

**KOLONISASI SEMUT HITAM ( *Dolichoderus thoracicus* Smith )  
PADA TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) DENGAN  
PEMBERIAN PAKAN ALTERNATIF**

**Skripsi**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan guna  
memperoleh gelar Sarjana Sains



**Oleh:**

Setiawan Yuniar Wijaya

M 0401008

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2007**

PENGESAHAN

SKRIPSI

**KOLONISASI SEMUT HITAM ( *Dolichoderus thoracicus* Smith )**  
**PADA TANAMAN KAKAO ( *Theobroma cacao* L.) DENGAN**  
**PEMBERIAN PAKAN ALTERNATIF**

Oleh :  
Setiawan Yuniar Wijaya  
M 0401008

telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal .....

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Surakarta, April 2007

Penguji III / Pembimbing I

Penguji I

Muhammad Indrawan, M.Si

NIP. 132 259 224

Agung Budiharjo, M. Si

NIP. 132 259 223

Penguji IV / Pembimbing II

Penguji II

Dr. Sugiyarto, M.Si

NIP. 132 007 622

Tetri Widiyani, M. Si

NIP. 132 262 263

Mengesahkan

Dekan F MIPA

Ketua Jurusan Biologi

Drs. Marsusi, M.S.

NIP. 130 906 776

Drs. Wiryanto, M.Si

NIP. 131 124 613

**PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari dapat ditemukan adanya unsur penjiplakan maka gelar kesarjanaan yang telah diperoleh dapat ditinjau dan / atau dicabut.

Surakarta, Maret 2007

Setiawan Yuniar Wijaya

NIM. M 0401008

## ABSTRAK

Setiawan Yuniar Wijaya. 2007. Kolonisasi Semut Hitam (*Dolichoderus thoracicus* Smith) pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Pemberian Pakan Alternatif. Jurusan Biologi. FMIPA. UNS. Surakarta.

Semut hitam *Dolichoderus thoracicus* Smith berpotensi sebagai musuh alami hama penghisap buah *Helopeltis antonii* pada tanaman kakao. Karena manfaat koloni semut hitam di perkebunan kakao, maka perlu usaha perbanyak koloni semut hitam dengan menggunakan *atractan*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui proses kolonisasi semut hitam dan mengetahui jenis pakan yang paling baik untuk perbanyak koloni semut di perkebunan kakao.

Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan kakao PT Perkebunan Nusantara IX Getas Semarang pada bulan Juli sampai September 2006. Pakan alternatif yang diujikan adalah gula kelapa, susu kental manis, dan kepala ikan segar. Penelitian dilakukan selama 5 minggu dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan, dan dengan 5 kali ulangan. Parameter yang dilihat adalah waktu kedatangan dan jumlah semut ratu, semut jantan, dan pekerja pada sarang, jumlah telur, larva, pupa, dan imago semut hitam setiap minggu. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan dengan Uji Kruskal-Wallis yang dilanjutkan dengan uji DFMC pada taraf 5 %..

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe kolonisasi pada semua perlakuan adalah secara migrasi. Kolonisasi pada semua perlakuan sudah mencapai tahap reproduksi. Pakan alternatif yang paling sesuai untuk kolonisasi semut hitam adalah kepala ikan, ditandai dengan terbentuknya koloni sejak minggu pertama dan koloni sudah memasuki tahap reproduksi pada minggu kedua. Kepala ikan segar juga menyebabkan pertumbuhan semut hitam pada semua stadia (telur, larva, pupa, dan imago) lebih cepat daripada pakan yang lain. Hal ini kemungkinan karena kandungan gizi pada ikan, yaitu banyak mengandung protein.

Kata Kunci : *Dolichoderus thoracicus*, tanaman kakao, *atractan*, pakan alternatif, kolonisasi.

## ABSTRACT

Setiawan Yuniar Wijaya. 2007. The Black Ants Colonization (*Dolichoderus thoracicus* Smith) in the Cocoa Cultivation (*Theobroma cacao* L.) with the Giving of Alternative Food. Biology Department. Faculty of Mathematic and Natural Science. Sebelas Maret University. Surakarta.

The black ants (*Dolichoderus thoracicus* Smith) has functioned as the natural enemies of the fruit absorber pest (*Helopeltis antonii*) in the cocoa cultivation. Because of useful the black ant colonies in cocoa cultivation area, it is needed to multiply the colonies using *atractan*. The purposes of this research are to know the black ants colonization and to know the kind of food which suitable for the black ants colonization in the cocoa cultivation.

This research was done in the cocoa cultivation of PT Perkebunan Nusantara IX Getas Semarang from July to September 2006. The alternative foods that were given are coconut sugar, milk, and fresh fish head. This research finished during 5 weeks, used Randomized Complete Block Design (RCBD) with 4 treatments, and with 5 replications of each treatment. The parameter which observed were the coming time and the amount of the queens ant the workers in the nest, the amount of the eggs, larvas, pupas, and imagos of the black ants every week. The data were analyzed descriptively and using Kruskal-Wallis Test continued DFMC test at 5 % level.

The result of this research shows that the type of the colonization in all of treatments is migration. The colonization in all of treatments has been in the reproduction. The alternative feed that is the most suitable for the black ants colonization is the fresh fish head, which the colony has been formed since the first week and has entered the reproductive time in the second week. The fresh fish head also made the development of the black ants in all of stadium (eggs, larvas, pupas, and imagos) faster than any other alternative feed. This is probably caused of protein contain in the fish.

Key words : *Dolichoderus thoracicus*, cocoa cultivation, *atractan*, alternative food, colonization.

## MOTTO

أَمْ حَسِبْتُمْ أَنْ تُدْخِلُوا الْجَنَّةَ وَلَمَّا يَعْلَمِ اللَّهُ الَّذِينَ جَاهَدُوا مِنْكُمْ وَيَعْلَمِ الصَّابِرِينَ

Apakah kamu mengira bahwa kamu akan masuk surga, padahal belum nyata bagi Allah orang-orang yang berjihad di antara kamu, dan belum nyata orang-orang yang sabar (QS. Ali-Imran: 142)

“Manakala nilai hidup ini hanya untuk diri kita,  
maka akan tampak bagi kita bahwa kehidupan kecil dan singkat.  
Yang dimulai sejak kita memahami arti hidup  
dan berakhir hingga batas usia kita.  
Tetapi apabila kita hidup juga untuk orang lain maka jadilah hidup ini  
bermakna panjang dan dalam.  
Bermula dari adanya kemanusiaan itu sendiri  
dan berlanjut sampai kita meninggalkan dunia ini .... ” (Sayyid Quthub)

Aku tahu rizkiku tidak akan mungkin diambil orang lain . . . .  
karenanya hatiku menjadi tenang  
Aku tahu amal-amaku tidak mungkin dikerjakan orang lain . . . .  
karenanya kusibukkan diriku bekerja dan beramal  
Aku tahu Allah selalu melihatku . . . .  
maka aku malu bila Dia mendapatiku berbuat maksiat  
Aku tahu kematian akan datang menjemputku . . . .  
karenanya kupersiapkan bekal untuk berjumpa dengan Rabb-ku  
(Hasan Al-Basri)

## **PERSEMBAHAN**

Aku persembahkan karya kecil ini untuk

### **ALLAH SWT**

Rabb pemilik segala makhluk, termasuk semut yang kecil  
agar menjadi pelajaran bagi manusia

### **ISLAM**

Tiada kemuliaan tanpamu. *Al-Islamu ya'lu wa laa yu'la alaih*

Ayah, Ibu (almh.), dan keluarga tercinta  
atas kasih sayang, pengorbanan, nasihat, dan iringan do'anya

Sahabat-sahabatku  
atas perhatian dan kebersamaannya

Murobbi dan Mutarobbi  
atas bimbingan, kasih sayang, dan nasihatnya

## KATA PENGANTAR

Budidaya tanaman kakao di Indonesia seringkali mengalami kegagalan atau penurunan produksi biji kakao karena mendapatkan serangan hama. Salah satu hama penting yang merusak tanaman kakao adalah hama penghisap buah *Helopeltis antonii*. Berbagai usaha telah dilakukan untuk menanggulangi hama tersebut, salah satunya adalah dengan memanfaatkan musuh alaminya, yaitu semut hitam *Dolichoderus thoracicus* Smith. Pemanfaatan semut hitam memiliki banyak keunggulan jika dibandingkan dengan pemakaian insektisida.

Penelitian tentang semut hitam di Indonesia sampai saat ini masih sangat jarang dilakukan. Oleh karena itu, maka penelitian ini dilakukan dengan mengambil tema tentang semut hitam, dengan judul “Kolonisasi Semut Hitam (*Dolichoderus thoracicus* Smith) pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Pemberian Pakan Alternatif”. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang perilaku kolonisasi semut hitam dan jenis pakan yang sesuai untuk perbanyak koloni semut hitam sehingga dapat menjadi acuan sebelum penerapan di lapangan.

Penulis

Setiawan Yuniar Wijaya

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	6
C. Tujuan Penelitian .....	7
D. Manfaat Penelitian .....	7
BAB II. LANDASAN TEORI .....	8
A. Tinjauan Pustaka .....	8
1. Biologi Semut Hitam ( <i>Dolichoderus thoracicus</i> Smith) .....	8
2. Siklus Hidup Semut Hitam .....	13
3. Pembentukan Koloni .....	16
4. Semut Hitam sebagai Pengendali Hama .....	21
5. Manfaat Pakan bagi Kelangsungan Hidup Semut .....	25
B. Kerangka Pemikiran .....	29
BAB III. METODE PENELITIAN .....	32
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	32
B. Bahan dan Alat .....	32
C. Cara Kerja .....	33

D. Pengambilan Data .....	37
E. Analisis Data .....	38
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	39
A. Kolonisasi Semut Hitam <i>Dolichoderus thoracicus</i> .....	39
1. Tipe Kolonisasi .....	39
2. Tahap Kolonisasi .....	43
B. Pengaruh Pakan pada Koloni Semut Hitam .....	48
1. Telur .....	48
2. Larva .....	50
3. Pupa .....	53
4. Imago .....	55
BAB V. PENUTUP .....	58
A. Kesimpulan .....	58
B. Saran .....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	59
LAMPIRAN .....	63
Halaman Ucapan Terima Kasih .....	97
Daftar Riwayat Hidup Penulis .....	99

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kehadiran ratu, jantan, dan pekerja semut hitam <i>D. thoracicus</i> dengan pakan alternatif pada tiga minggu pertama pengamatan .....	39
Tabel 2. Kehadiran pekerja, ratu, larva, dan pupa semut hitam <i>D. thoracicus</i> selama tiga minggu pertama pengamatan .....	43
Tabel 3. Populasi semut ratu <i>D. thoracicus</i> di dalam sarang dengan penambahan pakan alternatif .....	45
Tabel 4. Rata-rata jumlah imago <i>D. thoracicus</i> dengan penambahan pakan alternatif.....	47
Tabel 5. Rata-rata jumlah telur semut hitam <i>D. thoracicus</i> dengan penambahan pakan alternatif .....	48
Tabel 6. Rata-rata jumlah larva semut hitam <i>D. thoracicus</i> dengan penambahan pakan alternatif .....	51
Tabel 7. Rata-rata jumlah pupa <i>D. thoracicus</i> dengan penambahan pakan alternatif .....	53
Tabel 8. Rata-rata jumlah imago <i>D. thoracicus</i> dengan penambahan pakan alternatif .....	55

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1. Daftar komposisi gizi pakan alternatif yang diujikan .....	63
Lampiran 2. Data pengamatan jumlah ratu dan pejantan semut hitam <i>D. thoracicus</i> Smith .....	64
Lampiran 3. Data hasil pengamatan semut hitam <i>D. thoracicus</i> .....	66
Lampiran 4. Analisis data pengamatan berdasarkan perlakuan .....	69
Lampiran 5. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan perlakuan .....	74
Lampiran 6. Analisis data pengamatan berdasarkan waktu .....	83
Lampiran 7. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan waktu .....	87
Lampiran 8. Gambar hasil pengamatan .....	95

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
Gambar 1. Model aktivitas koloni semut .....	18
Gambar 2. Kerangka pemikiran .....	31
Gambar 3. Pertumbuhan populasi telur semut hitam <i>D. thoracicus</i> .....	49
Gambar 4. Pertumbuhan populasi larva semut hitam <i>D. thoracicus</i> .....	51
Gambar 5. Pertumbuhan populasi pupa semut hitam <i>D. thoracicus</i> .....	54
Gambar 6. Pertumbuhan populasi imago semut hitam <i>D. thoracicus</i> .....	56

**BAB I**  
**PENDAHULUAN**  
**A. Latar Belakang**

Tanaman kakao atau coklat *Theobroma cacao* L. merupakan salah satu komoditi ekspor yang penting bagi Indonesia di pasaran dunia. Akan tetapi meskipun kakao telah lama dibudidayakan secara komersial, produksi biji kakao yang diperoleh masih tetap belum optimal dan bahkan sering mengalami penurunan. Hal ini mengakibatkan tidak seimbanginya produksi biji kakao dengan biaya yang harus dikeluarkan. Ada berbagai faktor yang menjadi penyebab turunnya produksi biji kakao, salah satunya adalah karena serangan hama.

Penurunan produksi biji kakao yang disebabkan hama merupakan masalah yang penting dalam budidaya tanaman kakao. Sebagian besar hama yang menurunkan produksi kakao adalah serangga. Jenis-jenis serangga pada tanaman kakao di Indonesia yang biasanya menjadi hama adalah: penggerek buah kakao *Conopomorpha cramerella* Snellen (Lepidoptera: Gracillariidae), kepik penghisap buah kakao *Helopeltis antonii* (Hemiptera: Miridae), ulat kilan *Hyposidra talaca* Walker (Lepidoptera: Geometridae), penggerek cabang atau batang *Zeuzera* sp. (Lepidoptera: Cossidae), dan ulat api *Darna trima* (Lepidoptera: Cochiidae) (Sulistiyowati, 1988).

Hama penggerek buah *Conopomorpha cramerella* dan hama penghisap buah *Helopeltis antonii* merupakan dua hama utama yang seringkali menurunkan produksi biji kakao, bahkan masing-masing mencapai angka 80% dan 50%. Serangan kedua hama tersebut mengakibatkan biaya produksi kakao terpaksa

harus ditingkatkan sehingga mencapai 40%. Hal ini menyebabkan banyak areal perkebunan kakao terpaksa dimusnahkan atau diganti dengan tanaman produksi yang lain karena tidak mampu memberikan hasil yang sesuai dengan besarnya biaya produksi yang harus dikeluarkan (Sulaiman, 2001).

Petani telah melakukan berbagai upaya untuk mengatasi permasalahan serangan hama tersebut, antara lain yang paling populer ialah penggunaan insektisida (racun serangga). Akan tetapi, penggunaan insektisida berpotensi menimbulkan banyak dampak negatif, antara lain: pencemaran lingkungan, mengganggu kesehatan petani dan konsumen, membunuh flora dan fauna non target, menimbulkan resistensi hama, meningkatkan biaya produksi, dan lain-lain. Oleh karena itu, perlu dicari cara yang lain untuk menanggulangi hama penghisap buah *Helopeltis antonii* tanpa menimbulkan atau menekan seminimal mungkin dampak negatifnya. Salah satu cara yang dianggap efektif ialah pengendalian hama secara biologis, yaitu dengan memanfaatkan atau memanipulasi musuh alami hama, baik yang berupa patogen, predator maupun parasitoid yang mampu membunuh atau menekan populasi hama secara alami. Salah satu musuh alami yang dinilai berpotensi menanggulangi serangan hama penghisap buah *Helopeltis antonii* ialah semut hitam *Dolichoderus thoracicus* Smith (Sulaiman, 2001).

Semut hitam *Dolichoderus thoracicus* pada tanaman kakao dipandang sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan hama *Helopeltis sp.* Para ilmuwan yang meneliti hal ini mengungkapkan bahwa perkebunan atau tanaman kakao yang dihuni oleh semut hitam *D. thoracicus* akan terhindar dari hama *Helopeltis sp.* atau minimal tingkat serangan hama *Helopeltis sp.* di pohon

tersebut dapat dikurangi (Samiyanto, 1990).

Semut hitam *D. thoracicus* pada kakao sebenarnya bukan merupakan predator yang memakan *H. antonii*. Semut hitam berkompetisi dengan *H. antonii* memperebutkan ruang atau tempat hidup pada pohon kakao. Semut hitam biasanya bersarang dan aktif bergerak pada pohon, cabang, daun, dan buah kakao, sehingga menyebabkan imago *H. antonii* tidak dapat makan dan meletakkan telurnya pada buah kakao (Cadapan dkk., 1990). Semakin banyak koloni semut hitam *D. thoracicus* pada pohon kakao, khususnya pada bagian buah, akan membuat hama *H. antonii* tidak berani menyerang buah tersebut. Akan tetapi apabila jumlah semut hitam sedikit dan hanya terdapat pada satu tangkai buah saja, maka hama *H. antonii* akan menyerang buah pada bagian lain yang bebas dari aktivitas semut hitam (Bakri dkk., 1986).

Populasi semut hitam *D. thoracicus* pada tanaman kakao dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya keberadaan sumber makanan. Semut memakan banyak jenis makanan. Sebagian besar semut memakan serangga-serangga kecil yang mereka tangkap, serangga-serangga mati yang dapat mereka temukan, nektar dari tumbuhan, atau embun madu yang berasal dari sekresi kutu putih (Anonim, 2007).

Dalam hidupnya semut hitam bersimbiosis dengan kutu putih seperti *Planococcus liliacinus* dan *Pseudococcus citri* serta memakan cairan yang berasal dari sekresi kutu putih. Cairan yang disebut “embun madu” inilah yang berperan sebagai makanan utama semut hitam (Ho and Khoo, 1997). Akan tetapi, jumlah embun madu yang dihasilkan kutu putih belum optimal untuk pertumbuhan koloni

semut hitam, karena keberhasilan menyebarkan kutu putih dan semut hitam di satu pohon tidak selalu diikuti oleh keberhasilan penyebaran keduanya pada pohon yang lain (Giesberger, 1983).

