

PEMODELAN PENGARUH TINGKAT EVAPORASI FEROMON PADA DINAMIKA POPULASI RAYAP BERDASARKAN PENDEKATAN MODEL BERBASIS AGEN

PRISTY TASYA NABILA



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI USULAN PENELITIAN DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**PEMODELAN PENGARUH TINGKAT EVAPORASI FEROMON PADA DINAMIKA POPULASI RAYAP BERDASARKAN PENDEKATAN MODEL BERBASIS AGEN**” adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

PRISTY TASYA NABILA. Pemodelan Pengaruh Tingkat Evaporasi Feromon pada Dinamika Populasi Rayap berdasarkan Pendekatan Model Berbasis Agen. Dibimbing oleh HUSIN ALATAS dan HENDRADI HARDHIENATA.

Evaporasi feromon merupakan faktor penting dalam proses komunikasi koloni rayap, khususnya dalam fenomena *trail-following pheromone* (TFP) yang berperan dalam pencarian makanan. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan pengaruh suhu terhadap tingkat evaporasi feromon serta dampaknya terhadap dinamika populasi rayap, dengan menggunakan pendekatan *Agent-Based Model* (ABM). Simulasi dilakukan pada perangkat lunak NetLogo dengan skenario variasi suhu dan distribusi makanan. Tingkat evaporasi feromon dihitung menggunakan modifikasi persamaan Clausius-Clapeyron dan dimasukkan dalam simulasi. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan populasi rayap selalu didahului oleh peningkatan konsentrasi feromon. Selain itu, suhu 31 °C – 32 °C terbukti sebagai kondisi optimal yang memungkinkan koloni rayap mempertahankan stabilitas populasi. Penggunaan feromon secara signifikan meningkatkan efisiensi perjalanan rayap dalam mencari dan kembali dari sumber makanan, sebagaimana tercermin pada rasio langkah dan *mean free path*. Dengan demikian, pendekatan ABM terbukti efektif untuk menjelaskan interaksi antara parameter lingkungan dan perilaku kolektif dalam sistem koloni rayap.

Kata Kunci: Agen-Based Model, feromon rayap, evaporasi, suhu, dinamika populasi, NetLogo.



ABSTRACT

PRISTY TASYA NABILA. Modeling the Influence of Pheromone Evaporation Rate on Termite Population Dynamics Based on an Agent-Based Modeling Approach. Supervised by HUSIN ALATAS and HENDRADI HARDHIENATA.

Pheromone evaporation is a crucial factor in termite colony communication, particularly in the trail-following pheromone (TFP) phenomenon, which plays a key role in foraging behavior. This study aims to model the influence of temperature on pheromone evaporation and its impact on termite population dynamics using an Agent-Based Modeling (ABM) approach. Simulations were conducted using NetLogo software with varying temperature and food distribution scenarios. The pheromone evaporation rate was calculated based on a modified Clausius-Clapeyron equation and integrated into the simulation. Results show that increases in termite population were consistently preceded by rises in pheromone concentration. Moreover, temperatures around 31 °C – 32 °C were found to be optimal for sustaining termite colony population. The use of pheromones significantly enhanced termite foraging efficiency, as reflected in the travel step ratios and mean free path analysis. Therefore, the ABM approach effectively captures the interaction between environmental parameters and collective behavior in multi-agent termite systems.

Keywords: Agent-Based Model, termite pheromone, evaporation, temperature, population dynamics, NetLogo

@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



- 

PEMODELAN PENGARUH TINGKAT EVAPORASI FEROMON PADA DINAMIKA POPULASI RAYAP BERDASARKAN PENDEKATAN MODEL BERBASIS AGEN

PRISTY TASYA NABILA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada
Program Studi S1 Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada W.P, S.Si., M.Si**
- 2 Dr. Erus Rustami, M.Si.**

Judul Skripsi : Pemodelan Pengaruh Tingkat Evaporasi
Feromon pada Dinamika Populasi Rayap
berdasarkan Pendekatan Model Berbasis
Agen
Nama : Pristy Tasya Nabila
NIM : G7401211048

Disetujui oleh

Pembimbing 1 :
Prof. Dr. Husin Alatas, M.Si.
NIP. 197106041998021001



Pembimbing 2 :
Dr. Hendradi Hardhienata, M.Si.
NIP. 19830114 2008121001



Diketahui oleh

Kepala Departemen Fisika:
Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada W.P, S.Si., M.Si.
NIP. 19720519 199702 1 001



