 diterima dan terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Raden Intan Lampung dan meraih gelar Sarjana Pendidikan Biologi (S.Pd.) pada tahun 2017. Pada tahun 2020, penulis tercatat sebagai mahasiswa Program Studi Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Lampung dan meraih gelas Magister Biologi (M.Si.) pada tahun 2022.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan Rahmat, Ridho dan karunia-Nya yang tak henti-hentinya Allah SWT berikan,

kupersembahkan karya ini untuk:

Papi dan Mami yang telah mendidik, menyayangi, memberi dukungan moril maupun materi serta doa yang tiada henti untuk kesuksesanku.

Kakak-kakak dan adik-adikku tersayang yang juga selalu mendoakan dan memberikan kasih sayang, nasehat, dukungan, dan semangat.

Bapak Ibu Guru dan Dosen yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan bimbingan selama ini.

Teman – teman atas kebersamaan dan bantuan selama ini

Almamater tercinta yang menjadi kebanggaanku

MOTTO

"Dan engkau akan melihat gunung-gunung, yang engkau kira tetap berdiri di tempatnya, padahal dia berjalan seperti awan berjalan."

(QS. An-Naml: 88).

"Pendidikan itu bukan sebuah produk seperti gelar, diploma, pekerjaan, atau uang yang dihasilkan; pendidikan itu suatu proses yang tak akan pernah berakhir."

(Bel Kaufman)

"Kamu calon konglomerat ya? kamu harus rajin belajar dan membaca, tapi jangan ditelan sendiri. berbagilah dengan teman-teman yang tidak dapat pendidikan."

(Wiji Thukul)

SANWACANA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya tesis ini dapat diselesaikan.

Tesis dengan judul “**HUBUNGAN SERANGAN RAYAP PADA BANGUNAN DAN FAKTOR YANG MEMPENGARUHI, SERTA REKOMENDASI RENCANA PENGENDALIAN DI KECAMATAN BALIK BUKIT, KABUPATEN LAMPUNG BARAT – LAMPUNG**” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelas magister Biologi di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Mohammad Sofwan Effendi, M.Ed. selaku Pelaksana Tugas (Plt) Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Jani Master, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Magister Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, yang selalu membantu dan menyemangati kami untuk cepat menyelesaikan studi.

6. Bapak Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D. selaku Pembimbing I dan Pembimbing Akademik yang telah memberikan ilmu, bantuan, bimbingan, nasihat, saran, dan arahan, baik selama perkuliahan maupun dalam penyusunan tesis.
7. Ibu Dr. Endah Setiyaningrum, M.Biomed. selaku Pembimbing II atas ilmu, bantuan, bimbingan, nasihat, saran, arahan, dan semangat, baik selama perkuliahan maupun dalam penyusunan tesis.
8. Ibu Prof. Dr. Emantis Rosa, M.Biomed. selaku Pembahas I atas semua ilmu, bimbingan, saran, masukan, dan arahan baik selama perkuliahan maupun dalam penyusunan tesis.
9. Bapak Dr. Gregorius Nugroho Susanto, M.Sc. selaku Pembahas II atas semua ilmu, bimbingan, saran, masukan dan arahan baik selama perkuliahan maupun dalam penyusunan tesis.
10. Seluruh Dosen dan Staff Civitas Akademik Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, terima kasih telah banyak memberikan ilmu pengetahuan selama perkuliahan dan membantu dalam segala hal terkait administrasi kampus.
11. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penelitian di lapangan, terutama bagi seluruh warga Kecamatan Balik Bukit yang telah meluangkan waktunya guna melengkapi data penelitian tesis.
12. Keluargaku tercinta, papi, mami, kakak-kakak, dan adik-adikku terima kasih atas kasih sayang yang telah diberikan, do'a yang terus dipanjatkan, bantuan moril dan materil, motivasi serta nasihat yang telah diberikan agar tetap tabah dan tawakal dalam menuntut ilmu.

13. Seluruh teman-teman Magister Biologi angkatan 2020 terima kasih atas kerjasamanya selama ini baik dalam perkuliahan maupun pada proses penyelesaian tesis.
14. Rekan-rekan di UIN Raden Intan Lampung, terimakasih atas motivasi, semangat, bantuan moril maupun materil, keceriaan, dan kerjasamanya.
15. Serta almamater tercinta, Universitas Lampung.

Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bandar Lampung, 14 November 2022



Moh. Dwi Kurniawan Hasan

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL DALAM	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
MOTTO	ix
SANWACANA	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian	5
1.3. Manfaat Penelitian	5
1.4. Kerangka Pemikiran	5
1.5. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Siklus Hidup Rayap.....	8
2.2 Klasifikasi Rayap	12
2.3 Sebaran Rayap.....	14
2.4 Kelimpahan Spesies	15
2.5 Kerugian Yang Ditimbulkan Dari Koloni Rayap.....	15
2.6 Pengendalian Serangan Rayap	18
2.7 Keawetan Kayu	19
2.8 Umur Bangunan	20
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	23
3.4 Jenis dan Desain Penelitian.....	24

3.5 Populasi dan Sampel Penelitian	24
3.6 Metode Pengambilan Data	25
3.7 Teknik Analisis Data.....	27

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	30
4.1.1. Titik Sebaran Sampel Bangunan Di Kecamatan Balik Bukit... 30	30
4.1.2. Hasil Identifikasi Rayap di Kecamatan Balik Bukit	30
4.1.3. Pengamatan Faktor Lingkungan di Kecamatan Balik Bukit....	32
4.1.4. Keragaman Jenis Rayap Berdasarkan Lokasi Pengamatan.....	33
4.1.5. Jenis Kayu Yang Digunakan Pada Bangunan di Kecamatan Balik Bukit.....	34
4.1.6. Jenis Rayap Berdasarkan Umur Bangunan	35
4.1.7. Sebaran Rayap Berdasarkan Tipe Bangunan	37
4.1.8. Hasil Analisis Data Serangan Rayap Pada Bangunan	40
1. Analisis <i>Regresi Logistik Biner</i>	40
2. Analisis Keanekaragaman Rayap	43
3. Analisis Data Untuk Rekomendasi Pengendalian Rayap Pada Bangunan	44
4.2 Pembahasan.....	45
4.2.1. Gambaran Umum Kecamatan Balik Bukit	45
4.2.2. Keragaman Jenis Rayap Berdasarkan Lokasi Temuan	45
4.2.3. Jenis Kayu	47
4.2.4. Umur Bangunan	48
4.2.5. Tipe Bangunan	50
4.2.6. Analisis Faktor-faktor Yang Berpengaruh Terhadap Serangan Rayap Pada Bangunan.....	50
4.2.7. Rekomendasi Pengendalian Rayap Pada Bangunan	52

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55

DAFTAR PUSTAKA	56
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	64
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pembagian Kelas Keawetan Kayu	20
2. Variabel Predictor, Symbol, Satuan, dan Cara Pemberian Skor Kedalam Model	29
3. Pengamatan Faktor Lingkungan di Kecamatan Balik Bukit.....	33
4. Jenis Rayap Yang Ditemukan Berdasarkan Umur Bangunan.....	36
5. Jenis Rayap yang Ditemukan Berdasarkan Tipe Bangunan di Kecamatan Balik Bukit	37
6. Tipe Serangan Rayap Berdasarkan Usia Bangunan, Jenis rayap dan Tipe Bangunan	38
7. Hasil Analisis Serangan Rayap Dengan Faktor Bangunan (<i>Uji Variables In The Equation</i>)	40
8. Uji Kesesuaian Model Regresi Logistik Yang Digunakan Dalam Penelitian (<i>Goodness of Fit Tests</i>)	42
9. Keanekaragaman Jenis Rayap Di Kecamatan Balik Bukit	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian	6
2. Instar Perkembangan Ketiga (A), Keempat (B), dan Keenam (C) Kasta Reproduksi Rayap (larva)	8
3. Siklus Hidup Rayap	9
4. Sistem Kasta Dalam Kehidupan Rayap	10
5. Prajurit <i>Coptotermes gestroi</i>	10
6. Kasta pekerja <i>Coptotermes gestroi</i>	11
7. Koloni Rayap (a) dan kasta reproduktif (b)	12
8. Peta Lokasi Penelitian	22
9. Kasta prajurit mayor (a), kasta prajurit minor (b), dan kasta pekerja (c) rayap <i>M. gilvus</i>	31
10. Kasta prajurit (a) dan kasta pekerja (b) rayap <i>B. constrictiformis</i>	31
11. Kasta prajurit mayor (a), kasta prajurit minor (b), dan kasta pekerja (c) rayap <i>S. mediobcorus</i>	32
12. Kasta prajurit Kasta prajurit (a), dan kasta pekerja (b) rayap <i>C. gestroi</i>	32
13. Jenis dan Jumlah Rayap Pada Setiap Desa/Pekon Di Kecamatan Balik Bukit	34
14. Persentase Jenis Kayu	35
15. Persentase Umur Bangunan	36
16. Serangan Rayap Pada Bangunan Usia 85 Tahun	39
17. Serangan Rayap Pada Struktur Bangunan	39
18. Rumah Panggung Yang Terserang Rayap	40

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Rayap (ordo: Isoptera) oleh masyarakat lokal biasa disebut dengan nama “anai-anai” sangat mudah dijumpai di berbagai tipe ekosistem, seperti ekosistem hutan, pertanian, perkebunan, dan juga ditemukan pada ekosistem pemukiman atau perkotaan (Tarumingkeng, 2001). Rayap adalah kelompok invertebrata dengan sekitar 3.000 spesies yang telah dideskripsikan (Krishna *et al.*, 2013). Rayap banyak ditemukan di daerah tropis dan sub tropis (Cerezer *et al.*, 2020). Rayap merupakan hama perusak kayu atau bangunan hunian manusia. Di Amerika Serikat, diperkirakan kerusakan akibat serangan rayap pada bangunan hunian manusia mencapai 5 miliar USD pertahunnya atau lebih banyak dari pada kerusakan yang disebabkan oleh kebakaran dan badai angin (Hafiz *et al.*, 2018).

Indonesia merupakan wilayah tropis dengan suhu dan kelembaban yang tinggi sehingga memungkinkan adanya kekayaan spesies rayap yang sangat tinggi. Jenis-jenis rayap yang terdapat di Indonesia terdiri dari tiga famili rayap yaitu Rhinotermitidae (*Coptotermes*, *Schedorhinotermes*), Termitidae (*Odontotermes*, *Macrotermes*, *Nasutitermes*), dan Kalotermitidae (*Cryptotermes*) (Tarumingkeng, 2001).