Jumlah populasi kutu putih yang tidak seimbang dengan luas areal perkebunan kakao mengakibatkan semut hitam *D. thoracicus* kekurangan makanan. Akibatnya, jumlah semut hitam yang ada dalam suatu areal perkebunan tidak cukup untuk melindungi buah kakao karena semut hitam tidak dapat meningkatkan pertumbuhan koloninya.

Selain itu, kutu putih dapat menimbulkan dampak negatif bagi tanaman. Kutu putih menghisap cairan tanaman dan dapat menyebabkan tumbuhnya cendawan atau jamur pada daun sehingga akan merusak daun. Jamur dan kutu putih sendiri akan menutupi daun sehingga dapat menghalangi cahaya matahari yang jatuh pada daun. Hal ini dapat mengganggu proses fotosintesis tanaman (Mele dan Cuc, 2004). Kutu putih menjadi hama yang lebih berbahaya dengan kehadiran semut karena semut melindunginya dari predator dan parasit. Populasi kutu putih dalam jumlah besar bahkan dapat mengakibatkan kerontokan daun (Wikipedia, 2007). Oleh karena berbagai dampak negatif tersebut, maka perlu dicari pakan alternatif yang mampu mengurangi ketergantungan semut hitam pada kutu putih dan meningkatkan pertumbuhan koloni semut hitam *D. thoracicus* di perkebunan kakao.

Makanan merupakan unsur pokok yang harus ada dalam kehidupan organisme, termasuk pada semut. Makanan diperlukan semut untuk membentuk sel dan jaringan serta diubah menjadi energi yang digunakan untuk beraktivitas.

Perbedaan kualitas dan kuantitas pakan yang masuk ke dalam tubuh akan berpengaruh pada perkembangan semut. Perbedaan kualitas pakan dipengaruhi oleh komposisi karbohidrat, protein, lemak, dan air yang terkandung di dalamnya (Sunjaya, 1970).

Pakan alternatif yang diberikan kepada koloni semut hitam harus berdasarkan pada embun madu sebagai makanan utamanya, yaitu mengandung glukosa (Ho *and* Khoo, 1997). Akan tetapi, untuk kelestarian koloninya semut juga memerlukan zat-zat yang lain. Semut memerlukan sejumlah karbohidrat dan protein dalam jumlah yang seimbang. Protein khususnya diperlukan oleh ratu untuk menghasilkan telur dan pertumbuhan larva (Anonim, 2007).

Kebutuhan semut akan makanan seringkali berubah-ubah. Pada waktu ratu aktif memproduksi telur, semut pekerja akan mencari makanan yang banyak mengandung protein sebagai makanan pokok ratu. Pada waktu yang lain, semut pekerja tidak mencari protein dan proses pencarian makanan berubah mencari makanan yang banyak mengandung gula dan lemak (Anonim b., 2003). Oleh karena itu pakan yang diujikan sebaiknya mengandung glukosa, protein, lemak, dan juga air untuk memenuhi kebutuhan semut akan cairan.

Pakan alternatif yang dipilih dalam penelitian adalah gula kelapa, susu kental manis, dan kepala ikan segar. Ketiga pakan tersebut mengandung karbohidrat, protein, lemak, dan air dengan kadar yang berbeda-beda. Unsur yang paling tinggi pada gula kelapa adalah karbohidrat, pada susu kental manis adalah karbohidrat dan lemak, sedangkan pada ikan adalah air dan protein.

Pemilihan ketiga pakan alternatif yang diujikan tersebut dapat membedakan pengaruh karbohidrat, protein, lemak, dan air bagi pembentukan koloni semut hitam. Pemilihan pakan alternatif ini diharapkan akan mendapatkan jenis pakan yang paling efektif, murah, dan mudah diterapkan untuk pengendalian hama kakao dengan memanfaatkan semut hitam pada masa yang akan datang.

Salah satu hal yang harus diketahui sebelum penerapan di lapangan adalah pengetahuan tentang perilaku pembentukan koloni atau kolonisasi semut hitam. Pemberian pakan alternatif diharapkan dapat mengetahui tipe atau cara kolonisasi dan tahapan kolonisasi semut hitam karena pengaruh *attractan* yang berupa makanan. Dengan mengetahui perilaku kolonisasinya diharapkan penerapan di lapangan dapat lebih efektif dan efisien.

## **B. Rumusan Masalah**

Dari latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu:

1. Bagaimana kolonisasi semut hitam dengan pemberian pakan alternatif di sarang buatan pada tanaman kakao ?
2. Jenis pakan alternatif apakah yang dapat berfungsi sebagai *attractan* dan baik untuk pertumbuhan koloni semut hitam ?

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kolonisasi semut hitam dengan pemberian pakan alternatif
2. Mengetahui jenis pakan alternatif yang dapat membuat semut hitam membentuk koloni lebih cepat pada sarang buatan

### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang akan didapatkan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui kolonisasi semut hitam dengan pakan yang berbeda
2. Dapat mengetahui jenis pakan yang paling baik untuk memperbanyak koloni semut hitam
3. Dapat digunakan sebagai masukan untuk budidaya semut hitam *Dolichoderus thoracicus* sebagai agen hayati untuk pengendalian hama penghisap buah *Helopeltis antonii* pada tanaman kakao

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

##### 1. Biologi Semut Hitam (*Dolichoderus thoracicus* Smith).

Semut merupakan jenis serangga dengan jumlah spesies dan individu yang sangat besar. Jumlah semut di permukaan bumi terdiri lebih dari 12.000 spesies, akan tetapi baru sekitar 7600 spesies dari 250 genus yang telah diberi nama dan dideskripsikan. Keanekaragaman semut yang terbesar berada di daerah tropis. Semut tersebar luas di seluruh tempat kecuali di lautan, mulai dari daerah Arctic di utara sampai daerah kutub di selatan (Daly *et al.*, 1978).

Semut memegang banyak peranan di alam, baik yang bermanfaat maupun yang merugikan, tergantung pada kondisi lingkungan tempat hidupnya. Menurut Anonim (1998), semut sangat bermanfaat dalam kehidupan, antara lain:

- a) Sarang semut di tanah membuat udara dapat masuk ke dalam tanah
- b) Beberapa jenis semut memakan serangga pengganggu (hama)
- c) Semut pemakan tanaman membantu lingkungan dengan memakan tanaman yang mengganggu
- d) Semut menyuburkan tanah ketika memproses makanannya
- e) Semut dapat berperan sebagai dekomposer
- f) Semut membantu menyebarkan biji-bijian

Semut hitam *Dolichoderus thoracicus* Smith merupakan spesies semut yang daerah penyebarannya tersebar luas di Asia Tenggara, terutama di daerah dengan ketinggian kurang dari 1.300 meter di atas permukaan laut. Semut hitam

banyak dijumpai pada tanaman jeruk, kakao, kopi, dan mangga (Kalshoven, 1981). Sarang semut hitam biasanya berada di atas permukaan tanah (tumpukan seresah daun kering) dan juga pelepah daun kelapa (jika kakao ditanam bersama dengan kelapa) atau di tempat-tempat lain yang kering dan gelap serta tidak jauh dari sumber makanan (Way and Khoo, 1992).

Semut hitam *D. thoracicus* biasanya keluar dari sarangnya pada waktu pagi dan sore hari ketika suhu tidak terlalu panas. Semut akan menuju pucuk-pucuk tanaman untuk mendapatkan cahaya matahari sambil menjalankan aktivitasnya. Akan tetapi pada siang hari ketika suhu udara panas, semut akan bersembunyi pada tempat-tempat yang terlindung dari sengatan sinar matahari secara langsung, seperti di dalam sarang, di balik dedaunan, di tanah, dan lain-lain (Elzinga, 1978 dalam Rahmawadi, 1997).

Semut hitam *D. thoracicus* termasuk dalam Ordo Hymenoptera (serangga bersayap bening) dan masuk dalam Familia Formicidae. Menurut Kalshoven (1981), klasifikasi semut hitam *D. thoracicus* adalah sebagai berikut :

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Hexapoda
Ordo	: Hymenoptera
Famili	: Formicidae
Sub famili	: Dolichoderinae
Genus	: <i>Dolichoderus</i>
Spesies	: <i>Dolichoderus thoracicus</i> Smith

Semut hitam *Dolichoderus thoracicus* hidup dalam organisasi sosial yang terdiri dari sejumlah individu dan membentuk suatu masyarakat yang disebut koloni. Koloni semut terdiri dari kelompok-kelompok yang disebut kasta. Semut hitam terdiri dari beberapa kasta, yaitu: ratu, pejantan, dan pekerja. Semut pekerja dibagi dua, yaitu pekerja dan prajurit. Kasta-kasta semut mempunyai tugas yang berbeda-beda, akan tetapi tetap saling berinteraksi dan bekerja sama demi kelangsungan hidupnya (Putra, 1994).

a. Semut Ratu

Semut ratu memiliki tubuh yang lebih besar daripada anggota koloni yang lain, panjangnya sekitar 4,9 milimeter, komponen-komponen mata berkembang dengan sempurna, dan memiliki mekanisme terbang berupa sayap yang telah berkembang dengan baik sejak memasuki fase imago. Dalam satu koloni biasanya terdapat lebih dari seekor ratu. Pada setiap 100 - 200 semut pekerja biasanya terdapat seekor ratu (Kalshoven, 1981). Semut ratu lebih banyak ditemukan pada musim penghujan daripada ketika kemarau. Hal ini dikarenakan pada musim penghujan tersedia banyak sumber makanan dan tanaman untuk membuat sarang sehingga mendukung untuk pertumbuhan koloninya (Mele dan Cuc, 2004).

Ratu menghasilkan hormon yang disebut feromon dan memiliki bau yang khas. Feromon membuat seluruh anggota koloni tetap bekerja sama dan saling melindungi serta saling mengenali anggota koloninya. Feromon juga digunakan pekerja untuk menandai jalur pencarian makanan sehingga mudah diikuti pekerja yang lain (Gotwald, 1982). Setiap koloni memiliki bau yang berbeda dengan koloni lain dan semua anggota dari koloni yang sama memiliki bau yang sama.

Hal ini memudahkan semut mengetahui jika ada musuh yang masuk ke sarangnya. Selain itu ratu memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu menghasilkan telur untuk memperbanyak koloni (Anonim, 1998).

Semut ratu yang telah siap kawin akan meninggalkan sarang bersama semut jantan untuk melaksanakan perkawinan pada waktu kondisi lingkungan mendukung. Perkawinan biasanya terjadi di udara atau biasa disebut kawin terbang. Setelah melakukan perkawinan, ratu menanggalkan sayapnya dan mencari tempat yang nyaman dan terlindung sebagai sarang untuk meletakkan telurnya. Pada awal-awal terbentuknya koloni, ratu merawat, mencari makan dan bahkan memberi makan anak-anaknya dari kelenjar *saliva* (kelenjar liur) atau dengan cadangan lemak dari otot terbangnya. Setelah koloni berkembang dan memiliki pekerja, ratu tidak pernah meninggalkan sarang dan hanya bertugas menghasilkan telur dan mengatur koloni, sementara tugas-tugas yang lain dilaksanakan oleh pekerja (Daly *et al.*, 1978).

#### b. Semut Jantan

Semut jantan ukuran tubuhnya lebih kecil daripada ratu, berwarna kehitam-hitaman, memiliki antena dan sayap seperti ratu, dan komponen-komponen mata telah berkembang sempurna. Semut jantan jumlahnya lebih banyak daripada ratu, akan tetapi masa hidupnya singkat. Semut jantan hanya diproduksi pada saat-saat tertentu dalam satu tahun, yaitu pada musim kawin dan setelah melakukan perkawinan dengan ratu, semut jantan biasanya akan mati (Anonim, 1988).

### c. Semut Pekerja

Semut pekerja mempunyai ciri-ciri yang mudah dikenal, panjangnya 3,6 - 4,1 milimeter, kaki berwarna coklat, thoraks mereduksi, dan mekanisme terbangnya tidak pernah berkembang (tidak memiliki sayap), abdomen bagian depan mengecil dengan satu atau dua tonjolan ke arah dorsal, antena berwarna coklat dan bertipe *geniculate*, yaitu ruas pertama memanjang dan ruas berikutnya pendek-pendek membentuk sudut dengan ruas yang pertama (Samiyanto, 1990). Semut pekerja memiliki sengat, rahang yang kuat, dan kelenjar yang dapat menghasilkan asam formiat. Alat-alat tersebut berfungsi sebagai alat pertahanan yang efektif untuk melawan musuh dan melindungi diri serta koloninya (Kalshoven, 1981).

Semut pekerja sebenarnya merupakan semut betina yang steril atau mandul. Pekerja terbagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan perbedaan ukuran tubuhnya. Semut pekerja yang paling besar dinamakan pekerja mayor, yang berukuran sedang disebut pekerja menengah, dan yang paling kecil disebut pekerja minor. Setiap kelompok memiliki tugas yang berbeda dan saling bekerja sama dalam menjalankan tugasnya (Daly *et al.*, 1978).

Semut pekerja merupakan pelaksana sebagian besar aktivitas koloni, sehingga di dalamnya terbagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan tugasnya. Kelompok-kelompok ini disebut budak, pencuri, pengasuh, pembangun, dan pengumpul. Setiap kelompok memiliki tugas yang berbeda-beda, antara lain: melawan musuh, mencari makanan, membangun sarang, merawat dan memberi makan larva dan ratu, dan ada pula yang bertugas memelihara dan membersihkan

sarang. Setiap individu dalam koloni semut melakukan tugasnya masing-masing dengan baik demi kelestarian koloninya (Yahya, 2004 ).

#### d. Semut Prajurit

Semut pekerja berbeda-beda ukuran tubuhnya. Generasi pekerja dari telur ratu yang pertama kali membangun sarang ukuran tubuhnya lebih kecil dibandingkan dengan pekerja yang dilahirkan sesudah itu. Dalam hal ini muncul 2 kasta pekerja yang berbeda, yang memiliki ukuran tubuh besar disebut prajurit dan yang ukurannya kecil menjadi pekerja. Semut prajurit memiliki kepala yang besar, terdiri dari bahan kitin yang kokoh dan rahang atas *mandibula* yang kuat. Tugas prajurit adalah berkelahi dan melindungi sarang. Selain itu semut prajurit juga membantu pekerja yang tubuhnya kecil-kecil mengangkut makanan ke dalam sarang (Anonim, 1988).

Pembagian kasta ratu, jantan, dan pekerja tergantung pada jumlah makanan yang diterima ketika semut masih berbentuk larva. Semut pekerja memberi makan larva berdasarkan ukuran larva dan arahan tugas larva tersebut ke depan. Semut muda yang diarahkan untuk mengemban tugas memperbanyak koloni atau menjadi ratu, menerima pakan yang kaya putih telur (protein), sedangkan calon pekerja menerima makanan yang banyak mengandung karbohidrat (Anonim, 1988).

## 2. Siklus Hidup Semut Hitam *D. thoracicus*

Semut melalui proses perkembangan bentuk tubuh yang berbeda-beda mulai dari telur sampai dewasa. Proses perubahan bentuk ini disebut metamorfosis. Semut hitam *D. thoracicus* termasuk serangga yang mengalami

metamorfosis sempurna atau metamorfosis holometabola. Siklus hidup semut adalah: telur, larva, pupa, dan imago atau dewasa (Karindah, 1992).

a. Telur

Telur semut berwarna putih, berbentuk lonjong, panjangnya 1-1,5 milimeter, dan lama fase telur adalah 14 hari (Cadapan *et al.*, 1990). Telur diproduksi 10-20 hari setelah kopulasi antara ratu dan semut jantan. Produksi telur semut hitam rata-rata 1.300 - 1.700 butir per tahun. Telur-telur tersebut diletakkan di dalam sarangnya yang berada di lubang-lubang pohon atau di balik dedaunan (Elzinga, 1978 *dalam* Rahmawadi, 1997).

Telur-telur semut di sarang dirawat oleh semut pekerja. Semut pekerja akan memindahkan telur dari sarang jika kondisi sarang berubah lembab atau memburuk, dan mengembalikannya ke dalam sarang jika keadaan sudah normal. Hal ini dilakukan untuk menghindari infeksi cendawan dan gangguan dari luar seperti predator, semut antagonis, dan lain-lain. Telur-telur dipindahkan ke ruangan-ruangan yang berbeda di dalam sarang berdasarkan suhu di masing-masing ruangan tersebut dengan tujuan untuk mempercepat waktu penetasan (Anonim, 1988).

b. Larva

Telur-telur semut selanjutnya akan menetas menjadi larva. Larva semut tampak seperti belatung, berwarna putih, kepala terdiri atas 13 segmen, dan lama fase larva adalah 15 hari (Cadapan dkk., 1990). Larva semut hitam mendapatkan pakan berupa cairan ludah dari kelenjar saliva ratu, dari cadangan lemak otot terbang ratu, atau jika koloni sudah memiliki pekerja maka diberi makan oleh

pekerjanya (Samiyanto, 1990). Larva biasanya makan sepanjang waktu karena mereka harus menyimpan energi yang cukup untuk memasuki fase pupa. Para pekerja memberi makan larva dengan embun madu dan serangga-serangga kecil atau jika makanan sulit didapatkan, larva akan memakan telur yang tidak menetas (Anonim, 1998).