Tanggal ujian : 16 Juli

Tanggal lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **“PEMODELAN PENGARUH TINGKAT EVAPORASI FEROMON PADA DINAMIKA POPULASI RAYAP BERDASARKAN PENDEKATAN MODEL BERBASIS AGEN”**. Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana di Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Selamat pengerjaan penelitian ini, penulis mendapatkan dukungan, bantuan, serta motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga karena berkat do'a, dukungan, dan dorongannya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Prof. Dr. Husin Alatas, S.Si., M.Si sebagai pembimbing I dan Bapak Dr. Hendradi Hardhienata, M.Si., sebagai pembimbing II yang telah membimbing dan banyak memberikan saran dalam pengerjaan penelitian hingga selesai.
3. Bu Yessie, Ica, dan Bayah sebagai mentor dan teman berbagi cerita, hobi, dan penguat dikala jenuh selama penulis menyelesaikan penelitian hingga berhasil menyelesaikannya.
4. Teman-teman Fisika IPB angkatan 58 yang penulis cintai serta seluruh civitas akademika Fisika IPB yang selalu memberikan perhatian, dorongan dan motivasi yang menjadi salah satu sumber semangat bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun. Demikian prakata ini dibuat, semoga penelitian ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan, khususnya bagi penulis sendiri di kemudian hari.

Bogor, Juni 2024

Pristy Tasya Nabila



— Bogor Indonesia —

IPB University

DAFTAR ISI

I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. <i>Trail-Following Pheromone</i>	3
2.2. <i>Agent-Based Modelling</i>	3
2.3. <i>Mean Free Path dan Round Trip Ratio</i>	4
III METODE PENELITIAN	5
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	5
3.2 Alat Penelitian	5
3.3 Prosedur Penelitian	5
3.3.1 Studi Pustaka	5
3.3.2 Pembuatan Aturan Agen pada <i>Agent-Based-Model</i>	5
3.3.3. Penyusunan Algoritma	5
3.3.4 Simulasi dan Analisis	5
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	6
4.1 Pembuatan Aturan dan Algoritma	6
4.2 Simulasi dan Analisis Populasi Rayap	9
4.2.1 Skenario satu: jarak sarang dan sumber makanan tetap	10
4.2.2 Skenario dua: jarak sarang berubah dan sumber makanan tetap	12
4.2.3 Skenario tiga: jarak sarang tetap dan sumber makanan berubah	14
4.3 Analisis Entropi, Round Trip Ratio dan Mean Free Path	15
V SIMPULAN DAN SARAN	21
5.1 Simpulan	21
5.2 Saran	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	24
RIWAYAT HIDUP	41

DAFTAR GAMBAR

1. Proses sekresi feromon pada fenomena TFP	3
2. World dalam simulasi NetLogo	6
3. Kemungkinan Langkah rayap pada world NetLogo	7
4. Pengaruh suhu terhadap faktor evaporasi feromon sebelum dilakukan modifikasi	8
5. Pengaruh suhu terhadap faktor evaporasi setelah dilakukan modifikasi	9
6. Simulasi awal (a), (b), (c) untuk skenario satu dan dua, (d) untuk skenario 3	10
7. Populasi rayap pada setiap variasi suhu untuk skenario satu: jarak sumber makanan tetap	10
8. Grafik populasi rayap dan konsentrasi feromon pada iterasi 0-3000; (a) untuk suhu 20 °C, (b) suhu 29 °C, (c) suhu 30 °C, (d) suhu 31 °C, (e) suhu 32 °C, dan (f) suhu 40 °C	11
9. Populasi rayap pada setiap variasi jarak sarang untuk skenario dua: jarak sarang berubah dan sumber makanan tetap	12
10. Grafik populasi rayap terhadap iterasi pada setiap variasi suhu, (a) 15 patch, (b) 30 patch, (c) 50 patch	13
11. Grafik populasi rayap dan konsentrasi feromon terhadap iterasi pada suhu dengan populasi maksimal untuk setiap variasi jarak, (a) 15 patch, (b) 30 patch, (c) 50 patch	14
12. Grafik populasi rayap dan konsentrasi feromon terhadap iterasi pada suhu 31 °C untuk skenario tiga	15
13. Grafik entropi terhadap iterasi untuk setiap perlakuan suhu pada skenario satu: jarak sarang dan sumber makanan tetap	16
14. Proses pencarian makanan dengan menggunakan feromon pada suhu 31 °C	16
15. Proses pencarian makanan tanpa menggunakan feromon pada suhu 31 °C	17
16. Grafik entropi terhadap iterasi untuk koloni rayap yang menggunakan dan tidak menggunakan feromon dalam pencarian makanan	17
17. Diagram rata-rata langkah pergi dan pulang rayap untuk setiap suhu pada skenario satu	19
18. Diagram rata-rata langkah pergi dan pulang rayap ada dan tanpa feromon pada suhu °C	19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel rencana jadwal kegiatan penelitian	24
Lampiran 2 Diagram alir algoritma simulasi	25
Lampiran 3 Bahasa pemrograman NetLogo	26