Di Indonesia serangan rayap pada bangunan cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Bangunan fasilitas sosial seperti bangunan sekolah dan gedung

perkantoran, serta bangunan rumah tinggal banyak yang mengalami kerusakan akibat serangan rayap. Berdasarkan sektor pembangunan perumahan di Indonesia, kerugian akibat serangan rayap menyumbang 12,5% dari total biaya pembangunan perumahan setiap tahunnya (Rachmawati, 1996). Sebagai contoh, di Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah, jumlah perumahan rakyat di pedesaan yang rusak akibat serangan rayap mencapai 86,25% (Wahyuni *et al.* 2000). Masalah tersebut menjadi beban berat bagi masyarakat pedesaan yang sebagian besar masih menggunakan kayu sebagai bahan utama bangunan.

Tingginya tingkat serangan rayap di suatu wilayah kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain iklim, kualitas kayu dan sanitasi lingkungan (Pratiknyo *et al.*, 2020). Suhu 20-34°C dan kelembaban udara 80-95% merupakan iklim yang optimal untuk perkembangan koloni rayap (Cao & Su, 2016). Fakta ini menunjukkan bahwa suhu dan kelembaban udara yang stabil pada kisaran tertentu berpotensi untuk mendukung kelimpahan keanekaragaman spesies rayap (Grieco *et al.*, 2013)

Kabupaten Lampung Barat dengan luas wilayah 2.142,78 Km² memiliki luas hutan lindung 61,50%, luas daerah budidaya 30,88%, dan sisanya daerah permukiman seluas 7,62%. Secara total hanya sekitar 38,50% (gabungan lahan budidaya dan permukiman) luas daerah yang dapat dikelola Pemerintah Kabupaten Lampung Barat untuk upaya-upaya meningkatkan kesejahteraan rakyatnya (Pemerintah Kabupaten Lampung Barat, 2018).

Kabupaten Lampung Barat memiliki suhu rata-rata yang cukup sejuk yaitu 20,9°C hingga 22,5°C, kelembaban 87,1% hingga 93,5%, curah hujan 2.388,2 mm/tahun, serta ketinggian lahan yang menunjang Lampung Barat menjadi wilayah dengan topografi yang tidak dimiliki oleh wilayah – wilayah lain di Provinsi Lampung. Berdasarkan kondisi iklim tersebut menjadikan Lampung Barat sebagai tempat yang cocok bagi rayap untuk hidup dan berkembang dengan baik (Pemerintah Kabupaten Lampung Barat, 2018).

Lampung Barat memiliki rumah adat yang dinamakan lamban pesagi, struktur utama bangunan dari rumah adat tersebut ialah kayu. Jenis kayu yang digunakan sebagai struktur lamban pesagi antara lain merbau, bungur, dan meranti. Kayu merbau (*Instia bijuga*) umumnya digunakan untuk papan-papan rumah, sedangkan kayu bungur (*Lagerstroemia indica*) digunakan untuk membuat tiang rumah, dan kayu meranti (*Shorea roxburghii*) digunakan untuk membuat bagian atap rumah. Jenis kayu tersebut memiliki tingkat keawetan kayu yang cukup baik sehingga dapat bertahan dalam jangka waktu yang cukup lama. Namun, keberadaan jenis kayu tersebut sudah cukup sulit ditemukan dan harga dari kayu tersebut terbilang cukup mahal. Sehingga masyarakat saat ini cenderung menggunakan kayu dengan kualitas yang rendah sebagai struktur bangunan. (Setiawati & Murwadi, 2019).

Kualitas kayu yang digunakan dalam pembangunan hunian juga berperan penting dalam munculnya serangan rayap. Ada tiga tingkat keawetan kayu terhadap serangan rayap, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Kelompok kayu dengan kandungan selulosa tinggi dan zat ekstraktif lignin rendah, seperti

sengon laut (*P. falcataria* L. Nielson) lebih berpotensi diserang rayap. Sebaliknya, kelompok kayu dengan kandungan selulosa dan lignin yang seimbang, seperti kayu bangkirai (*Shorea laevifolia* Endert) memiliki daya tahan sedang, sedangkan kayu dengan daya tahan tinggi ditandai dengan kadar selulosa yang rendah tetapi lignin yang sangat tinggi, seperti kayu jati (*Tectona grandis*). Kayu sengon (*Albizia chinensis*) tergolong kelas awet rendah, kayunya mudah lapuk sehingga rayap dan jamur cepat menyerangnya karena kandungan selulosa yang tinggi dengan kandungan lignin dan pentosan yang sangat rendah. (Nasrullah *et al.*, 2015). Selain jenis kayu, usia kayu turut mempengaruhi kualitas dari kayu. Serangkaian percobaan pada kayu jati dengan menguji sampel pohon berusia 8, 30, dan 51 tahun dan menemukan bahwa sampel berusia 30 dan 51 tahun secara alami tahan terhadap serangan rayap karena keduanya memiliki persentase kayu teras (*heartwood*) yang jauh lebih tinggi dari pada kayu berusia 8 tahun (Lukmandaru & Takahashi, 2008).

Keanekaragaman dan sebaran rayap di daerah tropis sangat sangat banyak dan luas, hal tersebut yang sering mengakibatkan timbulnya permasalahan ekonomis yang cukup besar jika serangan rayap terjadi pada bangunan. Bangunan hunian penduduk di Kabupaten Lampung Barat, banyak yang menggunakan kayu sebagai struktur utama bangunan. Hal tersebut yang menjadi salah satu faktor serangan rayap pada bangunan. Data tentang hubungan serangan rayap pada bangunan dan faktor yang mempengaruhi, serta rekomendasi rencana pengendalian belum banyak diteliti. Oleh sebab itu perlunya penelitian tentang hal tersebut khususnya di wilayah Kecamatan Balik Bukit – Kabupaten Lampung Barat, Lampung.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk:

1. Menganalisis hubungan antara serangan rayap pada bangunan dengan faktor yang mempengaruhi.
2. Membuat rekomendasi terkait pengendalian serangan rayap berdasarkan hasil analisis data faktor yang mempengaruhi terjadinya serangan rayap pada bangunan.

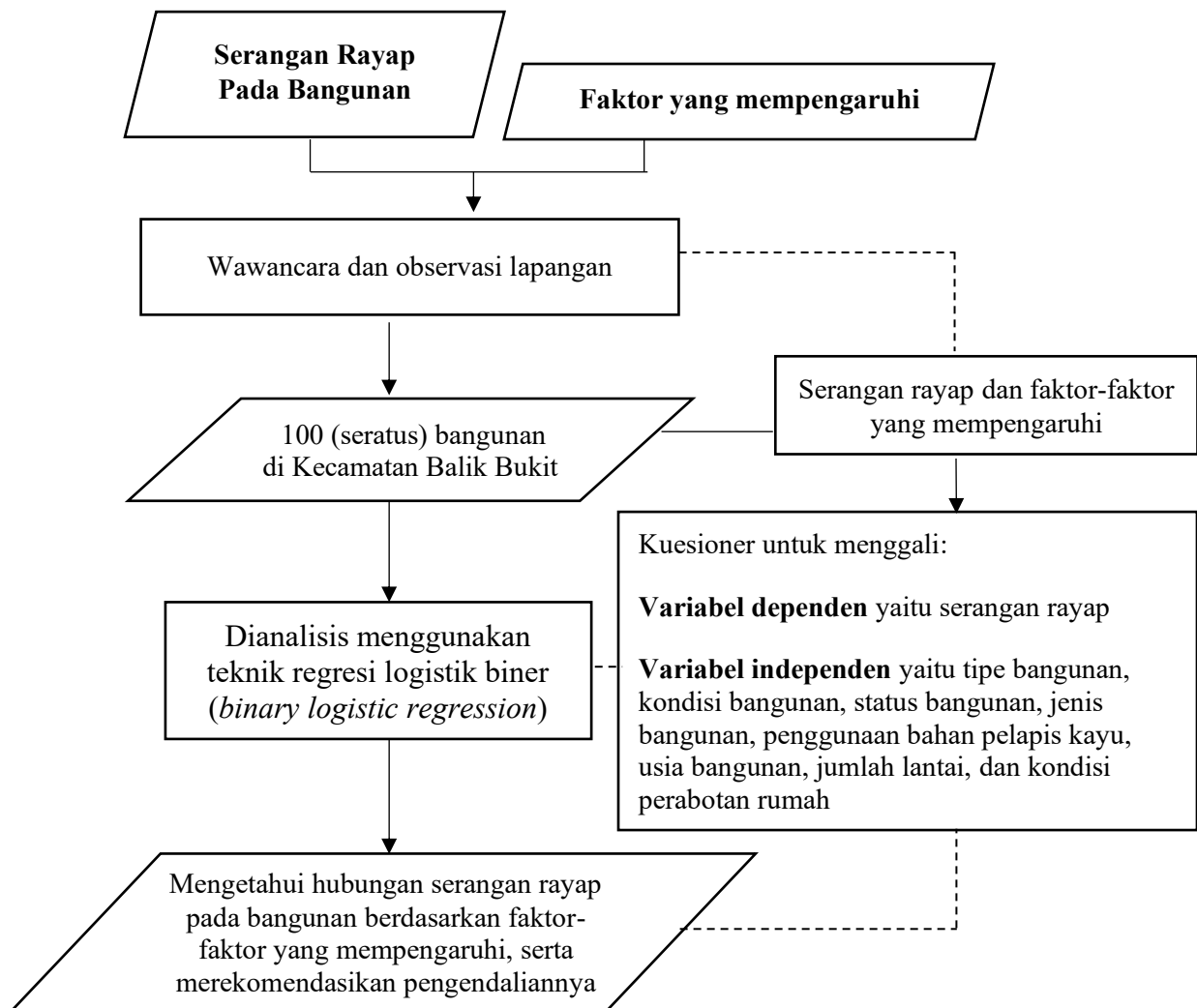
1.3. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan informasi ilmiah mengenai hubungan keragaman jenis rayap dengan faktor yang mempengaruhi terjadinya serangan rayap pada bangunan serta memberikan rekomendasi pengendalian rayap pada bangunan yang berada di Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat.