Semut pekerja memisahkan larva ke dalam kelompok-kelompok menurut ukuran tubuh dan umurnya. Pekerja akan memberikan perhatian yang lebih apabila terdapat seekor individu yang ukurannya besar, karena biasanya individu tersebut akan menjadi ratu atau semut jantan. Pemisahan larva dalam kelompok-kelompok yang ukurannya sama menjamin bahwa setiap larva akan mendapat perhatian dan makanan yang cukup (Anonim, 1988).

c. Pupa

Larva semut kemudian akan berubah menjadi pupa. Pupa semut hitam berwarna putih, tidak terbungkus kokon seperti kebanyakan serangga yang lain, dan lama fase pupa adalah 14 hari. Pada saat berbentuk pupa, semut hitam mengalami periode tidak makan atau *non-feeding periode* (Cadapan dkk., 1990).

d. Imago

Fase terakhir dalam metamorfosis semut adalah imago. Imago berwarna hitam, organ-organ tubuh mulai berfungsi, dan mulai terpisah menurut kastanya masing-masing. Koloni akan lebih banyak menghasilkan pekerja daripada kasta-kasta yang lain pada awal-awal terbentuknya koloni. Hal ini dilakukan untuk meringankan tugas ratu karena sebagian besar aktivitas koloni akan dilaksanakan

oleh pekerja. Lama siklus hidup semut hitam sekitar 40 hari dan semut dapat bertahan hidup selama 2-3 tahun (Cadapan dkk., 1990).

### 3. Pembentukan Koloni atau Kolonisasi

Sebagian besar serangga umumnya bersifat soliter, yaitu interaksi di antara kelompok dewasanya terbatas hanya pada aktivitas perkawinan dan kompetisi, dan hubungan antara dewasa dengan anak atau keturunannya berhenti pada saat induk meletakkan telurnya tanpa ada perawatan lebih lanjut. Tingkatan tertinggi dalam perilaku sosial makhluk hidup disebut *eusosial* atau perilaku sosial yang sejati. Perilaku ini hanya dicapai oleh 2 ordo insecta, yaitu Isoptera dan Hymenoptera. Kelompok *eusosial* memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

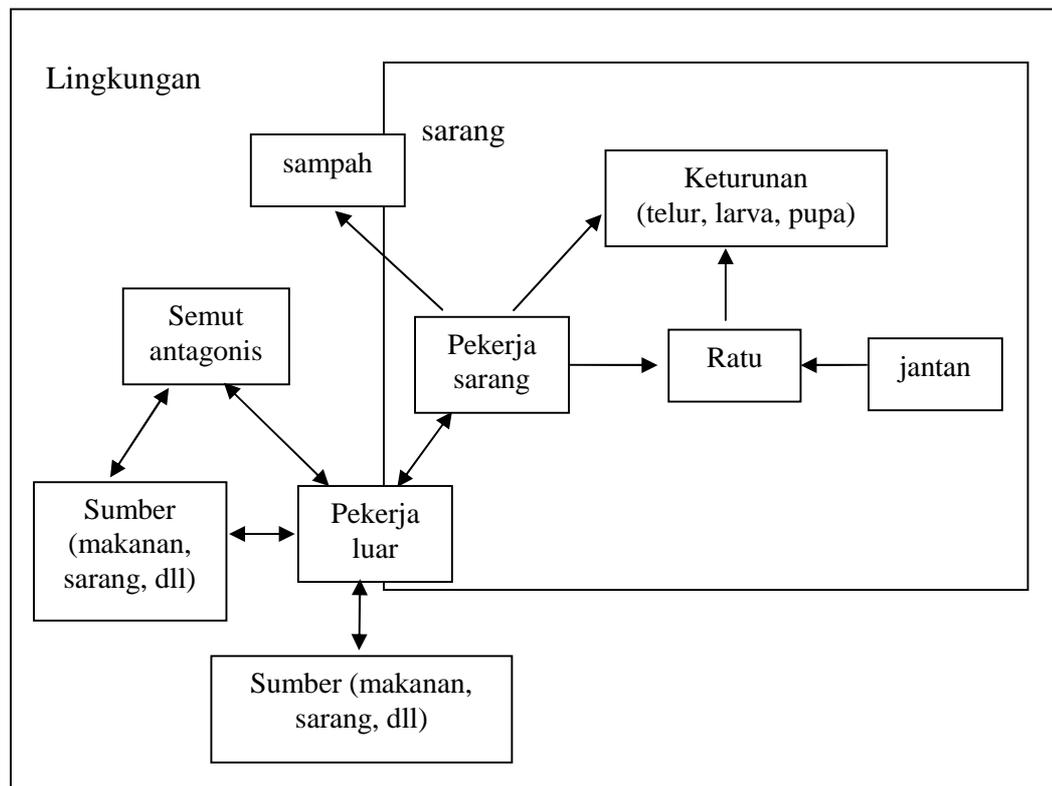
- a). Anggota-anggotanya bekerja sama merawat yang lebih muda
- b). Ada divisi atau kasta, yaitu reproduktif dan pekerja
- c). Minimal ada 2 generasi yang saling melengkapi, sehingga keturunan akan membantu induknya dalam kerja-kerja koloni (Daly *et al.*, 1978).

Semut merupakan serangga yang bersifat *eusosial* dan hidup dalam kelompok-kelompok yang disebut koloni. Istilah koloni berasal dari bahasa Latin *colonia*, yaitu beberapa organisme dari spesies yang sama dan hidup bersama-sama membentuk simbiosis mutualisme yang saling menguntungkan, seperti pertahanan yang lebih kuat, kemampuan menyerang lawan yang lebih besar, dan lain-lain (Wikipedia, 2007). Yahya (2004) menyatakan bahwa koloni adalah satu kelompok sosial dari suatu spesies yang hidup bersama-sama di suatu tempat membentuk masyarakat yang terorganisasi dengan baik. Jadi, kolonisasi adalah

suatu proses pembentukan masyarakat dari kelompok sosial suatu spesies di daerah tertentu.

Koloni semut merupakan suatu kelompok yang aktivitasnya berjalan sangat teratur dan ada pembagian kerja yang efektif di antara anggota koloninya. Aktivitas semut dalam koloni meliputi aktivitas di dalam sarang dan aktivitas di luar sarang. Aktivitas-aktivitas semut di dalam sarang biasanya dilakukan oleh ratu, semut jantan, dan semut pekerja yang usianya masih muda. Di dalam sarang semut dewasa merawat anggota yang muda (bentuk pra-dewasa, yaitu: telur, larva, dan pupa), menghasilkan dan menyediakan pakan, membangun dan memelihara sarang, berjaga-jaga, dan lain-lain (Gordon, 2003).

Aktivitas atau perilaku semut di luar sarang dibagi menjadi 4 tugas, yaitu: mencari makanan; kerja patroli, yaitu survei lokasi dan memperkirakan keberadaan makanan dan berjaga-jaga jika ada pekerja dari luar koloni; kerja pertengahan, yaitu membuang sampah; dan kerja perawatan sarang, yaitu membangun dan membersihkan sarang (Gordon, 2003). Klugl (2001) mengungkapkan bahwa aktivitas semut di dalam sebuah koloni dapat digambarkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Model aktivitas koloni semut (Klugl, 2001).

Koloni semut dapat bertahan selama beberapa tahun. Jumlah koloni berkisar antara puluhan sampai jutaan individu, tergantung spesiesnya. Koloni tinggal di suatu tempat, akan tetapi para pekerja aktif bergerak dari sumber makanan satu ke sumber makanan yang lain. Koloni terdiri dari satu sampai beberapa ratu, beberapa semut jantan yang hanya diproduksi pada saat-saat tertentu untuk kawin dengan betina, dan semut pekerja yang jumlahnya paling besar dalam sebuah koloni (Anonim a., 2003).

Semut memiliki beberapa persamaan dengan rayap, termasuk dalam pembentukan koloninya. Ada dua hal yang harus diperhatikan dalam kolonisasi, yaitu cara terbentuknya koloni atau tipe kolonisasi dan proses atau tahap-tahap

kolonisasi. Hasan (1984) menyatakan bahwa ada dua macam cara terbentuknya koloni atau tipe kolonisasi semut, yaitu :

a. Pembentukan koloni oleh kasta reproduktif (ratu).

Pembentukan koloni baru diawali dengan kepergian ratu dari sarangnya untuk melakukan perkawinan dengan semut jantan di udara sehingga disebut kawin terbang atau terbang pengantin. Semut ratu kemudian mencari tempat yang cocok dan menanggalkan sayap dengan memuntirnya menggunakan rahang atau menggesek-gesekkannya pada benda yang keras. Setelah itu, ratu meletakkan telurnya di sarang baru tersebut dan merawatnya sampai menetas dan menjadi para pekerjanya yang pertama (Borror *et al.*, 1992).

Kolonisasi dari perkawinan ratu dan jantan terjadi pada koloni semut yang telah mencapai jumlah yang besar sehingga memerlukan perluasan koloni dengan cara melepaskan beberapa ratu dan pejantan dari koloni induk untuk melangsungkan perkawinan dan membentuk koloni di sarang yang baru. Kolonisasi melalui cara ini memerlukan waktu lebih lama karena koloni dibentuk mulai dari nol sehingga ratu harus mencari makan dan melaksanakan sebagian besar aktivitas koloni sampai munculnya kasta pekerja yang akan mengambil alih tugas-tugas tersebut (Hasan, 1984).

b. Pembentukan koloni dengan cara migrasi

Pembentukan koloni secara migrasi diawali dengan kepergian semut-semut pekerja dalam kelompok yang teratur untuk meninggalkan sarang induknya dan membentuk koloni di tempat yang baru. Proses migrasi biasanya terjadi karena adanya rangsangan dari luar, baik berupa makanan, sarang, predator, atau

karena sarang yang lama mengalami kerusakan, dan lain-lain. Kolonisasi secara migrasi diawali oleh pencarian makanan oleh semut pekerja yang aktif bergerak mencari makanan. Migrasi ini kemudian diikuti oleh semut ratu (Gotwald, 1982).

Holldobler *and* Wilson (1990) menyatakan bahwa proses pembentukan koloni atau kolonisasi semut terdiri dari beberapa tahapan yang berbeda-beda, tergantung spesiesnya. Akan tetapi secara umum ada tiga tahapan dalam kolonisasi semut, yaitu:

a. Tahap Pembentukan.

Tahap pembentukan diawali oleh kepergian ratu dan semut jantan dari sarang atau koloninya untuk melakukan perkawinan. Ratu yang telah kawin dengan satu atau lebih semut jantan akan kemudian mencari sarang yang nyaman di permukaan tanah atau pada bagian-bagian tanaman untuk meletakkan telurnya. Ratu kemudian membangun sarang dan membesarkan para pekerjanya yang pertama dengan menggunakan jaringan tubuhnya sendiri dengan cara mengurangi fungsi otot-otot terbangnya dan cadangan lemaknya untuk memproduksi telur dan memberi makan larva (Borror *et al.*, 1992).

Semut pekerja merupakan perintis terbentuknya koloni pada kolonisasi yang terjadi secara migrasi. Semut pekerja yang bertugas mencari makanan, akan memulai perpindahan ke tempat baru setelah mendapatkan informasi atau menemukan sumber makanan di tempat tersebut. Sebagian semut pekerja akan kembali ke sarangnya dan memberi informasi kepada koloni induk tentang keberadaan sumber makanan. Informasi yang direspon positif akan dilanjutkan dengan pengangkutan anak-anak semut, khususnya larva dan pupa ke sarang baru

tersebut (Gotwald, 1982). Semut pekerja yang mampu mengenali larva dari koloninya sendiri akan membawa larva yang menjadi tanggung jawabnya ketika terjadi sesuatu, termasuk ketika terjadi perpindahan. Migrasi pekerja dan anakan semut akan diikuti oleh migrasi ratu (Isingrini *et al.*, 1985).

b. Tahap Perluasan.

Tahap perluasan ditandai dengan keberadaan seekor ratu yang mengatur dan mengendalikan aktivitas koloni. Semut pekerja akan mengambil alih tugas ratu untuk mencari makan, memperluas sarang, merawat telur, dan memberi makan larva dan ratu. Semut ratu berkonsentrasi untuk menghasilkan telur dan mengatur aktivitas koloni. Koloni terus berkembang dari segi ukuran dan jumlahnya, sehingga pekerja bertambah besar dan kasta-kasta yang baru ditambahkan (Holldobler *and* Wilson, 1990).

c. Tahap Reproduksi.

Koloni memasuki tahap reproduksi setelah mencapai suatu ukuran populasi tertentu. Pada tahap reproduksi, ratu mulai memproduksi ratu dan semut jantan baru yang akan membentuk generasi berikutnya. Pada tahap reproduksi terdapat lebih dari seekor ratu yang nantinya akan membantu tugas-tugas ratu untuk mengembangkan koloni dan juga akan dilepaskan ke alam agar membentuk koloni yang baru (Holldobler *and* Wilson, 1990).

#### 4. Semut Hitam sebagai Pengendali Hama

Serangan hama *Helopeltis antonii* merupakan masalah penting dalam budidaya tanaman kakao yang menyebabkan turunnya produksi biji kakao. Selain menyerang kakao, hama *Helopeltis* sp. juga menyerang tanaman kina, kayu

manis, jambu bol, teh-tehan, cabe rawit, dan berbagai jenis tanaman rumput-rumputan. Hama *Helopeltis sp.* dapat hidup dengan baik di daerah dataran rendah  $\pm 200$  meter maupun di tempat yang ketinggiannya tidak melebihi 1400 meter dari permukaan laut (Kalshoven, 1981).

Hama *Helopeltis sp.* biasanya menyerang atau menghisap buah kakao muda, daun muda, dan kuncup bunga sehingga meninggalkan bercak-bercak berwarna coklat kehitam-hitaman yang berbentuk cekung. Pucuk-pucuk daun biasanya terserang jika buahnya sedikit (Sunanto, 1992). Serangan hama pada daun dapat menyebabkan kematian daun. Serangan pada tunas akan menyebabkan kematian tunas, sedangkan serangan pada buah kakao yang masih muda yaitu yang berukuran  $< 5$  cm akan menyebabkan buah mengering dan gugur. Pada tingkat serangan ringan, buah dapat tetap berkembang tetapi mutunya berkurang karena bijinya menjadi lebih kecil. Pada tingkat serangan berat, pertumbuhan tanaman terganggu dan akan menurunkan produksi biji kakao hingga mencapai angka 60 % (Wiratno dkk., 1997).

Para petani telah melakukan berbagai upaya untuk menanggulangi hama penghisap buah *Helopeltis sp.* baik secara biologi, fisik, maupun kimiawi. Penggunaan racun serangga atau insektisida merupakan teknik pengendalian hama yang saat ini paling banyak dilakukan di perkebunan kakao. Akan tetapi, insektisida memiliki banyak kelemahan karena dapat menimbulkan berbagai dampak negatif, antara lain: mengganggu kesehatan petani dan konsumen, meningkatkan biaya produksi, menimbulkan resistensi hama, ledakan hama

sekunder, pencemaran lingkungan, dan membunuh flora dan fauna non-target yang hidup di perkebunan kakao (Sulaiman, 2001).

Berbagai dampak negatif tersebut berusaha ditanggulangi pemerintah dengan memberikan perhatian terhadap usaha perlindungan tanaman yang dituangkan dalam Undang-Undang No. 12 tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman. Peraturan tersebut menyatakan bahwa perlindungan tanaman harus dilakukan dengan sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dan pelaksanaannya menjadi tanggung jawab petani. Pengendalian Hama Terpadu menekankan bahwa penggunaan pestisida harus dilakukan dengan hati-hati dan merupakan alternatif terakhir jika memang benar-benar diperlukan (Rosmahani, 1998).

Pengendalian Hama Terpadu adalah suatu cara pendekatan, cara pikir (konsep) atau falsafah pengendalian organisme pengganggu tumbuhan yang didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan ekosistem. Tujuan konsep PHT yaitu: (1) produktivitas tanaman tinggi; (2) kesejahteraan petani meningkat; (3) populasi dan kerusakan yang ditimbulkan tetap berada pada tingkat yang secara ekonomi tidak merugikan dan (4) kualitas dan keseimbangan lingkungan terjamin dalam upaya mewujudkan pembangunan yang berkesinambungan (Rosmahani, 1998).

Salah satu contoh PHT adalah pengendalian hama secara biologis dengan musuh alaminya. Pengendalian hama secara biologis (pemanfaatan predator, parasitoid dan patogen) merupakan suatu alternatif yang dinilai sesuai dan perlu dikembangkan untuk mengatasi permasalahan hama maupun efek negatif penggunaan insektisida. Salah satu penerapan PHT yang dinilai berhasil adalah di

bidang perkebunan, yaitu pemanfaatan semut hitam *Dolichoderus thoracicus* Smith untuk menanggulangi hama *Helopeltis antonii* pada tanaman kakao (Mele dan Cuc, 2004).

Penggunaan semut hitam sebagai musuh alami hama sebenarnya bukan teknologi baru dalam pengendalian hama *Helopeltis sp.* Pada tahun 1908, semut hitam telah diketahui mampu mengurangi kerusakan yang ditimbulkan oleh hama penghisap buah *Helopeltis sp.* di daerah Jawa Barat (Giesberger, 1983). Setelah itu, pada tahun 1980-an semut hitam dipilih sebagai komponen pengendalian hama kakao di perkebunan daerah Sumatera Utara (Bakri dkk., 1986). Akan tetapi sayang, penelitian tentang semut hitam di Indonesia tidak dilaksanakan secara maksimal. Selain itu publikasi dan penyuluhan kepada petani tentang pemanfaatan semut hitam sebagai musuh alami *Helopeltis sp.* sangat sedikit sehingga menyebabkan petani mulai melupakan semut hitam dan kembali bergantung pada pemakaian insektisida (Sulaiman, 2001).