1.4. Kerangka Pemikiran

Serangan rayap pada bangunan sering mengakibatkan timbulnya permasalahan ekonomis yang cukup serius. Hubungan antara serangan rayap dengan faktor yang mempengaruhi sangat jarang teramati. Dengan mengetahui faktor-faktor tersebut kita dapat melakukan pencegahan serangan rayap pada bangunan. Penelitian ini dilakukan dengan teknik pengumpulan data menggunakan kuesioner dengan 100 sampel bangunan, kemudian data serangan rayap pada bangunan dianalisis menggunakan teknik regresi logistik biner (*binary logistic regression*) untuk mengetahui hubungan antara variabel dependen (serangan rayap) dengan variabel independent (tipe bangunan,

kondisi bangunan, status bangunan, jenis bangunan, penggunaan bahan pelapis kayu, usia bangunan, jumlah lantai, dan kondisi perabotan rumah). Hasil analisis data berupa hubungan antara serangan rayap pada bangunan dengan faktor yang mempengaruhi, serta membuat rekomendasi terkait pengendalian serangan rayap pada bangunan. Kerangka pemikiran digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1.5.Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

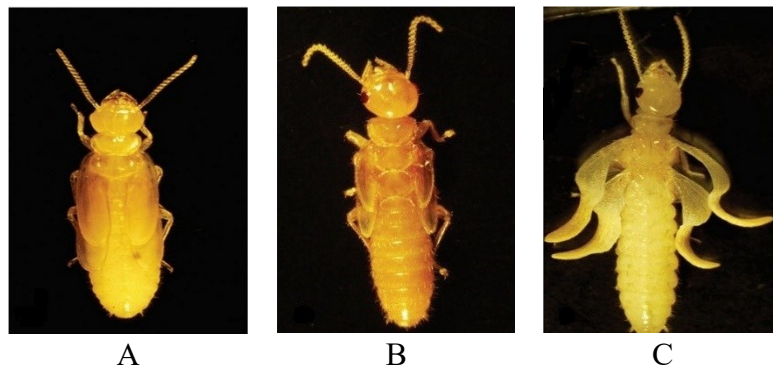
H0 : $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \dots = \beta_9 = 0$ (Tidak ada satu variabel yang berpengaruh nyata antara serangan rayap terhadap bangunan)

H1 : $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq \dots \neq \beta_9 \neq 0$ (Paling sedikit ada satu variabel yang berpengaruh nyata antara serangan rayap terhadap bangunan)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Siklus Hidup Rayap

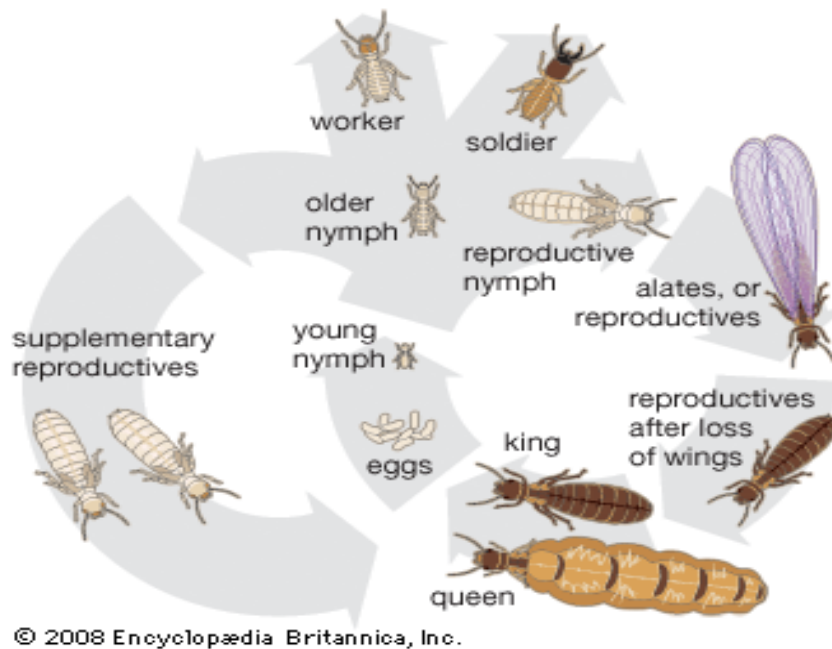
Siklus hidup perkembangan rayap adalah melalui metamorfosa hemimetabola, yaitu secara bertahap, yang secara teori melalui stadium (tahap perumbuhan) telur, nimfa, dan dewasa. Rayap muda menuju dewasa mengalami pertumbuhan berulang dan pergantian kulit (ekdisis) ini disebut fase intar. (Tarumingkeng, 2005).



Gambar 2. Instar Perkembangan Ketiga (A), Keempat (B), dan Keenam (C) Kasta Reproduksi Rayap (larva) Sumber: (Raina *et al.*, 2004)

Setelah menetas dari telur, nimfa akan menjadi dewasa dengan melalui beberapa instar, yaitu bentuk diantara dua masa perubahan seperti tersaji pada Gambar 2. Bentuk ini sangat gradual, sehingga baik dari bentuk badan pada umumnya, cara hidup, maupun makanan pokok, antara nimfa dan dewasa adalah serupa. Pada nimfa yang mulai terbentuk sayapnya akan tumbuh lengkap pada instar terakhir, saat mencapai kedewasaan. Telur yang menetas yang menjadi nimfa akan mengalami 5-8 instar. Jumlah telur rayap bervariasi, tergantung kepada jenis dan

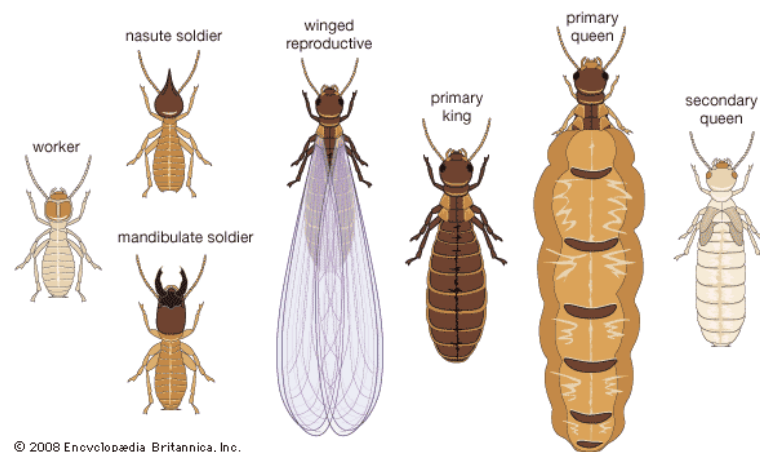
umur ratu rayap. Saat pertama bertelur betina mengeluarkan 4-15 butir telur-telur rayap berbentuk silindris, dengan bagian ujung yang membulat yang berwarna putih. Panjang telur bervariasi antara 1-1,5 mm. Telur *C. curvignathus* akan menetas setelah berumur 8-11 hari (Tarumingkeng, 2005). Sumber makanan utama rayap adalah kayu atau bahan yang terutama terdiri atas selulosa. Rayap mampu mendegradasi selulosa karena pada saluran pencernaannya terdapat mikroorganisme simbiosis seperti bakteri dan protozoa (Borror, *et al.*, 2005). Pada rayap jenis *Odontotermes parvidens* ditemukan 19 bakteri yang terdapat pada usus rayap jenis ini. Namun sejauh ini informasi terkait jenis dan karakteristik bakteri yang terdapat dalam usus rayap jenis *Odontotermes* belum banyak diketahui. Kakkar, *et al.* (2015)



Gambar 3. Siklus Hidup Rayap (Richard Pallardy, 2022)

Dalam perkembangan hidup rayap di lingkungannya sebagian besar diatur oleh koloni, seperti jumlah nimfa yang akan terbentuk sesuai dengan kebutuhan koloni,

hingga nimfa-nimfa yang sedang tumbuh dapat diatur akan menjadi kasta apa nantinya. Ada empat kasta yang berbeda yaitu kasta pekerja, prajurit, reproduktif primer dan sekunder tersaji pada Gambar 3 (Sigit *et al.*, 2006). Kasta pekerja jumlahnya jauh lebih besar dari seluruh kasta yang terdapat dalam koloni rayap. Nimfa yang menetas dari telur pertama dari sebuah koloni yang baru akan berkembang menjadi kasta pekerja. Waktu keseluruhan yang dibutuhkan dari keadaan telur sampai dapat bekerja secara efektif sebagai kasta pekerja pada umumnya adalah 6-7 bulan. Umur kasta pekerja dapat mencapai 19-24 bulan (Subekti *et al.*, 2008).



Gambar 4. Sistem Kasta Dalam Kehidupan Rayap (Richard Pallardy, 2022)

Rayap hidup berkoloni dan mempunyai sistem kasta dalam kehidupannya tersaji pada Gambar 4. Kasta dalam rayap terdiri dari 3 (tiga) kasta yaitu :

- 1) Kasta Prajurit, kasta ini mempunyai ciri – ciri kepala yang besar dan penebalan yang nyata dengan peranan koloni sebagai pelindung koloni terhadap gangguan dari luar. Kasta ini mempunyai mandible yang sangat besar yang digunakan sebagai senjata dalam mempertahankan koloni tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. Prajurit *Coptotermes gestroi* (Forestry Image, 2013)

- 2) Kasta Pekerja, kasta ini mempunyai warna tubuh yang pucat dengan sedikit kutikula dan menyerupai nimfa tersaji pada Gambar 6. Kasta pekerja tidak kurang dari 80 – 90% populasi dalam koloni. Peranan kasta ini adalah bekerja sebagai pencari makanan, memberikan makan ratu rayap, membuat sarang dan memindahkan makanan saat sarang terancam serta melindungi dan memelihara ratu.



Gambar 6. Kasta pekerja *Coptotermes gestroi* (Forestry Image, 2013)

- 3) Kasta Reproduksi, merupakan individu-individu seksual yang terdiri dari jantan dan betina yang bertugas melakukan perkawinan untuk menghasilkan keturunan selanjutnya. Ukuran tubuh ratu dengan besar abdomen berkisar antara 5-9 cm, perbesaran tersebut terjadi karena jumlah telur yang berada di dalam tubuh ratu dan akan semakin meningkat seiring

bertambahnya usia koloni dan usia produktif dari ratu tersebut. Sedangkan, tubuh raja berkisar antara 1-1,5 cm saja seperti tersaji pada Gambar 7a (Andrian Fernandes, 2015). Individu – individu rayap reproduktif (calon raja atau ratu) seperti tersaji pada Gambar 7b, pada saat suhu lingkungan sekitar sarang rayap rendah dan kelembapan udara menjadi tinggi maka sebagian besar rayap pada kasta reproduksi akan keluar dari sarangnya lalu terbang mendekati sumber cahaya untuk kemudian bertemu dengan lawan jenisnya kemudian melepaskan sayapnya (prilaku kasta reproduktif sebelum kawin) kemudian setelah sayapnya terlepas, rayap akan bergandengan untuk kemudian mencari lubang ditanah untuk mulai membentuk koloni yang baru (Gullan. & Cranston, 2014).



Gambar 7. Koloni Rayap (a) dan Kasta Reproduksi (b) (Fumapest, 2013).

2.2. Klasifikasi Rayap

Rayap dibagi atas dua kelompok, yaitu rayap tingkat rendah yang mencakup famili Rhinotermitidae, Kalotermitidae, Hodotermitidae, Termopsidae, Serritermitidae, dan Mastotermes dan rayap tingkat tinggi yaitu Termitidae, yang mencapai sekitar 75% dari total semua spesies rayap (Korb & Hartfelder, 2008). Rayap tingkat rendah dicirikan oleh adanya protozoa simbiotik pada usus

belakangnya, yang membantu mencerna selulosa; sebaliknya pada rayap tingkat tinggi tidak memiliki protozoa (Matsui *et al.*, 2009).

Rayap secara umum terbagi tiga kelompok yaitu rayap tanah (*subterranean termites*) yang membuat sarangnya didalam tanah seperti spesies *Macrotermes sp.*, rayap kayu kering (*drywood termites*) yang tidak memerlukan kontak langsung dengan tanah atau yang membuat sarangnya didalam kayu kering bisa berupa perabotan rumah tangga dalam hal ini yaitu spesies *Cryptotermes sp.*, dan rayap yang menyukai kayu kering dan kayu basah (*dampwood termites*) tinggal di tempat lembab dan bersinggungan dengan permukaan tanah seperti rayap *Coptotermes sp.* (Brauman, 2015).

Rayap dapat dikelompokkan berdasarkan preferensi makan. Pengelompokan ini menggambarkan kesukaan makan rayap yang berhubungan dengan substrat yang digunakan rayap, dan variasi jaringan tanaman yang rayap butuhkan (dari hancuran bahan organik) dan silika (dari bahan induk tanah) pada usus (Donovan *et al.*, 2001). Pengelompokan yang dikenal sebagai “*Donovan’s feeding group*” ini terbagi atas empat, yaitu:

- a. Kelompok I: kelompok ini memakan kayu mati dan rumput, serta memiliki usus yang relatif sederhana. Kelompok ini diwakili oleh semua rayap tingkat rendah (Mastotermitidae, Kalotermitidae, Rhinotermitidae, dan Serritermitidae). Hampir semua rayap pemakan kayu (*wood feeders*), kecuali Hodotermitidae yang juga termasuk pemakan rumput (*grass feeders*).

- b. Kelompok II: kelompok ini memakan kayu, rumput, serasah daun, dan mikroepifit, serta memiliki usus yang lebih kompleks. Kelompok ini diwakili oleh beberapa spesies dari famili Termitidae, yang mencakup rayap pemakan kayu, pemakan rumput, pemakan serasah (*litter feeders*), pemakan mikroepifit (*microepiphyte feeders*). Macrotermitinae penumbuh jamur juga termasuk di dalamnya, meskipun dapat juga ditempatkan sebagai kelompok yang terpisah, yaitu group II–fungus.
- c. Kelompok III: kelompok ini memakan humus, yaitu material seperti tanah yang mengandung bahan tumbuhan yang masih dapat dikenali didalamnya. Kelompok ini mencakup spesies dari famili Termitidae yang memakan kayu yang mengalami pelapukan hebat yang dicirikan oleh hilangnya struktur serta menjadi terpisah-pisah dan menyerupai tanah; dan juga memakan tanah dengan kandungan bahan organik tinggi. Rayap ini dapat dipertimbangkan sebagai *organic rich soil feeders* atau *humus feeders*, atau *soil/wood interface feeders*.
- d. Kelompok IV: kelompok ini memakan tanah, yaitu material seperti tanah yang mengandung proporsi tinggi silika dan bahan tumbuhan yang sudah tidak dapat dikenali. Kelompok ini mencakup spesies dari famili Termitidae yang memakan tanah dengan kandungan bahan organik rendah, yang dianggap sebagai *true soil feeders*.

2.3. Sebaran Rayap

Rayap tersebar secara alami pada daerah tropis dan subtropis (Su *et al.*, 2000).

Kekayaan spesies ditemukan di wilayah tropis, dataran rendah, dan cenderung menurun dengan meningkatnya ketinggian tempat (latitude) (Bignell, 2019) dan

lintang (altitude) (Gathorne-Hardy *et al.*, 2006). Di daerah tropis rayap ditemukan mulai dari pantai sampai ketinggian 3.000 m di atas permukaan laut (Arinana *et al.*, 2016). Keragaman dan kelimpahan rayap berada di wilayah Afrika, Amerika Selatan, dan Asia Tenggara (Eggleton *et al.*, 1998).

Penyebaran rayap juga dipengaruhi oleh keberadaan vegetasi, yang sangat berhubungan dengan suhu dan curah hujan, sehingga sebagian besar rayap terdapat di dataran rendah tropika dan hanya sebagian kecil ditemukan di dataran tinggi tropika (Aini, 2006). Rayap yang berbeda genera atau berbeda jenis dari genus yang sama dapat memiliki toleransi suhu yang berbeda. Rayap *C. formosanus* memiliki toleransi suhu yang lebih tinggi dibandingkan rayap *Reticulitermes flavipes* Kollar yang berasal dari famili yang sama, yaitu famili Rhinotermitidae (Subekti *et al.*, 2008).

2.4. Kelimpahan Spesies

Kelimpahan merupakan satu konsep ekologi yang merujuk pada keterwakilan suatu spesies dalam ekosistem tertentu. Biasanya diukur sebagai jumlah individu yang ditemukan per sampel. Bagaimana kelimpahan spesies terdistribusi dalam ekosistem dinyatakan sebagai kelimpahan relatif spesies (*relative species abundances*). Kelimpahan relatif spesies menunjukkan seberapa umum atau langka suatu spesies relatif terhadap spesies lainnya dalam suatu lokasi tertentu atau komunitas (Bond, 1989). Lebih lanjut dikemukakan bahwa sebaran kelimpahan relatif spesies biasanya dinyatakan dalam bentuk grafik sebagai histogram frekuensi (*Preston plot*) atau diagram tingkat kelimpahan (*Whittaker*

plot). Kelimpahan relatif spesies bersama dengan kekayaan spesies menggambarkan elemen kunci dari keragaman hayati.

Pada dasarnya, kelimpahan rayap dipengaruhi oleh banyak faktor. Kelimpahan relatif rayap menurun akibat penggunaan lahan (Cerezer *et al.*, 2020) dan fragmentasi habitat (Lind & Davies, 2019). Selain faktor lingkungan seperti perubahan lingkungan (Bignell, 2019), pengaruh vegetasi terhadap kelimpahan rayap banyak dipublikasi oleh peneliti seperti asal vegetasi eksotik dan asli (Su *et al.*, 1993), tipe habitat dan perbedaan tegakan pohon (Wang *et al.*, 2019).

2.5. Kerugian Yang Ditimbulkan Dari Koloni Rayap

Rayap hadir di sebagian besar dunia, baik di habitat yang tidak terganggu maupun yang bersifat antropogenik. Sebagai pengurai bahan selulosa, rayap menyediakan jasa ekosistem yang berharga namun, mereka juga dapat menyebabkan sejumlah besar kerusakan pada struktur bangunan. Di Amerika Serikat saja, pemilik rumah menghabiskan lebih dari \$11 miliar USD per tahun untuk tindakan pengendalian rayap dan perbaikan kerusakan yang ditimbulkannya (Rust & Su, 2012), (Su, 2002). Selain itu, rayap termasuk spesies yang sangat invasif dengan cepat menyebar ke seluruh dunia, seperti *C. formosanus*, *C. gestroi* (Wasmann) dan *R. flavipes* (Blumenfeld & Vargo, 2020), (Blumenfeld *et al.*, 2021).

Genus *Reticulitermes* terdiri dari beberapa spesies rayap yang paling merusak dan tersebar luas di Amerika Serikat dan beberapa tempat di dunia, seperti spesies: *R. flavipes* dan *R. virginicus* Banks (Vargo & Husseneder, 2009). Koloni spesies ini dapat terdiri dari ratusan ribu atau bahkan jutaan anggota didalam satu koloni (Su *et al.*, 1993), dan kepadatan koloni dapat mencapai 300 koloni per hektar,

meskipun hal ini bervariasi secara geografis dan tipe habitat. Dengan kepadatan koloni yang begitu tinggi, struktur bangunan buatan manusia di area ini dapat mengalami tekanan rayap yang sangat besar dan hal itu akan berdampak pada kerugian ekonomis yang cukup besar pada bangunan manusia. (Deheer & Vargo, 2004)

Koloni baru rayap didirikan oleh sepasang kasta reproduksi primer. Reproduksi primer ini mengembangkan koloninya dengan cara mereka keluar dari sarang pada kondisi suhu dan kelembaban yang cocok (*swarming*) dan membentuk koloni baru. Koloni rayap membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk individu didalamnya siap untuk membentuk koloni baru. (Vargo & Husseneder, 2009). Setelah terbentuk, koloni baru umumnya membentuk kasta pekerja terlebih dahulu untuk membangun sarang dan mencari sumber makanan (Deheer & Vargo, 2004). Pada saat koloni sudah tua ketika ratu atau raja utama mati, maka nimfa dapat berkembang lebih lanjut menjadi reproduktif neotenik, yang dapat menggantikan raja atau ratu agar kelangsungan hidup koloni terus berlanjut (Blumenfeld *et al.*, 2021). Secara keseluruhan, perbedaan tipe famili dapat sangat mempengaruhi ukuran koloni, sistem mencari makan, hingga cara menginvasi suatu wilayah (Bulmer & Traniello, 2002), (Blumenfeld *et al.*, 2021).

Di sebagian besar bagian tenggara Amerika Serikat, sekitar 65-85% koloni *R. flavipes* adalah spesies yang cukup invasif di wilayah timur laut AS dan Louisiana (Perdereau *et al.*, 2015). Seperti disebutkan diatas, spesies rayap *Reticulitermes flavipes* sangat invasif di beberapa negara seperti di Perancis, Jerman, Kanada, Chili, dan terus berkembang ke daerah lain (Hernández *et al.*, 2019), (Evans *et al.*,

2013). Di daerah invasif, koloni rayap berkembang sangat cepat dan tersembunyi sehingga sangat sulit memperkirakan cakupan wilayah serangannya. Selain itu, koloni rayap terdiri dari banyak (hingga ratusan) neotenik yang digunakan untuk memperluas koloni baru atau yang biasa disebut kasta reproduktif sekunder, sehingga menghasilkan anggota koloni yang cukup padat didalam satu sarang koloni. Dengan adanya variasi dalam struktur perkembangbiakan dan perilaku populasi pada rayap spesies *Reticuliterme flavipes* baik di habitat asli maupun invasif, tindakan yang diambil untuk mengendalikan rayap ini dapat memiliki tingkat keberhasilan yang bervariasi. (Perdereau *et al.*, 2010).