Semut hitam *D. thoracicus* merupakan musuh alami hama yang hidup berkompetisi dengan kepik penghisap buah *Helopeltis antonii*. Kompetisi terjadi apabila kedua organisme atau lebih memerlukan sumber yang sama dan tersedia dalam keadaan yang terbatas untuk kelangsungan hidupnya. Sumber yang diperlukan tersebut dapat meliputi makanan, ruang atau tempat hidup, dan cahaya matahari. Hubungan negatif antara semut hitam *D. thoracicus* dengan *H. antonii* terjadi karena semut hitam biasanya aktif bergerak pada buah kakao yang juga merupakan tempat hidup hama *Helopeltis antonii*. Jadi ada kompetisi memperebutkan ruang atau tempat hidup di antara keduanya. Keberadaan semut

hitam pada buah kakao dapat mengganggu *H. antonii* yang menyerang buah kakao (Enwistle, 1972 dalam Rahmawadi, 1997). Buah atau pucuk kakao yang dihuni oleh koloni semut hitam membuat *H. antonii* tidak dapat meletakkan telurnya karena mendapat gangguan dari aktivitas pergerakan semut hitam (Samiyanto, 1990).

Semakin banyak koloni semut hitam *D. thoracicus* pada kakao, khususnya pada bagian buahnya, maka akan membuat hama penghisap buah *H. antonii* tidak berani menyerang buah tersebut. Hama penghisap buah *H. antonii* akan selalu berusaha menyerang buah yang bebas dari aktivitas semut hitam. Oleh karena itu untuk mengurangi serangan *H. antonii* diperlukan semut hitam dalam jumlah yang besar (Bakri dkk., 1986).

#### 5. Manfaat Pakan bagi Kelangsungan Hidup Semut

Ada tiga faktor yang dapat mendukung agar semut hitam cepat hadir dengan populasi yang tinggi yaitu: menyediakan sarang yang cukup, menyediakan pakan, dan menghilangkan semut antagonis (Hutauruk, 1976). Setiap makhluk hidup memerlukan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangannya. House (1977) dalam Mangoendihardjo dkk. (1988) menyatakan bahwa nutrisi berhubungan proses perubahan bentuk berbagai substansi yang didapat dari makanan utama menjadi bahan-bahan penyusun tubuh dan energi untuk melakukan segala aktivitas hidupnya. Kebutuhan nutrisi tergantung pada kemampuan sintesis dan sifat dasar genetik makhluk hidup. Sehubungan dengan

nutrisi tersebut, ada hubungan langsung dan esensial antara faktor lingkungan, pakan utama, dan proses vital suatu serangga (Mangoendiharjo dkk., 1988).

Pakan merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi kehidupan serangga, sedangkan makanan sendiri ditentukan oleh kualitas dan kuantitasnya. Makanan harus memenuhi persyaratan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Semut memperoleh nutrisi dari zat-zat yang terkandung di dalam pakannya. Perbedaan kualitas dan kuantitas pakan dipengaruhi oleh perbedaan dalam komposisi karbohidrat, protein, lemak, dan air (Sunjaya, 1970). Ketidakseimbangan atau tidak tersedianya zat-zat tertentu di dalam pakan dapat menghambat pertumbuhan serangga, sehingga menjadi tidak normal (Chapman, 1971 *dalam* Rahmawadi, 1997).

Kekurangan sejumlah unsur hara di dalam pakan dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan, pergantian kulit, mempengaruhi bentuk tubuh, dan dapat menyebabkan kerusakan alat reproduksi. Kebutuhan semut akan makanan dapat berubah pada setiap tahap perkembangan (Chapman, 1971 *dalam* Rahmawadi, 1997). Pada waktu semut ratu aktif memproduksi telur, semut pekerja akan mencari makanan yang banyak mengandung protein sebagai makanan pokok ratu. Pada waktu yang lain, semut pekerja tidak mencari protein dan proses pencarian makanan berubah mencari makanan yang banyak mengandung gula dan lemak (Anonim b., 2003).

Karbohidrat merupakan sumber energi terbesar bagi kehidupan serangga. Kelebihan karbohidrat disimpan dalam bentuk lemak. Karbohidrat diperlukan serangga untuk memacu pertumbuhan secara optimal, perkembangan, aktivitas

reproduksi, dan kelangsungan hidupnya. Bentuk-bentuk karbohidrat yang biasa digunakan oleh serangga adalah fruktosa, glukosa, laktosa, maltosa, rafinosa, sorbitol, sukrosa, selulosa, hemiselulosa, dan glikogen (Metcalf *and* Flint, 1962). Semut memerlukan karbohidrat dalam bentuk glukosa (Ho *and* Khoo, 1997).

Semut memerlukan beberapa asam amino untuk pertumbuhan, perkembangan, dan produksi telur. Selain itu asam amino juga dibutuhkan untuk memproduksi sel-sel baru dan enzim. Kebutuhan akan asam amino dapat dipenuhi dengan mengonsumsi makanan yang banyak mengandung protein karena asam amino didapatkan dari pemecahan protein (Metcalf *and* Flint, 1962 ; Chapman, 1971). Selain itu, lemak merupakan sumber energi yang penting bagi kehidupan serangga. Lemak diperlukan semut untuk pertumbuhan larva, perkembangan sayap, dan pergantian kulit (Wigglesworth, 1972).

Unsur lain yang juga penting bagi semut adalah air. Semut membutuhkan air untuk mengatur keseimbangan kadar air di dalam tubuhnya. Air juga diperlukan untuk membantu proses metabolisme dan produksi telur. Jumlah air yang dibutuhkan tergantung pada air yang hilang dari tubuh (Wigglesworth, 1972). Kadar air pada tubuh serangga berkisar antara 50 % sampai 90 % dari berat badannya. Kadar air tinggi pada stadium larva, kemudian menurun pada stadium pupa dan terendah pada stadium imago (Sunjaya, 1970).

Kualitas dan kuantitas pakan mempengaruhi persentase tetas telur yang menjadi larva jantan dan betina (Engels, 1990 *dalam* Rahmawadi, 1997). Persentase telur semut hitam untuk menjadi semut betina lebih besar apabila makanannya banyak mengandung protein. Engels (1990) *dalam* Rahmawadi

(1997) menyatakan bahwa pertumbuhan larva semut hitam akan terhenti apabila diberikan pakan yang kandungan proteinnya rendah, sebaliknya pertumbuhan akan normal kembali jika diberikan pakan yang kandungan proteinnya tinggi.

Kualitas dan kuantitas makanan di dalam sarang juga akan menentukan jumlah semut pekerja yang aktif dalam sebuah koloni. Apabila makanan cukup tersedia, maka anggota koloni, khususnya pekerja yang aktif kurang dari 5 % dari keseluruhan anggota koloni, sedangkan yang lain tidak aktif dan tetap berada di sarangnya. Akan tetapi apabila persediaan pakan di sarang terbatas, kira-kira 30 % dari anggota koloni akan aktif mencari pakan (Samiyanto, 1989).

Semut memakan banyak jenis makanan. Semut memakan serangga-serangga kecil yang mereka tangkap, serangga-serangga mati yang dapat mereka temukan, nektar dari tumbuhan, atau embun madu yang berasal dari sekresi kutu putih (Anonim, 2007). Apabila jumlah embun madu terbatas, semut memakan kulit buah dari rumput-rumputan *Peperomia pellucida* (Kalshoven, 1981).

Dalam hidupnya semut hitam bersimbiosis dengan kutu putih seperti *Planococcus liliacinus* dan *Pseudococcus citri* serta memakan cairan yang berasal dari sekresi kutu putih. Cairan yang disebut “embun madu” inilah yang berperan sebagai makanan utama semut hitam (Ho and Khoo, 1997). Akan tetapi, jumlah embun madu yang dihasilkan kutu putih belum optimal untuk pertumbuhan koloni semut hitam, karena keberhasilan menyebarkan kutu putih dan semut hitam di satu pohon tidak selalu diikuti oleh keberhasilan penyebaran keduanya pada pohon yang lain (Giesberger, 1983).

Selain itu, kutu putih dapat menimbulkan dampak negatif bagi tanaman. Kutu putih menghisap cairan tanaman dan dapat menyebabkan tumbuhnya cendawan atau jamur pada daun sehingga akan merusak daun. Jamur dan kutu putih sendiri akan menutupi daun sehingga dapat menghalangi cahaya matahari yang jatuh pada daun. Hal ini dapat mengganggu proses fotosintesis tanaman (Mele dan Cuc, 2004). Kutu putih menjadi hama yang lebih berbahaya dengan kehadiran semut karena semut melindunginya dari predator dan parasit. Populasi kutu putih dalam jumlah besar bahkan dapat mengakibatkan kerontokan daun (Wikipedia, 2007).

## **B. KERANGKA PEMIKIRAN**

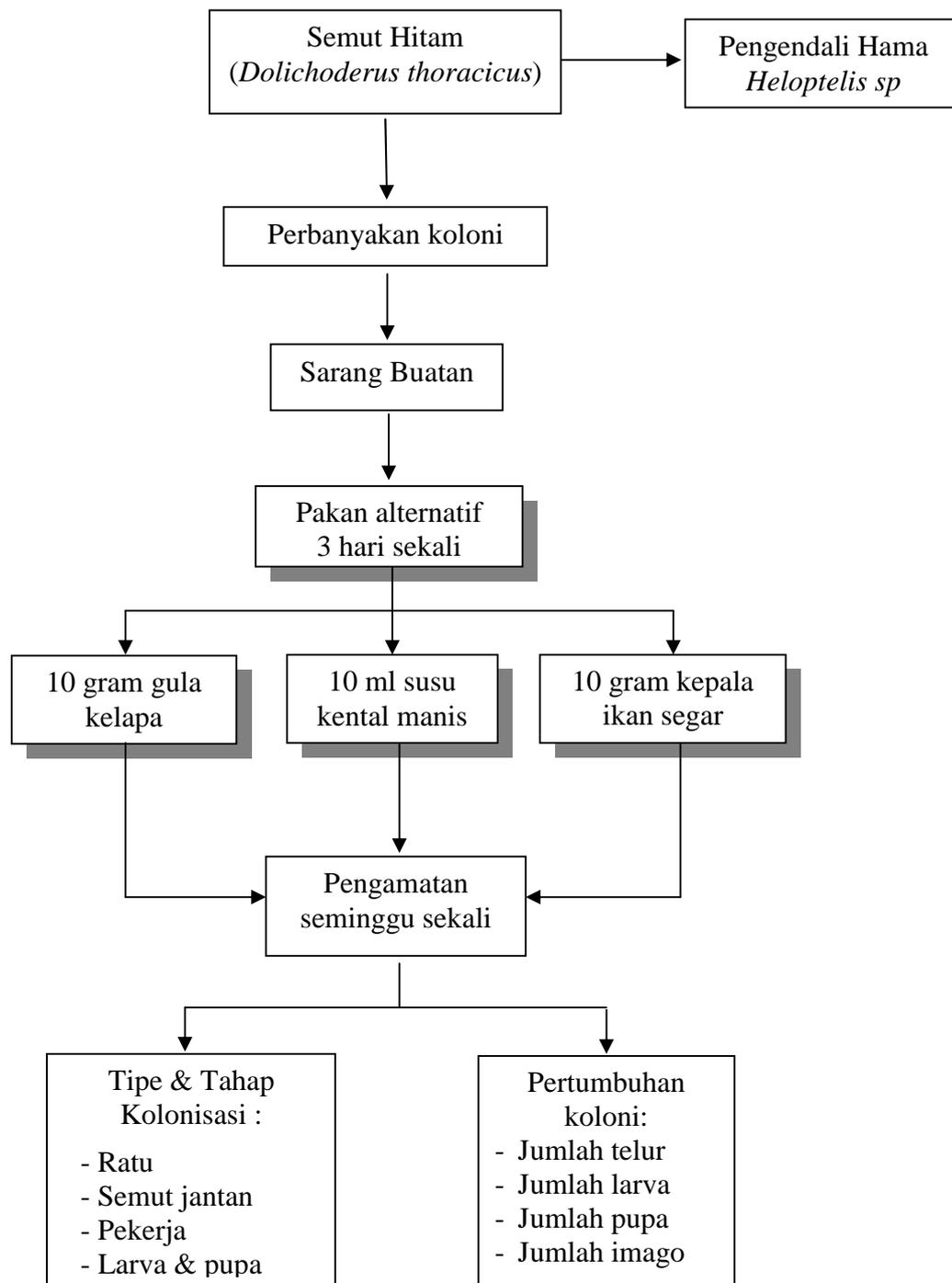
Semut hitam *Dolichoderus thoracicus* Smith berpotensi sebagai musuh alami hama penghisap buah *Helopeltis antonii* pada tanaman kakao. Semakin banyak jumlah semut hitam, menyebabkan *H. antonii* tidak berani menyerang buah kakao karena pergerakan semut hitam membuat *H. antonii* tidak dapat meletakkan telurnya pada buah kakao. Oleh karena itu perlu ada usaha perbanyak semut hitam di pohon kakao untuk menekan hama *H. antonii*. Ada 3 faktor yang mendukung agar semut hitam cepat membentuk koloni, yaitu: menyediakan pakan, menyediakan sarang, dan menghilangkan semut antagonis.

Semut memakan serangga-serangga kecil yang mereka tangkap, serangga-serangga mati yang mereka temukan, nektar dari tumbuhan, atau embun madu yang berasal dari sekresi kutu putih (Anonim, 2007). Akan tetapi semut hitam sering bergantung pada embun madu yang jumlahnya terbatas. Oleh karena itu

perlu ada pengusahaan pakan alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada kutu putih. Pakan alternatif yang diberikan harus sesuai dengan embun madu, yaitu mengandung glukosa. Selain itu, pakan yang disediakan juga ada yang mengandung protein, lemak, dan air. Hal ini dikarenakan pada saat-saat tertentu semut juga memerlukan protein dan lemak. Perbedaan komposisi zat gizi ketiga jenis pakan yang diberikan akan mempengaruhi kolonisasi semut hitam pada masing-masing sarang.

Penelitian tentang perilaku kolonisasi semut hitam perlu dilakukan sebelum diterapkan di lapangan sehingga langkah-langkah yang digunakan dapat efektif. Ada 2 hal penting yang perlu diketahui dalam kolonisasi, yaitu tipe kolonisasi dan tahap-tahap kolonisasi. Pengetahuan tentang kolonisasi dapat menjadi acuan di masa mendatang untuk keperluan budidaya maupun pemberantasan, tergantung kebutuhan di lapangan.

Parameter yang digunakan untuk menentukan tipe dan tahapan kolonisasi adalah waktu kedatangan dan jumlah semut ratu, semut jantan, pekerja, larva, dan pupa semut hitam pada sarang. Selain itu dengan melihat jumlah telur, larva, pupa, dan imago semut hitam akan dapat dilihat pengaruh pakan alternatif terhadap perkembangan koloni pada masing-masing fase hidup semut hitam.



Gambar 2. Kerangka pemikiran

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan selama lima minggu pada bulan Juli sampai September 2006. Penelitian dilaksanakan di perkebunan kakao PT Perkebunan Nusantara IX Getas Semarang, Afdeling Banaran.

#### **B. Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan adalah :

1. Sarang dari daun kakao kering. Gambar sarang buatan dapat dilihat pada Gambar 7 (Lampiran 8)
2. Gula kelapa
3. Susu coklat kental manis merek INDOMILK
4. Kepala ikan mujair
5. Kloroform 100 % digunakan untuk membius atau mematikan semut sehingga memudahkan pengamatan
6. Kapas, digunakan untuk meletakkan susu kental manis dan membius dengan kloroform

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah :

1. Neraca Ohaus skala 100 gram
2. Lup ( kaca pembesar )
3. Gelas ukur ukuran 10 ml

4. Mikroskop cahaya
5. Kuas, digunakan untuk memisahkan semut hitam saat penghitungan
6. Tali rafia  $\pm$  30 cm x 100 sarang untuk membuat sarang dan memasang sarang pada pohon
7. Pisau / cutter, digunakan untuk memotong bahan pakan (kepala ikan dan gula kelapa) dan memotong tali
8. Kantung plastik warna hitam ukuran 1/4 kg 20 buah.
9. Kertas karton ukuran 30 x 30 cm untuk pengamatan

### **C. Cara Kerja**

#### **1. Rancangan Percobaan**

Percobaan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Ada tiga perlakuan yang akan diberikan pada sarang dan satu sarang kontrol sebagai pembanding. Penelitian dilakukan dengan lima kali ulangan selama 5 minggu. Setiap satu kali pengamatan diperlukan sarang sebanyak 20 buah, sehingga selama penelitian diperlukan 100 buah sarang. Keempat perlakuan yang digunakan adalah:

1. Sarang tanpa pakan (kontrol).
2. Sarang dengan pakan gula kelapa 10 gram
3. Sarang dengan pakan susu kental manis 10 ml
4. Sarang dengan pakan kepala ikan segar 10 gram

## 2. Cara Kerja

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan kerja, yaitu :

### a. Tahap Persiapan

Tahap persiapan terdiri atas penelitian pendahuluan, pemilihan kebun percobaan, penyediaan sarang, dan penyiapan bahan pakan alternatif.

#### 1). Penelitian pendahuluan.

Penelitian pendahuluan dilakukan selama seminggu untuk mengetahui berapa lama pakan yang diujikan akan habis. Hal ini bertujuan agar selama penelitian sarang tidak kehabisan makanan yang menyebabkan semut berpindah ke tempat yang lain. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pakan dari susu dan gula kelapa akan bertahan antara 3-4 hari, sedangkan pakan dari kepala ikan dapat bertahan sampai satu minggu.

Selain itu dengan penelitian pendahuluan akan diketahui kondisi lingkungan dan tanaman di petak percobaan. Dari penelitian ini dapat dipilih areal yang jumlah semutnya merata pada semua pohon dan pohon-pohon yang jauh dari sarang hewan yang dapat menjadi pengganggu.

#### 2). Pemilihan kebun percobaan

Kebun percobaan dipilih lahan tanaman kakao yang berusia sama (tahun tanam 1989), varietasnya sama (varietas Amelonado), dan memiliki jarak tanam 2 x 2 meter. Perkebunan kakao tempat penelitian berada di daerah dengan ketinggian  $\pm$  650 meter dari permukaan laut, memiliki curah hujan rata-rata 14-16 mm/tahun, dan suhu antara 20-30<sup>0</sup> C.

### 3). Penyediaan sarang

Sarang terbuat dari daun kakao kering yang banyak terdapat di areal perkebunan. Pemilihan daun kakao diharapkan akan mempermudah penerapan atau aplikasi hasil penelitian di masa mendatang karena selama ini daun kakao. Selain itu daun kakao memiliki permukaan yang luas sehingga mudah dibuat sarang.

Pembuatan sarang dilakukan dengan cara melipat dan menggabungkan 7 daun kakao kering menjadi bentuk kerucut, kemudian diikat dengan tali rafia. Sarang buatan mempunyai ukuran diameter 5-10 cm dan tinggi  $\pm$  20 cm. Sarang dipasang secara acak pada 100 pohon kakao. Pemasangan antara sarang dengan bahan pakan yang sama diusahakan tidak saling berdekatan. Sarang dipasang pada percabangan sekunder tanaman kakao dan diikat dengan tali rafia. Sarang dipasang pada ketinggian kurang lebih 1,5 meter dari permukaan tanah (Lampiran 8 Gambar 7).

### 4). Pesiapan bahan pakan

Perlakuan yang diberikan adalah dengan menggunakan tiga bahan pakan yang berbeda untuk melihat proses kolonisasi semut hitam *D. thoracicus* di sarang buatan. Ketiga bahan pakan yang diujikan tersebut adalah: gula kelapa, susu kental manis, dan kepala ikan. Sebagai pembanding ketiga perlakuan tersebut dipasang satu kontrol atau sarang tanpa pakan.

Bahan pakan yang berasal dari gula kelapa dimasukkan ke dalam sarang yang berbentuk kerucut. Sarang kemudian ditutup dengan daun kakao agar pakan tidak hilang diambil binatang-binatang yang lain atau hanya dicuri oleh

semut tanpa menempati sarang tersebut. Berat gula kelapa yang diberikan dalam satu sarang adalah 10 gram.

Susu kental manis diberikan sebanyak 10 ml. Pemberiannya dengan cara dioleskan terlebih dahulu pada kapas, kemudian dimasukkan ke dalam sarang dan ditutup dengan daun kakao agar tidak dicuri binatang lain. Susu yang digunakan adalah susu coklat kental manis. Setiap menambahkan bahan pakan susu kental manis, pakan pengganti tersebut berasal dari jenis yang sama.

Ikan segar yang digunakan pada sarang buatan adalah ikan mujair, yaitu bagian kepalanya. Berat kepala ikan yang digunakan adalah 10 gram setiap sarang. Sarang ditutup dengan daun kakao kering. Kepala ikan diikat dengan tali dan dihubungkan atau diikatkan pada cabang terdekat, sehingga kepala ikan tidak berada di dalam sarang, melainkan menumpang di atas sarang. Hal ini dilakukan karena jika pakan dimasukkan ke dalam sarang, maka akan menimbulkan belatung sehingga semut tidak mau datang. Selain itu pakan ditalikan agar tidak hilang dibawa semut ke tempat yang lain atau diambil binatang lain.

#### b. Tahap Pemeliharaan

Pakan yang berasal dari gula kelapa, susu kental manis, dan kepala ikan diganti setiap tiga hari sekali, tanpa mengganti sarang. Pakan pengganti berasal dari bahan yang sama dan kadarnya sama.

Sarang dipasang pada 100 pohon kakao pada waktu yang sama dan diamati setelah sarang berada pada pohon kakao selama satu minggu, dua minggu,

tiga minggu, empat minggu, dan lima minggu. Setiap pengamatan diperlukan sarang sebanyak 20 buah, sehingga selama penelitian diperlukan 100 buah sarang.

Pengambilan sarang dari pohon kakao dilakukan dengan cara memasang kantong plastik terlebih dahulu di bawah sarang. Sebelum kantong plastik dipasang, di dalamnya diberi kapas yang dibasahi dengan larutan kloroform 100 % agar semut terbius atau langsung mati untuk memudahkan pengamatan. Kemudian tali rafia dipotong sehingga sarang akan masuk ke dalam kantong plastik.

#### c. Pengamatan

Pengamatan dilakukan dengan membongkar sarang dan mengamati semut hitam di tiap perlakuan. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan lup atau kaca pembesar dan di laboratorium menggunakan mikroskop cahaya.

### **D. Pengambilan Data**

Data atau parameter yang diambil dalam penelitian adalah :

1. Semut pekerja
2. Semut ratu
3. Semut jantan
4. Jumlah telur
5. Jumlah larva
6. Jumlah pupa
7. Jumlah imago

### **E. Analisis Data**

Data yang berupa semut pekerja, ratu, semut jantan dideskripsikan untuk menjelaskan tentang tipe kolonisasi. Data yang berupa ratu, pekerja, larva, dan pupa digunakan untuk mengetahui tahapan kolonisasi semut hitam. Data yang berupa jumlah telur, larva, pupa dan imago semut hitam dianalisa dengan Uji Kruskal-Wallis dan dilanjutkan dengan Uji Distribution-Free Multiple Comparison (DFMC) pada taraf 5 % untuk mengetahui pengaruh pakan alternatif pada koloni semut hitam pada masing-masing stadium.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Kolonisasi Semut Hitam *Dolichoderus thoracicus* Smith

Semut hitam sebagai serangga sosial dalam hidupnya akan mengalami proses interaksi dengan sesamanya dan membentuk suatu masyarakat yang disebut koloni. Dua hal yang perlu diperhatikan dalam kolonisasi, yaitu tipe atau cara terbentuknya koloni dan tahapan-tahapan dalam proses kolonisasi.

##### 1. Tipe Kolonisasi

Sekelompok semut bisa disebut sebagai sebuah koloni apabila telah ada kasta reproduktif, yaitu semut ratu di dalam kelompok tersebut. Tipe kolonisasi ada 2, yaitu kolonisasi oleh kasta reproduktif yang diawali oleh ratu dan pejantan serta kolonisasi secara migrasi yang diawali oleh kedatangan semut pekerja. Berdasarkan kedua tipe tersebut, maka parameter yang diamati untuk menentukan tipe kolonisasi adalah kehadiran ratu, semut jantan, dan pekerja semut hitam.

Tabel 1. Kehadiran ratu, jantan, dan pekerja semut hitam *D. thoracicus* di sarang buatan dengan pakan alternatif pada tiga minggu pertama pengamatan

Perlakuan	Minggu I			Minggu II			Minggu III		
	Ratu	Jantan	Pekerja	Ratu	Jantan	Pekerja	Ratu	Jantan	Pekerja
Kontrol	—	—	l	—	—	l	l	l	l
Gula kelapa	—	—	l	—	—	l	l	l	l
Susu kental	—	—	l	l	l	l	l	l	l
Kepala Ikan	l	l	l	l	l	l	l	l	l

Keterangan : — = tidak ada

l = ada

Hasil pengamatan terhadap kedatangan semut hitam *D. thoracicus* kasta ratu, jantan, dan pekerja pada sarang buatan diketahui bahwa proses kolonisasi selalu diawali oleh kedatangan semut pekerja. Setelah beberapa waktu, perpindahan semut pekerja ke sarang yang baru akan diikuti oleh semut ratu dan semut jantan (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa proses kolonisasi terjadi secara migrasi.

Kolonisasi diawali oleh migrasi semut pekerja dari koloni yang lain ke sarang perlakuan. Semut pekerja, terutama yang bertugas mencari makanan aktif berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain untuk mencari sumber makanan. Proses pencarian makanan atau survei semut pekerja menjadi titik awal terbentuknya koloni baru. Mekanisme pengaturan koloni dan pembagian kerja antar anggota koloni sangat teratur termasuk dalam pencarian makanan dan aktivitas-aktivitas lainnya.

Semut pekerja pencari pakan akan menunggu kedatangan semut pekerja lain yang bertugas melakukan patroli atau biasanya disebut semut pekerja patroli sebelum melaksanakan tugasnya untuk mencari makanan (Gordon, 2003). Semut pekerja patroli bertugas melakukan survei atau mencari jalan dan memberi tanda jalur yang mereka tempuh dan juga pada makanan yang nantinya harus dibawa pulang oleh pekerja yang datang berikutnya. Apabila semut patroli tidak kembali ke dalam sarang, maka aktivitas pencarian makanan pada hari itu juga tidak akan berlangsung.

Proses pencarian makanan oleh kelompok-kelompok pekerja menyebabkan terjadinya interaksi di antara pekerja tersebut. Interaksi di antara

pekerja akan membawa informasi-informasi kepada ratu di sarang seperti tentang keberadaan sumber makanan, sarang, predator atau tentang koloni tetangga baik yang spesiesnya sama maupun yang berbeda spesies dan berpotensi sebagai kompetitor di daerah tersebut. Proses penyampaian informasi tentang sumber makanan tersebut akan direspon ratu dengan keputusan apakah akan melakukan migrasi (baik seluruh anggota koloni maupun sebagian anggota koloni) atau tetap berada di sarangnya yang lama.

Pengamatan terhadap ratu semut hitam *D. thoracicus* Smith di dalam sarang menunjukkan bahwa pada minggu pertama, sarang dengan pakan kepala ikan telah terdapat semut ratu (Tabel 1). Jadi hanya sarang dengan pakan dari kepala ikan segar yang telah terbentuk koloni baru pada minggu pertama. Pada sarang dengan pakan kepala ikan juga telah ditemukan semut jantan dan pekerja. Keberadaan semut pekerja di sarang menunjukkan bahwa koloni terbentuk secara migrasi, di mana semut pekerja telah datang ke sarang tersebut sebelum semut ratu datang. Hal ini dikarenakan semut pekerja yang ada pada minggu pertama bukan merupakan keturunan hasil perkawinan ratu dan semut jantan yang baru tersebut. Semut hitam memerlukan waktu minimal 40 hari untuk mencapai tahap imago, sehingga dalam waktu satu minggu tidak mungkin telah dihasilkan pekerja baru. Jadi, semut pekerja yang berada di dalam sarang berasal dari koloni lain yang telah datang sebelumnya atau melakukan migrasi sebelum ratu.

Koloni pada sarang perlakuan dengan pakan dari susu kental manis terbentuk pada minggu kedua. Semut pekerja telah ditemukan di dalam sarang pada minggu pertama, sedangkan ratu baru ditemukan pada minggu kedua. Jadi

semut pekerja telah datang lebih dahulu ke sarang perlakuan daripada ratu. Hal ini menunjukkan bahwa kolonisasi semut hitam *D. thoracicus* terjadi secara migrasi. Koloni pada sarang dengan pakan dari gula kelapa terbentuk pada minggu ketiga dan terbentuknya koloni secara migrasi yang diawali oleh migrasi semut pekerja pada minggu pertama dan kedua yang kemudian diikuti oleh semut ratu pada minggu ketiga. Koloni pada sarang tanpa pakan (kontrol) mulai terbentuk pada minggu ketiga. Dua minggu pertama pengamatan belum ditemukan adanya ratu dan jantan, akan tetapi telah ditemukan semut pekerja. Hal ini menunjukkan bahwa semut pekerja telah datang lebih dahulu daripada ratu dan menjadi perintis kolonisasi pada sarang buatan.

Ada tiga faktor yang mendukung agar semut hitam cepat membentuk koloni, yaitu: makanan, sarang, dan semut antagonis (Hutauruk, 1976). Akan tetapi, faktor terbesar yang menyebabkan terjadinya kolonisasi secara migrasi adalah karena adanya faktor makanan. Makanan menjadi *atraktan* terbentuknya koloni semut hitam karena pakan merupakan sumber kebutuhan yang utama bagi semut hitam. Pakan dengan kualitas yang baik dan jumlahnya cukup akan menjamin kelangsungan hidup dan kelestarian koloni semut di alam.

Komposisi gizi yang berbeda-beda pada pakan yang diujikan menyebabkan terjadinya perbedaan waktu terjadinya kolonisasi. Protein diduga merupakan zat yang paling berpengaruh pada awal-awal kolonisasi karena protein diperlukan ratu untuk memproduksi telur dan pertumbuhan larvanya supaya cepat menjadi pekerja. Kandungan protein ikan segar lebih besar daripada susu, protein pada susu lebih besar dari gula kelapa, dan gula kelapa lebih besar daripada

kontrol (Lampiran 1). Hal ini menyebabkan waktu terbentuknya koloni pada sarang dengan pakan ikan lebih cepat daripada pakan yang lain.

## 2. Tahap Kolonisasi

Sebuah koloni akan terus berkembang sehingga mencapai jumlah yang besar dan stabil demi kelangsungan koloninya. Holldobler *and* Wilson (1990) menyatakan bahwa perkembangan koloni semut melalui 3 tahapan, yaitu: tahap pembentukan, tahap perluasan, dan tahap reproduksi.

Tahap pembentukan koloni yang terjadi secara migrasi diawali oleh kedatangan pekerja ke dalam sarang. Semut pekerja kemudian kembali ke sarangnya dan memberikan informasi kepada ratu setelah menemukan sarang baru. Semut pekerja kemudian memindahkan sebagian anakannya, terutama yang telah mencapai tahap larva dan pupa ke sarang baru yang mereka temukan (Gotwald, 1982). Hal ini menyebabkan pada minggu-minggu awal perlakuan telah ditemukan semut hitam pada fase larva dan pupa di sarang.

Tabel 2. Kehadiran pekerja, ratu, larva, dan pupa semut hitam *D. thoracicus* selama tiga minggu pertama pengamatan

Perlakuan	Minggu I				Minggu II				Minggu III			
	Pkrj	Rt	Lrv	Pp	Pkrj	Rt	Lrv	Pp	Pkrj	Rt	Lrv	Pp
Kontrol	I	—	—	—	I	—	I	I	I	I	I	I
Gula kelapa	I	—	—	—	I	—	I	I	I	I	I	I
Susu kental	I	—	—	—	I	I	I	I	I	I	I	I
Kepala Ikan	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Keterangan : — = tidak ada  
Pkrj = pekerja  
Lrv = larva

I = ada  
Rt = ratu  
Pp = pupa

Tahap pembentukan koloni pada sarang dengan pakan kepala ikan terjadi sebelum pengamatan mencapai satu minggu. Pengamatan pada minggu pertama telah ditemukan larva dan pupa, tetapi juga telah ditemukan ratu (Tabel 2). Larva dan pupa yang berada di sarang merupakan anakan yang berasal dari koloni lama yang dibawa ketika migrasi oleh pekerja, bukan anakan dari ratu di sarang perlakuan. Hal ini dikarenakan dalam siklus hidupnya semut hitam memerlukan waktu minimal 10 hari untuk menghasilkan larva.

Tahap pembentukan pada sarang dengan pakan susu kental manis terjadi sebelum minggu kedua. Larva dan pupa belum ditemukan di dalam sarang pada minggu pertama (Tabel 2) dan baru ditemukan pada minggu kedua bersama dengan ratu. Larva dan pupa pada sarang telah datang terlebih dahulu daripada ratu karena ratu baru akan bermigrasi setelah ada migrasi para pekerja dan anaknya, khususnya larva dan pupa.

Tahap pembentukan koloni pada sarang dengan pakan gula kelapa terjadi sebelum minggu ketiga pengamatan. Ratu, larva, dan pupa belum ditemukan pada sarang pada minggu pertama. Akan tetapi, pada minggu kedua telah ditemukan larva dan pupa di dalam sarang, sedangkan ratu baru pada minggu ketiga (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa tahap pembentukan terdiri dari tiga tahap, yaitu migrasi pekerja, migrasi pekerja dengan membawa larva dan pupa, dan baru diikuti oleh migrasi ratu. Tahap pembentukan koloni pada sarang tanpa pakan (kontrol) sama dengan yang terjadi pada sarang dengan pakan gula kelapa, yaitu sebelum minggu ketiga. Pekerja ditemukan pada pada minggu pertama, larva dan pupa pada minggu kedua, dan ratu baru ada pada minggu ketiga.

Tahapan yang kedua dalam kolonisasi menurut Holldobler *and* Wilson (1990) adalah tahap perluasan. Tahap perluasan ditandai dengan keberadaan semut ratu di dalam sarang. Migrasi semut pekerja yang membawa sebagian larva dan pupa akan diikuti oleh migrasi semut ratu ke sarang yang baru. Pada tahap perluasan, hanya ada seekor semut ratu. Semut ratu yang baru datang ke sarang akan segera berkonsentrasi untuk menghasilkan telur serta mengatur aktivitas koloni yang lain. Hal ini dikarenakan koloni telah memiliki para pekerja yang membantu tugas-tugas ratu merawat dan memberi makan larva serta menjaga sarangnya.

Tabel 3. Populasi semut ratu *D. thoracicus* di dalam sarang dengan penambahan pakan alternatif.

Perlakuan	Minggu ke -				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	0	0	1	1	2
Gula kelapa	0	0	1	2	4
Susu kental	0	1	1	3	4
Kepala ikan	1	2	2	6	11

Tahap perluasan pada sarang dengan pakan kepala ikan terjadi sejak minggu pertama pengamatan, dimana telah ditemukan seekor ratu (Tabel 3). Kolonisasi pada sarang dengan pakan kepala ikan berlangsung cepat sehingga setelah migrasi pekerja yang membawa larva dan pupa, ratu segera menyusul ke sarang baru tersebut. Migrasi ratu terjadi lebih cepat karena pada sarang terdapat *atractan* yang telah terdeteksi atau ditemukan lebih cepat karena bau ikan yang menyebar sampai jauh. Gotwald (1982) menyatakan bahwa migrasi beberapa spesies semut berlangsung sangat cepat jika ada tempat baru yang lebih

menguntungkan, bahkan dapat terjadi hanya dalam waktu beberapa jam setelah kepergian semut pekerjanya.

Tahap perluasan pada sarang dengan pakan susu kental manis terjadi mulai minggu kedua, pada sarang dengan pakan gula kelapa terjadi pada minggu ketiga pengamatan, dan tahap perluasan pada sarang kontrol terjadi mulai minggu ketiga. Hal ini ditandai dengan keberadaan seekor semut ratu di dalam sarang (Tabel 3).