2.6. Pengendalian Serangan Rayap

Dua metode yang paling umum digunakan untuk mengendalikan rayap yaitu merawat tanah yang berdekatan dengan struktur bangunan dengan termitisida cair atau memasang stasiun umpan (Eger *et al.*, 2012). Langkah-langkah tersebut guna melindungi struktur bangunan dari koloni yang menyerang, akan tetapi ancaman dari serangan rayap pada bangunan yang telah diproteksi dengan termitisida cair masih akan terus ada (Evans & Iqbal, 2015). Sistem umpan rayap digunakan sebagai tindakan pencegahan maupun penanganan serangan rayap dirasa cukup efektif guna menghilangkan sebuah koloni sekaligus (Eger *et al.*, 2012), (Keefer *et al.*, 2015), (Kakkar *et al.*, 2018).

Bahan aktif dari sebagian besar umpan rayap adalah *chitin synthesis inhibitor* (CSI), yang menyebabkan kematian pada rayap dengan bantuan kasta rayap pekerja sebagai pelantara penyebar racun ke seluruh anggota koloni ketika mereka kembali ke sarang melalui perilaku rayap yaitu *trophallaxis* (proses pertukaran

materi genetik, sumber makanan, maupun mikroba melalui mulut dan anus) dan hal tersebut yang dapat menyebabkan koloni runtuh dan dianggap tereliminasi. Rata-rata, eliminasi koloni terjadi setelah 3-6 bulan konsumsi umpan dengan tingkat keberhasilan 90-100% (Evans & Iqbal, 2015).

Pengendalian rayap dengan sistem umpan (*Termite Bait Systems*) terbukti berhasil mengendalikan koloni rayap yang memiliki cangkupan wilayah yang luas (Su, 2019). Pendekatan ini dirasa sangat cocok guna menekan perkembangan koloni rayap pada wilayah perkotaan (Smith *et al.*, 2006), (Su *et al.*, 2004), (Matthew *et al.*, 2005).

2.7. Keawetan Kayu

Keawetan kayu adalah ketahanan kayu terhadap yang serangan organisme perusak kayu biasanya dari kelompok jamur dan serangga. Martawijaya (1996) menyatakan bahwa setiap jenis kayu memiliki daya tahan yang berlainan terhadap organisme perusak kayu, satu jenis kayu tahan terhadap jamur belum tentu tahan terhadap rayap. Selanjutnya dinyatakan bahwa organisme perusak kayu seperti jamur dan serangga lainya dapat hidup dan berkembang dengan subur di daerah tropis sehingga artinya keawetan kayu menjadi lebih penting untuk daerah tropis. Dinyatakan pula dari 4000 jenis kayu terdapat di Indonesia, hanya lebih kurang 15% termasuk kelas awet tinggi (I dan II) dan sisanya 85% terdiri dari kayu yang kurang atau tidak awet termasuk kelas III-IV dan V (Martawijaya, 1996).

Keawetan kayu diartikan sebagai daya tahan kayu terhadap serangan serangga perusak kayu. Keawetan alami ditentukan oleh zat ekstraktif yang bersifat racun terhadap faktor perusak, sehingga dengan sendirinya keawetan alami ini akan

bervariasi sesuai dengan variasi jumlah serta jenis zat ekstraktifnya (Rachmat, 2007). Kayu gubal memiliki keawetan yang lebih rendah dibandingkan dengan kayu teras, karena kayu gubal tidak mengandung zat ekstraktif yang bersifat pestisida. Oleh karena itu penggolongan keawetan kayu didasarkan pada keawetan kayu terasnya. Tingkat keawetan ini bukan merupakan suatu nilai yang pasti yang berlaku untuk sembarang kayu dari jenis tersebut. Tabel 1 memuat pembagian kelas awet kayu berdasarkan Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia 1961.

(Pangestuti *et al.*, 2016)

Tabel 1. Pembagian Kelas Keawetan Kayu (Pangestuti *et al.*, 2016) diolah

Kelas Awet	Kategori	Kehilangan Berat (%)	Umur Pakai Kayu (Th)	Contoh Jenis Kayu
I	Sangat awet	< 1,0	> 10	Kayu Merbau (<i>Intsia bijuga</i>)
II	Awet	1,0 – 5,0	5 – 10	Kayu Mersawa Tenam (<i>Anisoptera marginata</i>)
III	Kurang awet	5,1 – 10,0	5 – 10	Kayu Meranti (<i>Shorea acuminatissima</i>)
IV	Tidak awet	10,1 – 30,1	2 – 5	Kayu Damar (<i>Agathis dammara</i>)
V	Sangat tidak awet	> 30,0	< 2	Kayu Cempaka Hutan (<i>Elmerrillia ovalis</i>)

Keawetan kayu ditentukan oleh berbagai hal, antara lain tempat dimana kayu tersebut dipasang. Keawetan suatu jenis kayu akan berbeda jika digunakan di bawah atap dan di luar ruangan yang berhubungan dengan tanah lembap, atau jika digunakan di laut. Perbedaan keawetan ini terjadi karena jenis organisme yang menyeranginya berlainan, kayu yang sama dapat awet terhadap rayap belum tentu awet terhadap binatang laut atau jamur pelapuk (Muslich & Rulliaty, 2013).

Selain jenis kayu, usia kayu turut mempengaruhi kualitas dari kayu tersebut.

Sebagai contoh, serangkaian percobaan pada kayu jati untuk menentukan daya

tolak alaminya mereka menguji sampel pohon berusia 8, 30, dan 51 tahun dan menemukan bahwa sampel berusia 30 dan 51 tahun secara alami menolak rayap karena keduanya memiliki persentase kayu teras (*heartwood*) yang jauh lebih tinggi dari pada kayu berusia 8 tahun. (Lukmandaru & Takahashi, 2008)

2.8. Umur Bangunan

Penurunan ketahanan suatu bangunan merupakan hasil proses kemunduran kualitas bangunan (*building deterioration*) akibat bertambahnya umur bangunan serta bekerjanya faktor perusak bangunan. Penurunan ketahanan bangunan dapat terjadi akibat menurunnya kekuatan material yang disebabkan oleh penyusutan, relaksasi, kelelahan, perbedaan panas, serta bahayanya kerusakan akibat rayap dan jamur. Terlebih di daerah tropis seperti Indonesia, penurunan kualitas bahan bangunan didorong oleh kondisi iklim yang lembab, curah hujan dan suhu yang tinggi serta oleh tingginya kelimpahan faktor perusak biologis seperti rayap dan jamur, bahkan di Indonesia diperkirakan kerusakan bangunan sebagian besar diakibatkan faktor perusak bangunan yang kurang begitu diperhatikan, yaitu air dan makhluk hidup seperti: rayap dan jamur (Aini, 2005).

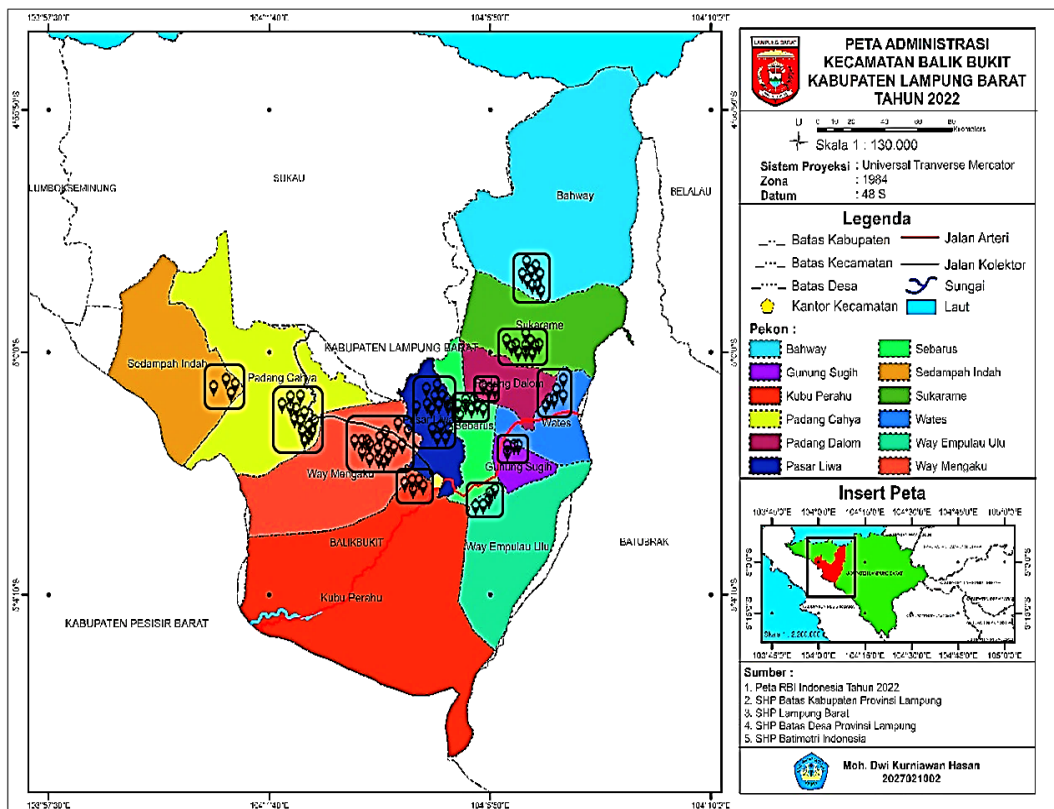
Umur bangunan yang tua cenderung mengalami kerusakan yang lebih banyak. Semakin tua umur bangunan maka keawetan konstruksi kayu yang ada di dalamnya cenderung menurun dan potensi serangan rayap akan semakin meningkat (Annisa *et al.*, 2016). Namun, belum tentu bangunan rumah dengan umur yang lebih muda tidak memiliki kerusakan yang juga besar, tergantung pada pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan pada bangunan tersebut. (Hasman *et al.*, 2019)

Rayap tidak hanya menimbulkan masalah pada pemukiman penduduk akan tetapi juga menyerang tanaman di hutan serta produk kehutanan baik yang berupa log maupun yang sudah berupa produk seperti bahan bangunan dan mebel juga mengalami serangan rayap. Umumnya serangan pada hasil hutan dilakukan oleh kelompok rayap tanah (*subterranean termites*) dan rayap kayu kering (*drywood termites*). Secara nasional nilai kerugian akibat serangan rayap di Indonesia mencapai 2,8 triliun rupiah setiap tahunnya. Dua kelompok genera rayap yang paling merusak hasil hutan adalah *Coptotermes sp.* dan *Cryptotermes sp.* (Alvinda *et al.*, 2017).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei – Juli 2022 di wilayah Kecamatan Balik Bukit, Kabupaten Lampung Barat – Lampung lokasi penelitian tersaji pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat tulis, kuesioner, botol sampel, spatula, aspirator, kamera, GPS, alkohol 70%, dan buku kunci identifikasi rayap oleh Tho (1992) dan Ahmad (1958).