Tahapan yang ketiga dalam kolonisasi adalah tahap reproduksi. Tahap reproduksi adalah waktu dimana semut ratu melakukan perkawinan dengan jantan untuk memproduksi pekerja dan juga kasta reproduktif yang baru, yaitu ratu dan semut jantan. Koloni semut hitam biasanya memiliki lebih dari satu ekor ratu. Tahap reproduksi menghasilkan ratu dan semut jantan baru dalam jumlah tertentu untuk membantu kerja-kerja semut ratu ataupun yang nantinya akan meninggalkan sarang dan membentuk koloni baru (Holldobler *and* Wilson, 1990).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sarang dengan pakan kepala ikan segar memasuki tahap reproduksi lebih cepat daripada sarang yang lain, yaitu pada minggu kedua, yang ditandai dengan ditemukannya 2 ekor ratu pada sarang (Tabel 3). Tahap reproduksi pada sarang perlakuan susu kental manis dan gula kelapa terjadi sejak minggu keempat, sedangkan pada sarang kontrol, koloni memasuki tahap reproduksi pada minggu kelima (Tabel 3).

Kandungan protein pada kepala ikan yang tinggi mendukung koloni untuk memasuki tahap reproduksi lebih cepat. Protein diperlukan semut terutama pada awal-awal pembentukan koloni sebagai makanan pokok bagi ratu. Protein mendukung ratu untuk menghasilkan keturunan dalam jumlah besar karena

protein akan mempengaruhi produksi telur dan kemampuan untuk bertahan sampai dewasa. Produksi telur yang tinggi akan mempengaruhi pertumbuhan jumlah pekerja dalam sebuah koloni. Apabila jumlah pekerja dalam koloni sudah banyak, maka ratu akan segera memproduksi ratu yang baru, sehingga semakin cepat pertumbuhan jumlah pekerjanya, membuat ratu akan segera memproduksi ratu yang baru untuk membantu tugas-tugas di dalam koloni.

Holldobler *and* Wilson (1990) menyatakan bahwa koloni akan memasuki tahap reproduksi jika telah mencapai jumlah populasi tertentu. Semut ratu akan menghasilkan ratu baru, semut jantan dan kasta-kasta yang lain jika populasi imago di dalam sarang telah mencapai ukuran tertentu.

Tabel 4. Rata-rata jumlah imago *D. thoracicus* Smith dengan penambahan pakan alternatif

Perlakuan	Minggu ke -				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	44	74,8	105,6	207,2	298,8 *
Gula kelapa	46,6	133	167	381,4 *	421,6 *
Susu	68,6	180	176,6	489 *	537,6 *
Kepala ikan	133,6	408,4 *	576,8 *	991,2 *	1569 *

Keterangan : \* = tahap reproduksi

Koloni memasuki tahap reproduksi (menghasilkan ratu baru) jika jumlah imago minimal berjumlah sekitar 300 ekor. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Kalshoven (1981), bahwa minimal pada 100 – 200 ekor semut pekerja terdapat seekor ratu. Semut hitam akan selalu menghasilkan ratu yang baru karena semut hitam *D. thoracicus* termasuk spesies yang dalam satu koloninya terdapat lebih dari satu semut ratu (Kalshoven, 1981). Ratu baru akan

segera membantu menghasilkan telur yang lebih banyak dan membantu pengaturan aktivitas-aktivitas di dalam koloni.

### B. Pengaruh Pakan pada Koloni Semut Hitam

Pakan merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan serangga. Pakan yang kualitas gizinya bagus dan jumlahnya cukup, akan mendorong perkembangan serangga lebih cepat. Kebutuhan semut akan gizi pada setiap tahap perkembangannya, mulai pada stadia larva, pupa, dan imago berbeda-beda baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya (Chapman, 1971).

#### a. Telur

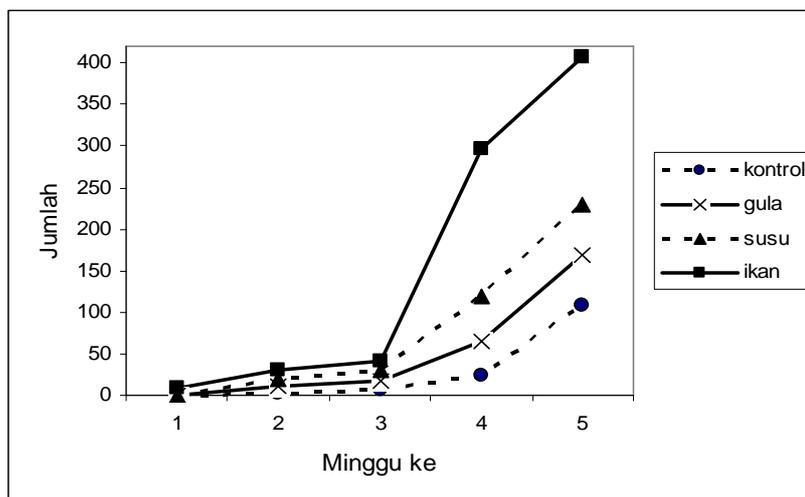
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semut hitam mampu memproduksi telur atau mau memindahkan telurnya dari koloninya yang lama ke semua sarang perlakuan. Jadi pakan yang diujikan bisa menjadi *attractan* kedatangan atau migrasi semut hitam dan cukup mendukung bagi ratu untuk memproduksi telur.

Tabel 5. Rata-rata jumlah telur semut hitam *D. thoracicus* Smith dengan penambahan pakan alternatif.

Perlakuan	Minggu ke -				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	0 A a	3,2 A b	5,8 A c	24,4 A d	109,2 A e
Gula kelapa	0 A a	11,4 B bc	18,2 B bc	65,8 B d	167,8 B e
Susu kental	0 A a	19,6 C bc	29,8 C bc	119,4 C d	229,2 C e
Kepala ikan	8,4 B a	29,4 D bc	40,8 D bc	296,4 D d	407,2 D e

Keterangan : - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf besar yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$  ).  
 - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$  ).

Pertumbuhan jumlah telur semut hitam *D. thoracicus* selama lima minggu pengamatan pada semua perlakuan dapat digambarkan dalam bentuk kurva pada Gambar 3.



Gambar 3. Pertumbuhan populasi telur semut hitam *D. thoracicus* Smith dengan pemberian pakan alternatif selama lima minggu.

Hasil analisis statistik terhadap jumlah telur pada masing-masing perlakuan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara keempat perlakuan yang diujikan (Tabel 5). Sarang dengan pakan kepala ikan setiap minggunya mempunyai rata-rata jumlah telur paling tinggi dibandingkan dengan pakan yang lain (Tabel 5). Perbedaan jumlah telur dipengaruhi oleh kualitas makanan yang dicerna oleh imagonya.

Makanan dengan kualitas gizi rendah akan mempengaruhi produksi telur semut hitam. Produksi telur semut dipengaruhi oleh kandungan protein dari makanan. Chapman (1971) menyatakan bahwa protein diperlukan serangga untuk memproduksi kuning telur. Apabila kandungan protein pada pakan tinggi, maka

semut akan memproduksi telur lebih banyak. Kepala ikan mengandung protein paling tinggi jika dibandingkan dengan pakan yang lainnya (Lampiran 1). Hal ini menyebabkan produksi telur semut hitam di sarang dengan pakan kepala ikan lebih tinggi dibanding dengan sarang yang lain.

Air yang terkandung di dalam pakan juga akan mempengaruhi produksi telur semut (Wigglesworth, 1972). Kandungan air yang cukup, baik untuk produksi telur secara maksimal. Kandungan air pada ikan paling tinggi jika dibandingkan dengan pakan yang lain (Lampiran 1). Kandungan protein dan air yang tinggi pada sarang dengan pakan ikan segar menyebabkan ratu mampu memproduksi telur lebih banyak daripada sarang dengan pakan yang lain.

Hasil analisis terhadap jumlah telur semut hitam *D. thoracicus* berdasarkan waktu pengamatan menunjukkan bahwa waktu berpengaruh pada jumlah telur semut hitam. Pada sarang kontrol, jumlah telur berbeda nyata setiap minggunya, sedangkan pada ketiga perlakuan yang lain menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara minggu pertama dan minggu kedua. Setelah itu jumlah telur berbeda nyata mulai minggu keempat (Tabel 5). Jadi secara umum jumlah telur mengalami peningkatan yang signifikan pada minggu keempat pengamatan (Gambar 3).

#### b. Larva

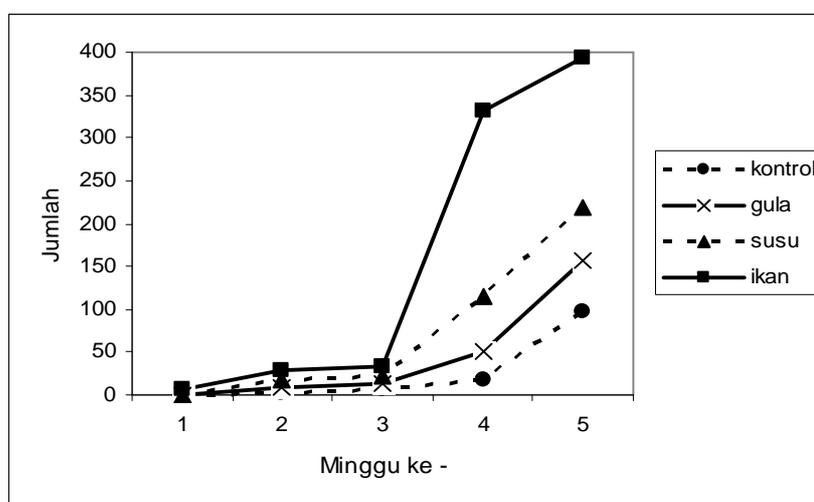
Larva merupakan tahap perkembangan serangga yang memerlukan suplai makanan yang cukup sebelum berubah menjadi pupa, sehingga jumlah larva sangat dipengaruhi oleh makanan yang diberikan semut pekerjanya.

Tabel 6. Rata-rata jumlah larva semut hitam *D. thoracicus* Smith dengan penambahan pakan alternatif.

Perlakuan	Minggu ke -				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	0 A a	3,2 A b	7,2 A c	18,6 A d	96,2 A e
Gula kelapa	0 A a	9,6 B bc	14,2 B bc	51,8 B d	156,2 BC e
Susu kental	0 A a	16,6 C bc	22,2 C bc	115,2 C d	217,8 BC e
Kepala ikan	7 B a	28,8 D bc	33,4 D bc	330,6 D de	394,6 D de

Keterangan : - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf besar yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ )  
 - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ )

Pertumbuhan jumlah larva semut hitam selama lima minggu pengamatan pada semua sarang perlakuan dapat digambarkan dalam kurva pada Gambar 4.



Gambar 4. Pertumbuhan populasi larva semut hitam *D. thoracicus* Smith dengan pemberian pakan alternatif selama lima minggu.

Pengamatan jumlah larva menunjukkan bahwa pemberian pakan alternatif memberikan pengaruh terhadap jumlah larva di sarang buatan. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara kontrol dengan ketiga pakan yang diujikan (Tabel 6). Sarang dengan pakan kepala ikan memiliki rata-rata jumlah larva yang lebih tinggi dibandingkan ketiga sarang yang lain.

Perbedaan jumlah larva di dalam sarang diduga dipengaruhi oleh jenis makanannya. Hal ini disebabkan jenis pakan yang berbeda kandungan gizinya juga akan mempengaruhi persentase tetas telur menjadi larva.

Ikan mengandung protein yang lebih tinggi dibandingkan pakan yang lain (Lampiran 1). Chapman (1971) menyatakan bahwa kemampuan serangga untuk meletakkan telur dan kemampuan tetas telur serangga dipengaruhi oleh kandungan protein di dalam pakannya. Semakin tinggi kandungan protein dalam pakan, telur yang dihasilkan semakin banyak dan persentase tetas telur menjadi larva juga semakin tinggi. Unsur protein kemungkinan juga menyebabkan telur semakin cepat menetas menjadi larva atau memperpendek masa stadia telur.

Pengamatan semut hitam *D. thoracicus* pada stadia telur menunjukkan bahwa jumlah telur pada sarang dengan pakan kepala ikan paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain (Tabel 5). Hal ini menyebabkan jumlah larva yang terdapat di dalam sarang dengan pakan kepala ikan segar juga tinggi. Semakin banyak telur yang dihasilkan oleh ratu, jumlah larva akan semakin banyak, karena persentase telur yang menetas menjadi larva juga lebih besar.

Hasil pengamatan selama lima minggu menunjukkan bahwa waktu berpengaruh pada jumlah larva. Pada sarang kontrol, jumlah larva berbeda nyata setiap minggunya, sedangkan pada ketiga perlakuan yang lain, larva mulai berbeda nyata pada minggu keempat (Tabel 6) atau jumlah larva mengalami peningkatan yang signifikan mulai minggu keempat pengamatan (Gambar 4).

### c. Pupa

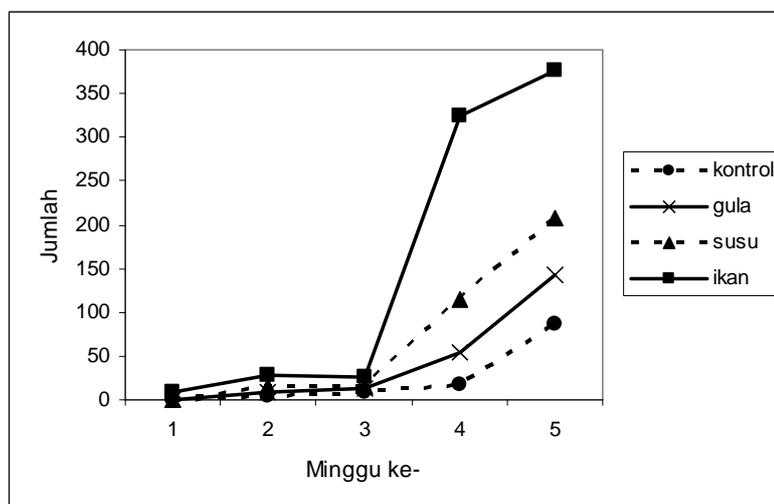
Perkembangan semut hitam pada fase pupa dipengaruhi oleh makanan yang dicerna selama fase larva. Pada fase pupa, walaupun tidak makan, tetapi semut tetap melakukan aktivitas metabolisme, sehingga tetap memerlukan energi (Rahmawadi, 1997). Energi tersebut diperoleh dari penguraian unsur-unsur makanan yang disimpan di dalam tubuhnya ketika masih berbentuk larva, sehingga makanan akan mempengaruhi jumlah larva yang akan berubah menjadi pupa. Jika selama fase larva semut hitam mendapatkan suplai makanan yang baik, maka jumlah larva yang akan berubah menjadi pupa akan semakin banyak, dan sebaliknya, jika suplai makanan pada saat larva kurang baik, maka jumlah pupa yang dihasilkan juga akan sedikit.

Tabel 7. Rata-rata jumlah pupa *D. thoracicus* Smith dengan penambahan pakan alternatif.

Perlakuan	Minggu ke -				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	0 A a	4 A b	7,6 AC c	17,2 A d	86,4 A e
Gula kelapa	0 A a	8 BC bc	13,4 BC bc	54,2 BC d	142 B e
Susu kental	0 A a	14,8 BC bc	15,8 ABC bc	114 BC d	206,8 C e
Kepala ikan	7,6 B a	27,2 D bc	25,8 D bc	324,8 D de	376,6 D de

Keterangan : - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf besar yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ )  
 - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ )

Pertumbuhan populasi pupa semut hitam selama lima minggu pengamatan pada semua sarang perlakuan dapat digambarkan dalam bentuk kurva pada Gambar 5.



Gambar 5. Pertumbuhan populasi pupa semut hitam *D. thoracicus* Smith. dengan pemberian pakan alternatif selama lima minggu

Hasil analisis statistik terhadap jumlah pupa semut hitam *D. thoracicus* di dalam sarang menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pakan kepala ikan pada pengamatan minggu pertama setelah pemasangan sarang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada minggu-minggu berikutnya terjadi perbedaan yang nyata antara keempat sarang, kecuali pada minggu ketiga (Tabel 7). Sarang dengan pakan kepala ikan memiliki jumlah pupa paling tinggi dibandingkan dengan ketiga perlakuan yang lain. Hal ini diduga karena kandungan protein pada ikan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pakan yang lain (Lampiran 1). Protein mendukung pertumbuhan larva untuk menjadi pupa.

Hasil analisis terhadap jumlah pupa berdasarkan waktu pengamatan menunjukkan bahwa pada semua perlakuan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata mulai minggu kedua pengamatan, pada minggu kedua-ketiga peningkatan kurang signifikan dan terjadi peningkatan jumlah pupa secara signifikan lagi pada minggu keempat (Gambar 5). Peningkatan jumlah pupa berkaitan erat dengan

jumlah telur dan jumlah larva pada minggu sebelumnya, sehingga grafiknya sama (Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa antara jumlah telur, larva, dan pupa saling berhubungan, yaitu jumlah telur akan mempengaruhi jumlah larva, dan jumlah larva akan mempengaruhi jumlah pupa. Semakin banyak telur yang dihasilkan, maka semakin banyak pula larva dan pupa di dalam sarang, dan sebaliknya.