3.3 Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian analisis deskriptif menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan desain penelitian *Cross Sectional*. Menurut Notoatmodjo (2002) *cross sectional* adalah suatu penelitian untuk mempelajari suatu dinamika korelasi antara faktor-faktor resiko dengan efek, dan dengan suatu pendekatan, observasi ataupun dengan pengumpulan data pada suatu saat tertentu (*point time approach*). Pendapat lain mengatakan bahwa *cross sectional* adalah pendekatan yang sifatnya sesaat atau pada suatu waktu saja dan tidak diikuti dalam kurun waktu tertentu (Hajar, 1996).

Penelitian mengenai analisis serangan rayap pada bangunan dan faktor yang mempengaruhi, serta rekomendasi rencana pengendalian ini dilakukan untuk mengetahui gambaran hubungan serangan rayap dengan variabel pengamatan yaitu jenis kayu, tipe bangunan, kondisi bangunan, status bangunan, jenis bangunan, penggunaan bahan pelapis kayu, usia bangunan, jumlah lantai, dan kondisi perabotan rumah seperti tersaji pada Tabel 2.

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

Pada penelitian ini, populasi adalah bangunan hunian masyarakat yang terdapat di Kecamatan Balik Bukit. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Lampung Barat, di Kecamatan Balik Bukit data pengguna listrik dan yang tidak menggunakan listrik keseluruhan berjumlah 9970 bangunan yang terdaftar. (Kabupaten Lampung Barat, 2020)

Penentuan jumlah sampel dilakukan dengan cara perhitungan statistik yaitu dengan menggunakan Rumus Slovin. Rumus tersebut digunakan untuk

menentukan ukuran sampel dari populasi yang telah diketahui jumlahnya yaitu 9970 sampel bangunan. Menurut Sugiyono (2017) untuk tingkat presisi yang ditetapkan dalam penentuan sampel adalah batas kesalahan 10% dengan tingkat akurasi 90%. Sehingga sampel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 99 sampel bangunan di Kecamatan Balik Bukit. Rumus Slovin sebagai berikut:

$$n = N / (1+(N \times e^2))$$

Dimana:

n = ukuran sampel

N = ukuran populasi

e = Kelonggaran ketidak telitian karena kesalahan pengambilan sampel yang dapat ditolerir, kemudian dikuadratkan. (Utama, 2016)

Perhitungan sampel sebagai berikut:

$$\begin{aligned} n &= \frac{9970}{(1 + (9970 \times 0,1^2))} \\ &= \frac{9970}{(1 + (9970 \times 0,01))} \\ &= \frac{9970}{(1 + 99,7)} \\ &= \frac{9970}{100,7} \end{aligned}$$

n = 99 sampel bangunan (dibulatkan menjadi 100 sampel bangunan)

3.5 Metode Pengambilan Data

A. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengumpulan data bangunan menggunakan teknik *accidental sampling* dengan menyebarkan kuesioner kepada setiap rumah atau bangunan yang telah dipilih oleh peneliti untuk dijadikan sampel. Menurut

Sugiyono (2016) *accidental sampling* adalah bagian dari teknik non-probability sampling, yaitu sebuah metode pengambilan sampel dengan peluang objek dan subjek yang terintegrasi. Dalam teknik ini pengambilan sampel tidak ditetapkan lebih dahulu, peneliti langsung mengumpulkan data dari sampel rumah yang ditemui di wilayah penelitian.

B. Teknik Pengumpulan Spesimen di Lapangan

Metode pengumpulan spesimen menggunakan metode pengumpulan aktif dimana kolektor terlibat secara langsung pada proses pengumpulan serangga. Penangkapan langsung dengan tangan (*hand collecting*) merupakan teknik yang paling mudah dilakukan untuk mengumpulkan serangga (Oktarima, 2015).

Rayap dikumpulkan langsung menggunakan tangan, spatula, atau kuas kemudian dimasukkan kedalam wadah, kemudian untuk memisahkan sampel rayap dengan serasah yang terkumpul menggunakan alat aspirator, kemudian sampel rayap yang telah terpisah dari serasah kemudian dilakukan identifikasi jenis rayap dan pencatatan data yang dibutuhkan.

C. Teknik Identifikasi Spesimen

Teknik identifikasi rayap dilakukan dengan menggunakan kunci identifikasi rayap berdasarkan Tho (1992) dan Ahmad (1958) dengan mengamati morfologi rayap kasta prajurit antara lain adalah kepala, mandibula, pronotum, ruas antena, dan sersi. Setelah diketahui jenis rayap, kemudian dilakukan preservasi dengan memasukkan sampel rayap ke dalam botol sampel yang telah diberikan cairan pengawet *ethyl alcohol* 70-75%.

3.6 Teknik Analisis Data

A. Teknik Analisis Hubungan Antara Variabel Dependen Dengan Variabel Independen.

Variabel dependen adalah serangan rayap pada bangunan yang bernilai 1= jika terdapat serangan rayap dan bernilai 0= jika tidak terdapat serangan rayap pada bangunan. Variabel Independen yang digunakan yaitu jenis kayu, tipe bangunan, kondisi bangunan, status bangunan, jenis bangunan, penggunaan bahan pelapis kayu, usia bangunan, jumlah lantai, dan kondisi perabotan rumah yang menjadi sampel pengamatan.

Analisis data yang digunakan adalah regresi logistik biner (*binary logistic regression*) kemudian diolah menggunakan sistem komputerisasi dengan program IBM SPSS *Statistics version 25*, yang bertujuan untuk menguji hipotesis dengan bentuk *model logit* yang akan digunakan adalah:

$$P_i = F(Y_i) = F(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_{pi})$$

Sehingga dapat diperoleh $Y_i = F^{-1}(P_i)$ dengan rumus:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 JK_i + \beta_2 TB_i + \beta_3 KB_i + \beta_4 SB_i + \beta_5 JB_i + \beta_6 PPK_i + \beta_7 UB_i + \beta_8 JL_i + \beta_9 KPR_i + e$$

Keterangan;

Y_i	= Variabel Dependen (Serangan Rayap Pada Bangunan)
β_0	= Kostanta
$\beta_1, \beta_2, \beta_3 \dots \beta_9$	= Koefisien regresi
JK	= Jenis kayu
TB	= Tipe bangunan
KB	= Kondisi bangunan
SB	= Status bangunan
JB	= Jenis bangunan
PPK	= Penggunaan pelapis kayu
UB	= Usia bangunan
JL	= Jumlah lantai
KPR	= Kondisi perabotan rumah
i	= Responden ke- i ($i = 1, 2, 3, 4, \dots, 100$)
e	= Galat

Variabel Independen

B. Analisis Data Untuk Mengetahui Nilai Keanekaragaman Rayap

Analisis dengan menggunakan *indeks Shannon-Wiener* (Odum, 1971).

Rumus yang digunakan untuk *indeks Shannon-Wiener* adalah:

$$H' = -\sum P_i \ln (P_i)$$

Keterangan:

H' : *Indeks Shannon-Wiener*

P_i : n_i/N

n_i : Jumlah individu spesies ke- i

N : Jumlah total individu

Kriteria nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H')

$H' \leq 1$: Keanekaragaman rendah

$1 < H' < 3$: Keanekaragaman sedang

$H' \geq 3$: Keanekaragaman tinggi

Adapun variabel predictor, symbol, satuan, dan cara pemberian skor

kedalam model yang tersaji pada Tabel 2 dipergunakan untuk

menganalisis data yang akan dimasukan kedalam model lalu diolah

melalui analisis regresi logistik biner (*binary logistic regression*) untuk

melihat hubungan antara variabel dependen dan variabel independent.

Tabel 2. Variabel Predictor, Symbol, Satuan, dan Cara Pemberian Skor Kedalam Model

No	Variabel Prediktor	Simbol Dalam Model	Satuan	Skala Data	Cara Pemberian Skor Ke Dalam Model
1	Jenis kayu	JK	-	kategori	=Nilai data asli
2	Tipe bangunan	TB	-	Biner	=1 jika rumah panggung =0 jika rumah permanen
3	Kondisi bangunan	KB	-	Biner	=1 jika bangunan tidak terawat =0 jika bangunan terawat
4	Status bangunan	SB	-	Biner	=1 jika bangunan tidak ditempati =0 jika bangunan ditempati
5	Jenis bangunan	JB	-	Biner	=1 jika bangunan >50% kayu =0 jika bangunan <50% kayu
6	Penggunaan bahan pelapis kayu	PTRB	-	Biner	=1 jika menggunakan bahan pelapis kayu =0 jika tidak menggunakan bahan pelapis kayu
7	Usia bangunan	UB	Tahun	Rasio	=Nilai data asli
8	Jumlah lantai	JL	-	Kategori	=1 jika bangunan satu lantai =0 jika bangunan dua lantai
9	Kondisi perabotan rumah	KPR	-	Biner	=1 jika perabotan >50% terawat =0 jika perabotan <50% terawat

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan antara serangan rayap pada bangunan dengan jenis kayu ($P\text{-value} = 0.000$) dan umur bangunan ($P\text{-value} = 0.81$). Jenis rayap yang ditemukan yaitu rayap *Macrotermes gilvus* (Hagen), *Schedorhinortermes mediobcorus* (Holmgren), *Coptotermes gestroi* (Wasmann), dan *Bulbitermes constrictiformis* (Holmgren).
2. Rekomendasi terkait pengendalian serangan rayap yaitu: 1) Pemilihan jenis kayu perlu diperhatikan, ada beberapa jenis kayu yang direkomendasikan antara lain: kayu merbau (*Intsia bijuga*), kayu jati (*Tectona grandis* Linn. f), dan kayu Sonokeling (*Dalbergia latifolia*), serta kayu lainnya yang berada dalam tingkat keawetan I – II berdasarkan Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia. 2) Umur bangunan >17 tahun perlu dilakukan perawatan secara berkala dengan cara mengganti bagian yang sudah terserang rayap agar tidak berdampak kebagian yang lain.

5.2 Saran

Bahwa dalam membuat bangunan perlu diperhatikan faktor – faktor yang dapat mengakibatkan serangan rayap seperti jenis kayu dan umur bangunan. Serta perlu dilakukan penelitian lanjutan guna mengetahui faktor lain yang lebih beragam dengan wilayah pengamatan yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad M. 1958. *Key to the Indomalayan Termites Biologi Volume 4*. Departement of Zoology University of the Punjab Lahore.
- Aini FK., Susilo F.X., Yanuwadi B., Hairiah K. 2006. Meningkatnya Sebaran Hama Rayap *Odontotermes* spp. Setelah Alih Guna Hutan menjadi Agroforestri Berbasis Kopi: Efek Iklim Mikro dan Ketersediaan Makanan Terhadap kerapatan Populasi. *Agrivita* Vol 28 No 3: 221 – 237.
- Alvinda, C. N., Subchan, W., & Prihatin, J. (2017). Identifikasi Spesies Rayap pada Zona Referensi dan Zona Rehabilitasi Taman Nasional Meru Betiri. *Saintifika*, 19(1), 1–8.
- Andrade, C. (2015). Understanding relative risk, odds ratio, and related terms: As simple as it can get. *Journal of Clinical Psychiatry*, 76(7), e857–e861. <https://doi.org/10.4088/JCP.15f10150>
- Andrian Fernandes, N. (2015). Patterns of *Coptotermes* sp. Termite attack on *Shorea leprosula* miq in khdtk sebulu, East Kalimantan. *KnE Life Sciences*, 2(1), 544. <https://doi.org/10.18502/cls.v2i1.213>
- Annisa, S., Martini, & Sri, Y. (2016). Keanekaragaman Jenis Rayap Tanah dan Dampak Serangan Pada Bangunan Rumah di Perumahan Kawasan Mijen Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4.
- Arinana, Rifat, A., Nandika, D., Aunu, R., Harahap, I. S., I Made, S., & Effendi, T. B. (2016). Termite Diversity in Urban Landscape, South Jakarta, Indonesia. *Insects*, 2016, 7, 1–18. <https://doi.org/10.3390/insects7020020>
- Bignell, David E. (2019). Termite ecology in the first two decades of the 21st century: A review of reviews. *Insects*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/insects10030060>
- Bignell, David Edward, Roisin, Y., & Lo, N. (2011). Biology Of Termites: A Modern Synthesis. *Biology of Termites: A Modern Synthesis*, 1–576. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3977-4>
- Bond, W. J. (1989). The Tortoise And The Hare: Ecology Of Angiosperm Dominance and Gymnosperm Persistence. *Biological Journal of the Linnean Society*, 36(3), 227–249. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1989.tb00492.x>
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn, and N.F. Johnson. 2005. *Study of insects*. 7th Edition. Thomson Brooks/Cole. United Stated.

- Brauman, K. A. (2015). Hydrologic ecosystem services: linking ecohydrologic processes to human well-being in water research and watershed management. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 2(4), 345–358. <https://doi.org/10.1002/WAT2.1081>
- Blumenfeld, A. J., & Vargo, E. L. (2020). Geography, opportunity and bridgeheads facilitate termite invasions to the United States. *Biological Invasions*, 22(11), 3269–3282. <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02322-5>
- Blumenfeld, A. J., Eyer, P. A., Husseneder, C., Mo, J., Johnson, L. N. L., Wang, C., Kenneth Grace, J., Chouvinc, T., Wang, S., & Vargo, E. L. (2021). Bridgehead effect and multiple introductions shape the global invasion history of a termite. *Communications Biology*, 4(1). <https://doi.org/10.1038/s42003-021-01725-x>
- Bulmer, M. S., & Traniello, J. F. A. (2002). Foraging range expansion and colony genetic organization in the subterranean termite *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae). *Environmental Entomology*, 31(2), 293–298. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-31.2.293>
- Cao, R., & Su, N. Y. (2016). Temperature Preferences of Four Subterranean Termite Species (Isoptera: Rhinotermitidae) and Temperature-Dependent Survivorship and Wood-Consumption Rate. *Annals of the Entomological Society of America*, 109(1), 64–71. <https://doi.org/10.1093/aesa/sav095>
- Cerezer, F. O., de Azevedo, R. A., Nascimento, M. A. S., Franklin, E., de Moraes, J. W., & de Sales Dambros, C. (2020). Latitudinal gradient of termite diversity indicates higher diversification and narrower thermal niches in the tropics. *Global Ecology and Biogeography*, 29(11), 1967–1977. <https://doi.org/10.1111/geb.13167>
- Damanik, H., Sinaga, S., & Buulolo, R. (2021). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Audit Delay Pelaporan Keuangan Pada Perusahaan Manufaktur Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Darma Agung*, 29(2), 223. <https://doi.org/10.46930/ojsuda.v29i2.1063>
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (1961). *Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia*. Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Ciptakarya, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung. 1-62
- Deheer, C. J., & Vargo, E. L. (2004). Colony genetic organization and colony fusion in the termite *Reticulitermes flavipes* as revealed by foraging patterns over time and space. *Molecular Ecology*, 13(2), 431–441. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2003.2065.x>
- Donovan, S. E., Eggleton, P., & Bignell, D. E. (2001). Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. *Ecological Entomology*, 26(4), 356–366. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2001.00342.x>
- Eger, J. E., Lees, M. D., Neese, P. A., Atkinson, T. H., Thoms, E. M., Messenger, M. T., Demark, J. J., Lee, L. C., Vargo, E. L., & Tolley, M. P. (2012).

Elimination of subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) colonies using a refined cellulose bait matrix containing noviflumuron when monitored and replenished quarterly. *Journal of Economic Entomology*, 105(2), 533–539. <https://doi.org/10.1603/EC11027>

Eggleton, P., Museum, N. H., Davies, R. G., Bignell, D., & Mary, Q. (1998). Body Size and Energy Use in Termites (Isoptera): The Responses of Soil Feeders and Wood Feeders Differ in a Tropical Forest Assemblage. April. <https://doi.org/10.2307/3546772>

Elfie Perdereau., Bagnères, A. G., Vargo, E. L., Baudouin, G., Xu, Y., Labadie, P., Dupont, S., & Dedeine, F. (2015). Relationship between invasion success and colony breeding structure in a subterranean termite. *Molecular Ecology*, 24(9), 2125–2142. <https://doi.org/10.1111/mec.13094>

Evans, T. A., & Iqbal, N. (2015). Termite (order Blattodea, infraorder Isoptera) baiting 20 years after commercial release. *Pest Management Science*, 71(7), 897–906. <https://doi.org/10.1002/ps.3913>

Evans, T. A., Forschler, B. T., & Kenneth Grace, J. (2013). Biology of invasive termites: A worldwide review. *Annual Review of Entomology*, 58(September), 455–474. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153554>

Forestry Image. 2013. Kasta pekerja *Coptotermes gestroi*. Center for Invasive Species and Ecosystem Health, USDA Forest Service and International Society of Arboriculture. *The University of Georgia - Warnell School of Forestry and Natural Resources and College of Agricultural and Environmental Sciences*. [Http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=0014113](http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=0014113). Diakses pada 11 April 2022.

Forestry Image. 2013. Prajurit *Coptotermes gestroi*. Center for Invasive Species and Ecosystem Health, USDA Forest Service and International Society of Arboriculture. *The University of Georgia - Warnell School of Forestry and Natural Resources and College of Agricultural and Environmental Sciences*. [Http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=0014113](http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=0014113). Diakses pada 11 April 2022.

Fumapest. 2013. Koloni dan Kasta Reproduksi Rayap. *Fumapest Termite & Pest Control Shoalhaven 1300 241 500*. [Http://www.fumapest.com.au/termites-white-ants-nowrashoalhaven.html](http://www.fumapest.com.au/termites-white-ants-nowrashoalhaven.html). Diakses pada 11 April 2022

Gathorne-Hardy, F. J., Syaukani, & Inward, D. J. G. (2006). Recovery of termite (Isoptera) assemblage structure from shifting cultivation in Barito Ulu, Kalimantan, Indonesia. *Journal of Tropical Ecology*, 22(5), 605–608. <https://doi.org/10.1017/S0266467406003373>

Grieco, M. A. B., Cavalcante, J. J. V., Cardoso, A. M., Vieira, R. P., Machado, E. A., Clementino, M. M., Medeiros, M. N., Albano, R. M., Garcia, E. S., de Souza, W., Constantino, R., & Martins, O. B. (2013). Microbial Community

Diversity in the Gut of the South American Termite *Cornitermes cumulans* (Isoptera: Termitidae). *Microbial Ecology*, 65(1), 197–204.
<https://doi.org/10.1007/s00248-012-0119-6>

Gullan., P. J., & Cranston, P. S. (2014). The Importance, Diversity and Conservation Of Insects. In *The Insects: An Outline of Entomology, Fifth Edition* (Vols. V2-05). Published 2014 by John Wiley & Sons, Ltd.
www.wiley.com/go/gullan/insects

Hafiz, A., Majid, A. B., Shen, E. N. G. Y. I., Heng, C. Y., & Foong, L. C. (2018). Genetic Variation, Diversity and Molecular Phylogenetic Of Higher Group Termite *Macrotermes carbonarius* Hagen (Blattodea : Termitidae). *Malays. Appl. Biol.*, 47 (6) (December 2018), 97–104.

Hasman, A. E., Muin, M., & Taskirawati, I. (2019). Keragaman Jenis Rayap Pada Lahan Pemukiman Dengan Berbagai Kelas Umur Bangunan. *Perennial*, 15(2), 74. <https://doi.org/10.24259/perennial.v15i2.7637>

Hernández-Teixidor, D., Suárez, D., García, J., & Mora, D. (2019). First report of the invasive *Reticulitermes flavipes* (Kollar, 1837) (Blattodea, Rhinotermitidae) in the Canary Islands. *Journal of Applied Entomology*, 143(4), 478–482.
<https://doi.org/10.1111/jen.12592>

Honigberg, B. 1970. Protozoa associated with termites and their role in digestion. In *Biology of Termites*, vol.2 K.M. Krishna and F.M. Weesner, eds., pp.1-36. New York: Academic Press. Howrd, R.W. and M. I. Haverty.

Hosmer, D.W. dan Lemeshow, S. (1989), *Applied Logistic Regression*, John Wiley & Sons, Inc., New York

Hajar, Ibnu, 1996. *Dasar-dasar Metodologi Penelitian Kuantitatif Dalam Pendidikan*. Jakarta. PT. Raja Grafindo Persada

Kabupaten Lampung Barat, B. (2020). *Kecamatan Balik Bukit Dalam Angka*. KSK BPS Kabupaten Lampung Barat.

Kakkar, N., S.K. Gupta, dan B.S. Saharan. 2015. Studies on cellulolytic activity and structure of symbiotic bacterial community in *Odontotermes parvidens* guts. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4 (10), 310-315.