#### d. Imago

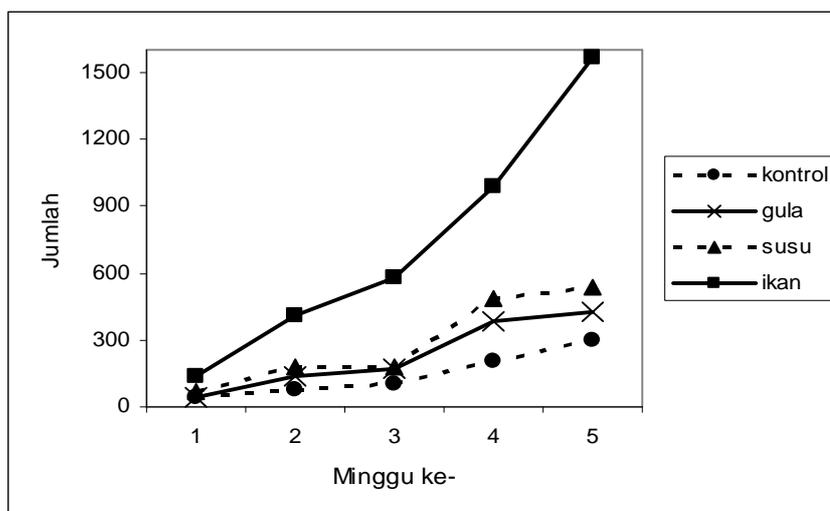
Imago semut hitam *D. thoracicus* mayoritas adalah pekerja dan sudah terdapat pada semua sarang perlakuan sejak minggu pertama pengamatan. Semut hitam dari kasta pekerja koloni lain yang bertugas mencari makanan merupakan perintis berdirinya koloni baru di sarang buatan. Migrasi semut hitam dari koloni yang lain mendorong ditemukannya imago semut hitam lebih cepat pada sarang perlakuan.

Tabel 8. Rata-rata jumlah imago *D. thoracicus* Smith dengan penambahan pakan alternatif.

Perlakuan	Minggu ke -				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	44 AB a	74,8 A b	105,6 A c	207,2 A d	298,8 A e
Gula kelapa	46,6 AB a	133 BC bc	167 BC bc	381,4 B de	421,6 B de
Susu kental	68,6 C a	180 BC bc	176,6 BC bc	489 C de	537,6 C de
Kepala ikan	133,6 D a	408,4 D b	576,8 D c	991,2 D d	1569 D e

Keterangan : - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf besar yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ )  
 - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ )

Pertumbuhan populasi imago semut hitam selama lima minggu pengamatan pada semua perlakuan dapat digambarkan dalam bentuk kurva pada Gambar 6.



Gambar 6. Pertumbuhan populasi imago semut hitam *D. thoracicus* Smith dengan pemberian pakan alternatif

Hasil analisis statistik terhadap jumlah imago semut hitam *D. thoracicus* di sarang menunjukkan bahwa pengamatan sejak minggu kedua terdapat perbedaan yang nyata antara sarang kontrol dengan ketiga sarang yang lain. Pada minggu pertama, perbedaan antara kontrol dengan gula kelapa tidak nyata. Perbedaan yang nyata antar perlakuan terjadi pada minggu keempat dan kelima (Tabel 8).

Sarang perlakuan dengan pakan kepala ikan segar ternyata lebih disukai oleh semut hitam *D. thoracicus*, dimana jumlah rata-rata imago semut pada sarang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini mungkin dikarenakan kandungan gizi pada pakan dan juga bau dari ikan segar yang menyebar jauh sehingga memungkinkan untuk lebih mudah ditemukan semut hitam. Bau menjadi salah satu sumber rangsangan bagi semut hitam dalam memilih makanan tersebut.

Selain itu, kandungan gizi yang terdapat di dalam kepala ikan kemungkinan lebih dibutuhkan oleh semut hitam. Gizi dapat mempengaruhi

pertumbuhan dan perkembangan semut hitam *D. thoracicus*. Kepala ikan mengandung protein dan air lebih tinggi daripada pakan yang lain (Lampiran 1). Protein dibutuhkan oleh semut hitam *D. thoracicus* pada waktu-waktu tertentu, khususnya pada waktu ratu aktif memproduksi telur. Selain itu protein diperlukan semut untuk pertumbuhan larva.

Hasil analisis terhadap jumlah imago semut hitam *D. thoracicus* berdasarkan waktu pengamatan menunjukkan bahwa sarang kontrol dan sarang dengan pakan kepala ikan menunjukkan peningkatan yang signifikan setiap minggu (Tabel 8). Pada kedua perlakuan yang lain (gula kelapa dan susu kental manis), peningkatan jumlah imago setiap minggunya kurang signifikan (Tabel 8) dan (Gambar 6).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. KESIMPULAN**

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan :

1. Kolonisasi semut hitam *Dolichoderus thoracicus* Smith :
  - a. Tipe pembentukan koloni pada semua perlakuan adalah secara migrasi
  - b. Kolonisasi pada sarang buatan sudah mencapai tahap reproduksi
2. Proses kolonisasi dipengaruhi oleh faktor makanan
  - a. Koloni pada sarang kontrol dan sarang dengan pakan gula kelapa terbentuk pada minggu ketiga pengamatan, pada sarang dengan pakan susu kental manis terbentuk pada minggu kedua, dan pada sarang dengan pakan kepala ikan terbentuk pada minggu pertama
  - b. Jenis pakan yang paling baik untuk kolonisasi semut hitam adalah kepala ikan.

#### **B. SARAN**

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan beberapa hal, yaitu:

1. Penelitian lebih lanjut tentang simbiosis antara semut hitam dan kutu putih serta dampak negatif yang mungkin ditimbulkan.
2. Penelitian dengan pakan yang murah atau tidak dikonsumsi manusia, seperti: kepala ikan, organ-organ dalam (jerohan) ikan, sisa-sisa nasi, limbah organik, ampas tahu, dan lain-lain.
3. Memperbanyak pemasangan sarang di areal perkebunan

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. "Ants". <http://www.pestcontrolcanada.com/ants.htm>. 04 April 2007.
- Anonim a. 2003. "Ant Colonies".  
[http://www.amonline.net.au/factsheets/ant\\_colonies.htm](http://www.amonline.net.au/factsheets/ant_colonies.htm). 10 Mei 2006.
- Anonim. 2005. Ayo Makan Ikan. *Artikel*. Departemen Kelautan dan Perikanan RI. Jakarta.
- Anonim. 1988. *Ensiklopedi Indonesia Seri Fauna Serangga*. PT Dai Nippon Printing Indonesia. Jakarta.
- Anonim b. 2003. "Integrated Pest Management Manual Ant".  
<http://www.nature.nps.gov/biology/ipm/manual/ants.cfm>. 10 Mei 2006.
- Anonim. 1998. "The Ants". <http://www.bubblegum-production.com>. 30 Januari 2007.
- Bakri, A.H., M. Asid, dan M.J. Redshaw. 1986. Pemberantasan *Helopeltis* sp. secara Terpadu dengan Menggunakan Semut Hitam dan Bahan Kimia pada Tanaman Coklat di Sumatera Utara. *Prosiding Temu Ilmiah Entomologi Perkebunan Indonesia*. Medan.
- Borror, D.J, C.A. Triplehorn, and N.F. Johnson. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga* Edisi ke-6. Diterjemahkan oleh Soetiyono Partosoedjono. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Cadapan, E.P; M. Moezir dan A.A. Prihatin. 1990. Semut Hitam. *Berita Perlindungan Tanaman Perkebunan* 2 (1): 5-6.
- Chapman, R.F. 1971. *The Insect Structure and Function*. The English University Press Ltd. London.
- Daly, H.V., J.T. Doyen, and P.R. Ehrlich. 1978. *Introduction to Insect Biology and Diversity*. International Student Edition. Mc. Graw-Hill Kogakusha, Ltd. Tokyo.
- Elzinga, R.J. 1978. *Fundamentals of Entomology*. Departement of Entomology Kansa State University. New Delhi.
- Engels, W. 1990. *Social Insect*. Springer Verlag. Berlin.
- Enwistle, P.T. 1972. *Pest of Cocoa*. Longman. London.

- Giesberger, G. 1983. Biological Control of The Helopeltis Pest of Cocoa in Java. *American Cocoa Research Institute and International Office of Cocoa and Chocolate*. New York.
- Gordon, D.M. 2003. "The Organization of Work in Social Insect Colonies". <http://eclectic.ss.uci.edu/~drwhite/Complexity/Gordon-1.pdf>. 02 Januari 2007.
- Gotwald, W. H. 1982. "Army Ants". <http://antbase.org/ants/publications/11022/11022.pdf>. 18 Januari 2007.
- Hasan, T. 1984. *Rayap dan Pemberantasannya*. Yayasan Pembinaan Watak dan Bangsa. Jakarta.
- Ho, C.T. and K.C. Khoo. 1997. Partners in Biological Control of Cocoa Pests: Mutualism between *Dolichoderus thoracicus* (Hymenoptera: Formicidae) and *Cataenococcus hispidus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Bulletin of Entomological Research*. 87: 461-470.
- Holldobler, B. and E.O. Wilson. 1990. *The Ant*. Springer-Verlag. Berlin.
- House, H.L. 1977. Nutrition of Natural Enemies. in R.L. Ridgway and S.B. Vinson. (eds.) *Biological Control by Augmentation of Natural Enemies, Insect, and Mites Control with Parasites and Predator*. Plenum Press. New York. Pp. 480.
- Hutauruk, C.H. 1976. Pemberantasan *Helopeltis sp.* di Perkebunan Teh Daerah Simalungun Sumatera Utara. *Warta Balai Penelitian Tanaman Kakao*. 2 (3/4) : 205-217.
- Indomilk. 2006. "Product Knowledge". <http://www.indomilk.scm susu kental manis capenaak.php.html>. 10 Mei 2006.
- Isngirini, M, A. Lenoir, and P. Jaisson. 1985. Preimaginal Learning as A Basis of Colony-Brood Recognition in The Ant *Cataglyphis cursor*. *Proc. National Academy Science USA*. 82 : 8545-8547.
- Jatmika, A, M.A. Hamzah dan D. Siahaan. 1990. Alternatif Produk Olahan Dari Nira Kelapa. *Buletin Manggar*. 3 (3): 20-24.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *Pest of Crop in Indonesia*. PT Ichtiar Baru-Van Hove. Revised by Van der Laan. Jakarta.

- Karindah, S. 1992. *Entomologi*. Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fak. Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Klugl, F. 2001. Simulated Ant Colonies as a Framework for Evolutionary Models. *Proc. of the International Conference on Intelligent Methods in Processing and Manufacturing of Materials*. Vancouver.
- Mangoendihardjo, S, F.X. Wagiman, dan A.T.P. Irianti. 1988. Uji Pakan Buatan Untuk Pemeliharaan *Curinus coeruleus*, Mulsant. *Prosiding Lokakarya Penelitian dan Penanggulangan Kutu Loncat Lamtoro*. Universitas Gajah Mada dan Perhimpunan Entomologi Indonesia. Yogyakarta.
- Mele, V. P. dan N.T.T. Cuc. 2004. Semut Sahabat Petani: Meningkatkan Hasil Buah-buahan dan Menjaga Kelestarian Lingkungan Bersama Semut Rangrang. Diterjemahkan oleh Subekti Rahayu. *World Agroforestry Centre*. Jakarta.
- Metcalf, C.L. and W.P. Flint. 1962. *Destructive and Useful Insect: Their Habits and Control*. Mc Graw-Hill. New York.
- Putra, S.N. 1994. *Serangga di Sekitar Kita*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Rahmawadi, H. 1997. "Pengaruh Pemberian Pakan terhadap Preferensi Hadir Semut Hitam (*Dolicoderus thoracicus* Smith) pada Tanaman Kakao." *Skripsi*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Rosmahani, L. 2006. "Review Hasil Pengkajian Penerapan PHT pada Sayuran". <http://jatim.litbang.deptan.go.id>. 10 Januari 2007.
- Samiyanto. 1990. Semut dan Perannya dalam Pengendalian Hama pada Tanaman Kakao. *Warta Lembaga Pendidikan Perkebunan*. IV: 2-5.
- Santoso, S. 2001. *Buku Latihan SPSS Statistisk Non Parametrik*. Penerbit PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Sulaiman, 2001. "Penggunaan Semut Hitam *Dolichoderus thoracicus* dalam Pengendalian Hama Tanaman Kakao *Theobroma cacao*". *Laporan Penelitian*. Departement of Plant Protection Faculty of Agriculture-University Putra Malaysia. Kuala Lumpur.
- Sulistyowati, E. 1988. Pengendalian Biologis dan Prospeknya Pada Hama Tanaman Kakao. *Warta Balai Penelitian Tanaman Kakao*. Balai Penelitian Perkebunan. Jember.

- Sunanto, H. 1992. *Cokelat: Budidaya, Pengolahan Hasil, dan Aspek Ekonominya*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sunjaya, P.I. 1970. *Dasar-Dasar Ekologi Serangga*. Bagian Ilmu Hama Tanaman Pertanian IPB. Bogor.
- Way, M.J. and K.C. Khoo. 1992. Role of ant in pest management. *Annual Review of Entomology*. 37: 479-503
- Wigglesworth, V.B. 1972. *The Principles of Insect Physiology*. Seventh Edition. Chapman and Hall. London.
- Wikipedia. 2007. "Colony (biology)".  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Colony\\_\(biology\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Colony_(biology)). 1 Maret 2007
- \_\_\_\_\_. 2007. "Mealybug". <http://en.wikipedia.org/wiki/Mealybug>.  
01 Maret 2007.
- Wiratno, E.A, Wikardi, dan I.M Trisawa. 1997. Ekobiologi *Helopeltis theivora* (Miriidae: Heteroptera) pada Tanaman Jambu Mente. *Prosiding Seminar nasional Tantangan Entomologi Abad XXI*. Bogor.
- Yahya, H. 2004. "Menjelajah Dunia Semut". <http://www.harunyahya.com>. 15 Mei 2006.

Lampiran 1. Daftar komposisi gizi pakan alternatif yang diujikan

Tabel 9. Kandungan Gizi Gula Kelapa

<b>Komposisi</b>	<b>Standar Nilai Gizi per 100 g</b>
Karbohidrat	91,5 g
Protein	1,77 g
Lemak	1.42 g
Air	11,95 g

( Jatmika, 1990 ).

Tabel 10. Kandungan Gizi Susu Kental Manis (Indomilk)

<b>Komposisi</b>	<b>Standar Nilai Gizi per 100 g</b>
Karbohidrat	56.0 g
Protein	5.0 g
Lemak	8.0 g
Air	27 g

( Indomilk, 2006 ).

Tabel 11. Kandungan Gizi Ikan segar

<b>Komposisi</b>	<b>Standar Nilai Gizi per 100 g</b>
Karbohidrat	2.88 g
Protein	16 g
Lemak	2 g
Air	80 g

( Anonim, 2005 ).

Lampiran 2. Data pengamatan jumlah ratu dan pejantan semut hitam *D. thoracicus* Smith

## Minggu I

Kasta	Perlakuan																							
	Kontrol						Gula Kelapa						Susu						Ikan segar					
	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X
Ratu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0.6
Pejantan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0.8

## Minggu II

Kasta	Perlakuan																							
	Kontrol						Gula Kelapa						Susu						Ikan segar					
	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X
Ratu	0	1	0	1	0	0.4	0	1	0	0	1	0.4	0	1	0	2	0	0.6	1	2	1	1	3	1.6
Pejantan	0	1	0	1	0	0.4	0	1	0	0	1	0.4	0	2	0	1	0	0.6	1	2	0	1	2	1.2

## Minggu III

Kasta	Perlakuan																							
	Kontrol						Gula Kelapa						Susu						Ikan segar					
	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X
Ratu	0	1	1	0	1	0.6	1	2	1	0	0	0.8	1	2	1	0	1	1	1	3	3	2	1	2
Pejantan	0	0	2	0	1	0.6	1	2	0	0	0	0.6	1	2	2	0	1	1.2	1	3	3	3	1	2.2

Lampiran 2. Data pengamatan jumlah ratu dan pejantan semut hitam *D. thoracicus* Smith (lanjutan)

## Minggu IV

Kasta	Perlakuan																							
	Kontrol						Gula Kelapa						Susu						Ikan segar					
	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X
Ratu	2	1	1	2	0	1.2	4	3	2	1	1	2.2	5	2	1	4	1	2.6	5	6	7	10	4	6.4
Pejantan	2	1	1	2	0	1.2	4	4	3	1	1	2.6	7	2	2	5	1	3.4	5	6	7	12	4	6.8

## Minggu V

Kasta	Perlakuan																							
	Kontrol						Gula Kelapa						Susu						Ikan segar					
	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X
Ratu	2	1	3	3	2	2.2	5	2	6	4	3	4	3	6	5	4	2	4	7	7	15	18	10	11.4
Pejantan	3	1	4	5	2	3	10	2	6	6	3	5.4	3	7	4	6	2	4.4	8	8	10	22	12	12

Lampiran 3. Data hasil pengamatan semut hitam *D. thoracicus* pada semua stadium**Minggu I**

Perlakuan	Telur						Larva						Pupa						Imago					
	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	46	30	35	62	44
Gula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	37	60	68	38	46.6
Susu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	53	54	84	110	68.6
Ikan	6	8	15	8	5	8.4	4	6	10	8	7	7	4	7	12	8	7	7.6	95	87	260	142	84	133.6

**Minggu II**

Perlakuan	Telur						Larva						Pupa						Imago					
	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X
Kontrol	0	7	0	9	0	3.2	0	7	0	9	0	3.2	0	8	0	12	0	4	81	60	84	79	70	74.8
Gula	9	14	8	19	7	11.4	8	12	4	18	6	9.6	8	11	5	12	4	8	140	164	85	189	87	133
Susu	10	10	15	36	27	19.6	9	11	15	30	18	16.6	4	12	13	28	17	14.8	112	202	121	154	311	180
Ikan	15	35	34	25	38	29.4	11	34	31	25	43	28.8	9	34	30	25	38	27.2	312	514	317	414	485	408.4

Lampiran 3. Data hasil pengamatan semut hitam *D. thoracicus* pada semua stadium (Lanjutan)**Minggu III**