Kakkar, G., Osbrink, W., & Su, N. Y. (2018). Molting site fidelity accounts for colony elimination of the Formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) by chitin synthesis inhibitor baits. *Scientific Reports*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19603-8>

Keefer, T. C., Puckett, R. T., Brown, K. S., & Gold, R. E. (2015). Field trials with 0.5% novaluron insecticide applied as a bait to control subterranean termites (*reticulitermes* sp. and *Coptotermes formosanus* [Isoptera: Rhinotermitidae])

- on structures. *Journal of Economic Entomology*, 108(5), 2407–2413.
<https://doi.org/10.1093/jee/tov200>
- Korb, J., & Hartfelder, K. (2008). Life history and development - A framework for understanding developmental plasticity in lower termites. *Biological Reviews*, 83(3), 295–313. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2008.00044.x>
- Krishna, K., Grimaldi, D., Krishna, V., & Engel, M. (2013). Treatise on the Isoptera of the World: Volume 1 Introduction. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 377(7), 1989–2433. <https://doi.org/10.1206/377.1>
- Kusuma, Y. (2022). Local wisdom as a sustainable building solution: Bamboo incremental house design concept. *Journal of Applied Science and Engineering (Taiwan)*, 25(1), 119–127.
[https://doi.org/10.6180/jase.202202_25\(1\).0012](https://doi.org/10.6180/jase.202202_25(1).0012)
- Lind, B. M., & Davies, A. B. (2019). A Checklist Of The Termites Of Kruger National Park, South Africa. *Koedoe*, 61(1), 1–5.
<https://doi.org/10.4102/koedoe.v61i1.1531>
- Lukmandaru, G., & Takahashi, K. (2008). Variation in the natural termite resistance of teak (*Tectona grandis* Linn. fil.) wood as a function of tree age. *Annals of Forest Science*, 65(7). <https://doi.org/10.1051/forest:2008047>
- Martawijaya, A. (1996). *Keawetan kayu dan faktor yang mempengaruhinya*. Petunjuk Teknis (47 pp.). Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor.
- Matsui, T., Tokuda, G., & Shinzato, N. (2009). Termites as Functional Gene Resources. *Recent Patents on Biotechnology*, 3(1), 10–18.
<https://doi.org/10.2174/187220809787172687>
- Matthew, Su, N. Y., Husseneder, C., & Grace, J. K. (2005). Elimination and reinvasion studies with *Coptotermes formosanus* (Isoptera: Rhinotermitidae) in Louisiana. *Journal of Economic Entomology*, 98(3), 916–929.
<https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.3.916>
- Muslich, M., & Rulliaty, S. (2013). Keawetan Lima Puluh Jenis Kayu Terhadap Uji Kuburan Dan Uji Di Laut. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(4), 250–257.
<https://doi.org/10.20886/jphh.2013.31.4.250-257>
- Nandika D. Rismayadi Y dan Diba F. 2003. *Rayap Biologi dan Pengendaliannya*. Muhammadiyah University Press. Surakarta.
- Nasrullah, Rahim, R., Baharuddin, Mulyadi, R., Jamala, N., & Kusno, A. (2015). Temperatur dan Kelembaban Relatif Udara Outdoor. *Temu Ilmiah IPBLI*, 1, 45–50.
- Notoatmodjo, S., 2002, *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Rineka Cipta. Jakarta.

- Nuswantoro, W., & Raya, U. P. (2018). Artikel Jurnal Analisis Jenis Kerusakan Pada Bangunan Perumahan. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 1(2), 58–68.
- Odum, Eugene P. (1971). *Fundamental Of Ecology*. Georgia: University Of Georgia.
- Oktarima, D. W. (2015). *Pedoman Mengoleksi, Preservasi Serta Kurasi Serangga dan Arthropoda Lain*. Pusat Karantina Tumbuhan Dan Keamanan Hayati Nabati Badan Karantina Pertanian Kementerian Pertanian, 1–93.
- Pamungkas, E. T. (2017). Metode regresi logistik biner pada faktor yang mempengaruhi kesembuhan pasien penderita demam berdarah dengue di RSUD Dr. Iskak Kabupaten Tulungagung. Institusi Teknologi Sepuluh Nopember. http://repository.its.ac.id/42259/1/1314030088-Non_Degree.pdf
- Pangestuti, E. K., Lashari, L., & Hardomo, A. (2016). Pengawetan Kayu Sengon Melalui Rendaman Dingin Menggunakan Bahan Pengawet Enbor Sp Ditinjau Terhadap Sifat Mekanik. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 18(1), 55–64. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v18i1.6695>
- Pemerintah Kabupaten Lampung Barat. (2018). Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kabupaten Lampung Barat 2017-2022.
- Perdereau, E., Dedeine, F., Christidès, J. P., & Bagnères, A. G. (2010). Variations in Worker Cuticular Hydrocarbons and Soldier Isoprenoid Defensive Secretions Within and Among Introduced and Native Populations of the Subterranean Termite, *Reticulitermes flavipes*. *Journal of Chemical Ecology*, 36(11), 1189–1198. <https://doi.org/10.1007/s10886-010-9860-9>
- Perdereau, E., Bagnères, A. G., Vargo, E. L., Baudouin, G., Xu, Y., Labadie, P., Dupont, S., & Dedeine, F. (2015). Relationship between invasion success and colony breeding structure in a subterranean termite. *Molecular Ecology*, 24(9), 2125–2142. <https://doi.org/10.1111/mec.13094>
- Pratiknyo, H., Haryanto, T., & Apriyanto, D. N. (2020). Diversity, density and distribution of termites in housing complexes in Purwokerto, Central Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(12), 5729–5735. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211233>
- Rachmat, R. K. (2007). *Pengaruh pengawetan terhadap sifat mekanis tiga jenis kayu*. 1–36. Dvd
- Rachmawati D. 1996. *Prakiraan Kerugian Ekonomi akibat Serangan Rayap pada Bangunan Perumahan di Dua Wilayah DKI Jakarta*. Fakultas Kehutanan (Thesis). Institut Pertanian Bogor, Bogor. Indonesian.
- Rai Utama, I. G. B. R. (2016). *Teknik Sampling dan Penentuan Jumlah sampel*. Universitas Dhyana Pura, Bali, 2021(January), 23. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5187.0808>

- Raina, A., Osbrink, W., & Park, Y. I. (2004). Nymphs of the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae): Aspects of formation and transformation. *Annals of the Entomological Society of America*, 97(4), 757–764. [https://doi.org/10.1603/0013-8746\(2004\)097\[0757:NOTFST\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0013-8746(2004)097[0757:NOTFST]2.0.CO;2)
- Richard Pallardy. 2022. Siklus Hidup Rayap. *Encyclopdia Britannica, Inc.* Skotlandia, Britania. <https://www.britannica.com/animal/termite> Diakses pada 10 April 2022.
- Richard Pallardy. 2022. Sistem Kasta Dalam Kehidupan Rayap. *Encyclopdia Britannica, Inc.* Skotlandia, Britania. <https://www.britannica.com/animal/termite> Diakses pada 10 April 2022.
- Rust, M. K., & Su, N. Y. (2012). Managing social insects of urban importance. *Annual Review of Entomology*, 57(June), 355–375. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120710-100634>
- Savitri, A., Martini, & Yuliawati, S. (2016). Keanekaragaman Jenis Rayap Tanah dan Dampak Serangan Pada Bangunan Rumah di Perumahan Kawasan Mijen Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(1), 100–105.
- Setiawati, E., & Murwadi, H. (2019). Studi Komparatif Ornamen Rumah Adat Lampung Studi Kasus: Rumah Adat Lampung Saibatin Lampung Barat. *Jurnal Arsitektur*, 9(1), 33. <https://doi.org/10.36448/ja.v9i1.1531>
- Sigit SH, Koesharto FX, Hadi UK, Gunandini DJ, Soviana S, Wirawan IA, Chalidaputra M, Rivai M, Priyambodo, Yusuf S dan Utomo S. 2006. *Hama Pemukiman Indonesia. Pengenalan, Biologi, dan Pengendalian*. Bogor. Penerbit Unit Kajian Pengendalian Hama Pemukiman. Fakultas Kedokteran Hewan IPB.
- Smith, J., N.-Y. Su, and R. N. Escobar. 2006. An areawide population management project for the invasive eastern subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in a lowincome community in Santiago, Chile. *Am. Entomol.* 52: 253–260
- Su, N. Y. (2002). Novel technologies for subterranean termite control. *Sociobiology*, 40(1), 95–101.
- Su, N. Y. (2019). Development of baits for population management of subterranean termites. *Annual Review of Entomology*, 64(September 2018), 115–130. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011118-112429>
- Su, N. Y., Ban, P. M., & Scheffrahn, R. H. (1993). Foraging populations and territories of the eastern subterranean termite (Isoptera, Rhinotermitidae) in southeastern Florida. *Environmental Entomology*, 22(5), 1113–1117. <https://doi.org/10.1093/ee/22.5.1113>

- Su, N. Y., Ban, P. M., & Scheffrahn, R. H. (2000). Control of *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae) with hexaflumuron baits and a sensor incorporated into a monitoring and baiting program. *Journal of Economic Entomology*, 93(2), 415–421. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-93.2.415>
- Su, N. Y., Ban, P., & Scheffrahn, R. H. (2004). Use of a bait impact index to assess effects of bait application against populations of formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) in a large area. *Journal of Economic Entomology*, 97(6), 2029–2034. <https://doi.org/10.1093/jee/97.6.2029>
- Subekti, N., Duryadi, D., Nandika, D., Surjokusumo, S., & Anwar, S. (2008). Sebaran Dan Karakter Morfologi Rayap Tanah *Macrotermes gilvus* Hagen Di Habitat Hutan Alam (Distribution and Morphology Characteristic of *Macrotermes gilvus* Hagen in The Natural Habitat). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Hutan*, 1(1), 27–33.
- Tarumingkeng, R. C., 2001. *Serangga dan Lingkungan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Tarumingkeng, R. C., 2005. *Biologi dan Prilaku Rayap*. PSIH Institut Pertanian Bogor, Bogor. Indonesian.
https://www.rudycet.com/biologi_dan_perilaku_rayap.htm Diunduh pada 05 April 2022.
- Tho, Y.P. (1992). *Termite of Peninsular Malaysia*. Kuala Lumpur:Malaya Forest Records.
- Vargo, E. L., & Husseneder, C. (2009). Biology of subterranean termites: Insights from molecular studies of *reticulitermes* and *coptotermes*. *Annual Review of Entomology*, 54(October), 379–403.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090443>
- Wahyuni N. 2000. Tingkat serangan rayap tanah pada bangunan rumah penduduk pedesaan kabupaten banyumas. Fakultas Biologi (*Thesis*) Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Banyumas.
- Wang, M., Buček, A., Šobotník, J., Sillam-Dussès, D., Evans, T. A., Roisin, Y., Lo, N., & Bourguignon, T. (2019). Historical biogeography of the termite clade Rhinotermitinae (Blattodea: Isoptera). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 132, 100–104. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.11.005>