Perlakuan	Telur						Larva						Pupa						Imago					
	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X
Kontrol	1	10	10	4	4	5.8	2	14	12	5	3	7.2	3	15	13	4	3	7.6	87	127	124	95	95	105.6
Gula	17	40	15	9	10	18.2	14	32	10	8	7	14.2	13	30	10	7	7	13.4	157	276	144	112	146	167
Susu	25	54	25	17	28	29.8	20	42	18	12	19	22.2	18	26	12	10	13	15.8	170	248	123	147	195	176.6
Ikan	25	72	41	40	26	40.8	18	50	36	38	25	33.4	11	38	27	33	20	25.8	508	639	573	627	537	576.8

**Minggu IV**

Perlakuan	Telur						Larva						Pupa						Imago					
	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X
Kontrol	38	15	22	28	19	24.4	29	9	16	24	15	18.6	27	8	15	25	11	17.2	287	141	197	261	150	207.2
Gula	74	43	105	53	54	65.8	62	31	92	34	40	51.8	79	35	88	29	40	54.2	340	302	525	282	458	381.4
Susu	118	124	80	180	95	119.4	115	116	84	170	91	115.2	112	120	80	166	92	114	524	567	377	616	361	489
Ikan	195	286	485	254	262	296.4	236	315	445	351	306	330.6	220	317	435	342	310	324.8	921	965	982	1143	945	991.2

Lampiran 3. Data hasil pengamatan semut hitam *D. thoracicus* pada semua stadium (Lanjutan)**Minggu V**

Perlakuan	Telur						Larva						Pupa						Imago					
	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X	I	II	III	IV	V	X
Kontrol	140	75	115	125	91	109.2	124	68	95	114	80	96.2	111	64	88	95	74	86.4	330	234	331	354	245	298.8
Gula	138	160	175	236	130	167.8	127	142	164	224	124	156.2	116	134	154	211	95	142	612	355	396	416	329	421.6
Susu	165	370	271	214	126	229.2	154	351	264	201	119	217.8	138	336	251	165	114	206.8	405	854	608	450	371	537.6
Ikan	312	330	560	400	434	407.2	296	324	540	386	427	394.6	270	307	521	375	410	376.6	1381	1470	1820	1464	1610	1569

Lampiran 4. Analisa data pengamatan berdasarkan perlakuan

### 1). Minggu ke-1.

#### NPar Tests

#### Kruskal-Wallis Test

##### Ranks

	perlakuan minggu ke 1	N	Mean Rank
jumlah telur pada minggu ke 1	kontrol	5	8.00
	gula	5	8.00
	susu	5	8.00
	kepala ikan	5	18.00
	Total	20	
jumlah larva pada minggu ke 1	kontrol	5	8.00
	gula	5	8.00
	susu	5	8.00
	kepala ikan	5	18.00
	Total	20	
jumlah pupa pada minggu ke 1	kontrol	5	8.00
	gula	5	8.00
	susu	5	8.00
	kepala ikan	5	18.00
	Total	20	
jumlah imago pada minggu ke 1	kontrol	5	6.30
	gula	5	6.90
	susu	5	11.50
	kepala ikan	5	17.30
	Total	20	

##### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	jumlah telur pada minggu ke 1	jumlah larva pada minggu ke 1	jumlah pupa pada minggu ke 1	jumlah imago pada minggu ke 1
Chi-Square	18.531	18.506	18.531	11.137
df	3	3	3	3
Asymp. Sig.	.000	.000	.000	.011

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: perlakuan minggu ke 1

Keterangan :

- Nilai Asymp. Sig. < 0,05 artinya ada perbedaan yang signifikan.
- Nilai Asymp. Sig. > 0,05 artinya tidak ada perbedaan yang signifikan.

Lampiran 4. Analisa data pengamatan berdasarkan perlakuan (lanjutan)

## 2). Minggu ke-2

### NPar Tests

#### Kruskal-Wallis Test

##### Ranks

	perlakuan minggu ke 2	N	Mean Rank
jumlah telur pada minggu ke 2	kontrol	5	3.60
	gula	5	8.60
	susu	5	13.30
	kepala ikan	5	16.50
	Total	20	
jumlah larva pada minggu ke 2	kontrol	5	4.10
	gula	5	8.50
	susu	5	12.70
	kepala ikan	5	16.70
	Total	20	
jumlah pupa pada minggu ke 2	kontrol	5	5.10
	gula	5	8.00
	susu	5	12.50
	kepala ikan	5	16.40
	Total	20	
jumlah imago pada minggu ke 2	kontrol	5	3.00
	gula	5	9.60
	susu	5	11.40
	kepala ikan	5	18.00
	Total	20	

##### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	jumlah telur pada minggu ke 2	jumlah larva pada minggu ke 2	jumlah pupa pada minggu ke 2	jumlah imago pada minggu ke 2
Chi-Square	13.662	12.672	10.683	16.303
df	3	3	3	3
Asymp. Sig.	.003	.005	.014	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: perlakuan minggu ke 2

Keterangan :

- Nilai Asymp. Sig. < 0,05 artinya ada perbedaan yang signifikan.
- Nilai Asymp. Sig. > 0,05 artinya tidak ada perbedaan yang signifikan.

Lampiran 4. Analisa data pengamatan berdasarkan perlakuan (lanjutan)

### 3). Minggu ke-3.

#### NPar Tests Kruskal-Wallis Test

##### Ranks

	perlakuan minggu ke 3	N	Mean Rank
jumlah telur pada minggu ke 3	kontrol	5	3.60
	gula	5	8.80
	susu	5	13.50
	kepala ikan	5	16.10
	Total	20	
jumlah larva pada minggu ke 3	kontrol	5	4.60
	gula	5	8.10
	susu	5	13.00
	kepala ikan	5	16.30
	Total	20	
jumlah pupa pada minggu ke 3	kontrol	5	6.00
	gula	5	8.90
	susu	5	11.30
	kepala ikan	5	15.80
	Total	20	
jumlah imago pada minggu ke 3	kontrol	5	3.80
	gula	5	9.40
	susu	5	10.80
	kepala ikan	5	18.00
	Total	20	

##### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	jumlah telur pada minggu ke 3	jumlah larva pada minggu ke 3	jumlah pupa pada minggu ke 3	jumlah imago pada minggu ke 3
Chi-Square	13.088	11.520	7.402	14.645
df	3	3	3	3
Asymp. Sig.	.004	.009	.060	.002

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: perlakuan minggu ke 3

Keterangan :

- Nilai Asymp. Sig. < 0,05 artinya ada perbedaan yang signifikan.
- Nilai Asymp. Sig. > 0,05 artinya tidak ada perbedaan yang signifikan.

Lampiran 4. Analisa data pengamatan berdasarkan perlakuan (lanjutan)

#### 4). Minggu ke-4.

### NPar Tests Kruskal-Wallis Test

#### Ranks

	perlakuan minggu ke 4	N	Mean Rank
jumlah telur pada minggu ke 4	kontrol	5	3.00
	gula	5	8.40
	susu	5	12.60
	kepala ikan	5	18.00
	Total	20	
jumlah larva pada minggu ke 4	kontrol	5	3.00
	gula	5	8.40
	susu	5	12.60
	kepala ikan	5	18.00
	Total	20	
jumlah pupa pada minggu ke 4	kontrol	5	3.00
	gula	5	8.20
	susu	5	12.80
	kepala ikan	5	18.00
	Total	20	
jumlah imago pada minggu ke 4	kontrol	5	3.20
	gula	5	8.80
	susu	5	12.00
	kepala ikan	5	18.00
	Total	20	

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	jumlah telur pada minggu ke 4	jumlah larva pada minggu ke 4	jumlah pupa pada minggu ke 4	jumlah imago pada minggu ke 4
Chi-Square	17.331	17.331	17.583	16.383
df	3	3	3	3
Asymp. Sig.	.001	.001	.001	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: perlakuan minggu ke 4

Keterangan :

- Nilai Asymp. Sig. < 0,05 artinya ada perbedaan yang signifikan.
- Nilai Asymp. Sig. > 0,05 artinya tidak ada perbedaan yang signifikan.

Lampiran 4. Analisa data pengamatan berdasarkan perlakuan (lanjutan)

5). Minggu ke-5.

**NPar Tests**  
**Kruskal-Wallis Test**

**Ranks**

	perlakuan minggu ke 5	N	Mean Rank
jumlah telur pada minggu ke 5	kontrol	5	3.60
	gula	5	9.20
	susu	5	11.60
	kepala ikan	5	17.60
	Total	20	
jumlah larva pada minggu ke 5	kontrol	5	3.30
	gula	5	9.50
	susu	5	11.60
	kepala ikan	5	17.60
	Total	20	
jumlah pupa pada minggu ke 5	kontrol	5	3.30
	gula	5	9.10
	susu	5	12.00
	kepala ikan	5	17.60
	Total	20	
jumlah imago pada minggu ke 5	kontrol	5	3.60
	gula	5	8.80
	susu	5	11.60
	kepala ikan	5	18.00
	Total	20	

**Test Statistics<sup>a,b</sup>**

	jumlah telur pada minggu ke 5	jumlah larva pada minggu ke 5	jumlah pupa pada minggu ke 5	jumlah imago pada minggu ke 5
Chi-Square	14.417	14.934	15.220	15.423
df	3	3	3	3
Asymp. Sig.	.002	.002	.002	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: perlakuan minggu ke 5

Keterangan :

- Nilai Asymp. Sig. < 0,05 artinya ada perbedaan yang signifikan.
- Nilai Asymp. Sig. > 0,05 artinya tidak ada perbedaan yang signifikan.

Lampiran 5. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan perlakuan

Langkah – langkah Uji Distribution-Free Multiple Comparison (DFMC) pada taraf 5 % menurut Santoso (2001) adalah :

- a. Data digabung dan diurutkan dari terkecil ke terbesar dan dibuat ranking. Ranking dengan angka yang sama dilakukan rata-rata. Dilakukan penjumlahan angka ranking untuk perlakuan yang sama berdasarkan nomor ranking yang didapat.
- b. Perhitungan nilai uji probabilitas ( misalkan diberi tanda U ), dengan rumus :

$$U = z \sqrt{\frac{n.k(k+1)}{6}} \text{ dimana } z = \frac{a}{k(k-1)}$$

Keterangan :

n = jumlah ulangan

k = jumlah perlakuan

a = 0,05

Nilai z kemudian dicari pada z tabel

- c. Perbandingan perlakuan dengan syarat:

$$|R_j - R_j'| \geq U \Rightarrow \text{berbeda nyata.}$$

$$|R_j - R_j'| \leq U \Rightarrow \text{tidak beda nyata.}$$

Keterangan :

$$|R_j - R_j'| = \text{selisih jumlah ranking 2 perlakuan yang dibandingkan.}$$

Lampiran 5. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan perlakuan (lanjutan)

**1. Minggu I**

Parameter	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Telur	Kontrol vs Gula kelapa	0	10,76
	Kontrol vs Susu	0	10,76
	Kontrol vs ikan	50	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	0	10,76
	Gula kelapa vs susu	0	10,76
	Gula kelapa vs ikan	50*	10,76
	Susu vs kontrol	0	10,76
	Susu vs gula kelapa	0	10,76
	Susu vs ikan	50*	10,76
	Ikan vs kontrol	50*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	50*	10,76
	Ikan vs susu	50*	10,76
Larva	Kontrol vs Gula kelapa	0	10,76
	Kontrol vs Susu	0	10,76
	Kontrol vs ikan	50*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	0	10,76
	Gula kelapa vs susu	0	10,76
	Gula kelapa vs ikan	50*	10,76
	Susu vs kontrol	0	10,76
	Susu vs gula kelapa	0	10,76
	Susu vs ikan	50*	10,76
	Ikan vs kontrol	50*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	50*	10,76
	Ikan vs susu	50*	10,76
Pupa	Kontrol vs Gula kelapa	0	10,76
	Kontrol vs Susu	0	10,76
	Kontrol vs ikan	50*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	0	10,76
	Gula kelapa vs susu	0	10,76
	Gula kelapa vs ikan	50*	10,76
	Susu vs kontrol	0	10,76
	Susu vs gula kelapa	0	10,76
	Susu vs ikan	50*	10,76
	Ikan vs kontrol	50*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	50*	10,76
	Ikan vs susu	50*	10,76

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 5. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan perlakuan (lanjutan)

Parameter	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Imago	Kontrol vs Gula kelapa	3	10,76
	Kontrol vs Susu	26*	10,76
	Kontrol vs ikan	55*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	3	10,76
	Gula kelapa vs susu	23*	10,76
	Gula kelapa vs ikan	52*	10,76
	Susu vs kontrol	26*	10,76
	Susu vs gula kelapa	23*	10,76
	Susu vs ikan	29*	10,76
	Ikan vs kontrol	55*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	52*	10,76
	Ikan vs susu	29*	10,76

## 2. Minggu II

Parameter	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Telur	Kontrol vs Gula kelapa	25*	10,76
	Kontrol vs Susu	48,5*	10,76
	Kontrol vs ikan	64,5*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	25*	10,76
	Gula kelapa vs susu	23,5*	10,76
	Gula kelapa vs ikan	39,5*	10,76
	Susu vs kontrol	48,5*	10,76
	Susu vs gula kelapa	23,3*	10,76
	Susu vs ikan	16*	10,76
	Ikan vs kontrol	64,5*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	39,5*	10,76
	Ikan vs susu	16*	10,76
Larva	Kontrol vs Gula kelapa	22*	10,76
	Kontrol vs Susu	43*	10,76
	Kontrol vs ikan	63*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	22*	10,76
	Gula kelapa vs susu	21*	10,76
	Gula kelapa vs ikan	41*	10,76
	Susu vs kontrol	43*	10,76
	Susu vs gula kelapa	21*	10,76
	Susu vs ikan	20*	10,76
	Ikan vs kontrol	63*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	41*	10,76
	Ikan vs susu	20*	10,76

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 5. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan perlakuan (lanjutan)

Parameter	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Pupa	Kontrol vs Gula kelapa	14,5*	10,76
	Kontrol vs Susu	20*	10,76
	Kontrol vs ikan	56,5*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	14,5*	10,76
	Gula kelapa vs susu	5,5	10,76
	Gula kelapa vs ikan	42*	10,76
	Susu vs kontrol	20*	10,76
	Susu vs gula kelapa	5,5	10,76
	Susu vs ikan	36,5*	10,76
	Ikan vs kontrol	56,5*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	42*	10,76
	Ikan vs susu	36,5*	10,76
Imago	Kontrol vs Gula kelapa	33*	10,76
	Kontrol vs Susu	42*	10,76
	Kontrol vs ikan	75*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	33*	10,76
	Gula kelapa vs susu	9	10,76
	Gula kelapa vs ikan	42*	10,76
	Susu vs kontrol	42*	10,76
	Susu vs gula kelapa	9	10,76
	Susu vs ikan	33*	10,76
	Ikan vs kontrol	75*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	42*	10,76
	Ikan vs susu	33*	10,76

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 5. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan perlakuan (lanjutan)

**3. Minggu III**

Parameter	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Telur	Kontrol vs Gula kelapa	26*	10,76
	Kontrol vs Susu	49,5*	10,76
	Kontrol vs ikan	62,5*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	26*	10,76
	Gula kelapa vs susu	23,5*	10,76
	Gula kelapa vs ikan	36,5*	10,76
	Susu vs kontrol	49,5*	10,76
	Susu vs gula kelapa	23,5*	10,76
	Susu vs ikan	13*	10,76
	Ikan vs kontrol	62,5*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	36,5*	10,76
	Ikan vs susu	13*	10,76
Larva	Kontrol vs Gula kelapa	17,5*	10,76
	Kontrol vs Susu	42*	10,76
	Kontrol vs ikan	58,5*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	17,5*	10,76
	Gula kelapa vs susu	24,4*	10,76
	Gula kelapa vs ikan	41*	10,76
	Susu vs kontrol	42*	10,76
	Susu vs gula kelapa	42*	10,76
	Susu vs ikan	16,5*	10,76
	Ikan vs kontrol	58,5*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	41*	10,76
	Ikan vs susu	16,5*	10,76
Pupa	Kontrol vs Gula kelapa	14,5*	10,76
	Kontrol vs Susu	10,5	10,76
	Kontrol vs ikan	49*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	14,5*	10,76
	Gula kelapa vs susu	4	10,76
	Gula kelapa vs ikan	34,5*	10,76
	Susu vs kontrol	10,5	10,76
	Susu vs gula kelapa	4	10,76
	Susu vs ikan	38,5*	10,76
	Ikan vs kontrol	49*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	34,5*	10,76
	Ikan vs susu	38,5*	10,76

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 5. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan perlakuan (lanjutan)

Parameter	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Imago	Kontrol vs Gula kelapa	28*	10,76
	Kontrol vs Susu	35*	10,76
	Kontrol vs ikan	71*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	28*	10,76
	Gula kelapa vs susu	7	10,76
	Gula kelapa vs ikan	43*	10,76
	Susu vs kontrol	35*	10,76
	Susu vs gula kelapa	7	10,76
	Susu vs ikan	36*	10,76
	Ikan vs kontrol	71*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	43*	10,76
	Ikan vs susu	36*	10,76

## 2. Minggu IV

Parameter	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Telur	Kontrol vs Gula kelapa	27*	10,76
	Kontrol vs Susu	48*	10,76
	Kontrol vs ikan	75*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	27*	10,76
	Gula kelapa vs susu	21*	10,76
	Gula kelapa vs ikan	48*	10,76
	Susu vs kontrol	48*	10,76
	Susu vs gula kelapa	21*	10,76
	Susu vs ikan	27*	10,76
	Ikan vs kontrol	75*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	48*	10,76
	Ikan vs susu	27*	10,76
Larva	Kontrol vs Gula kelapa	27*	10,76
	Kontrol vs Susu	48*	10,76
	Kontrol vs ikan	75*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	27*	10,76
	Gula kelapa vs susu	21*	10,76
	Gula kelapa vs ikan	48*	10,76
	Susu vs kontrol	48*	10,76
	Susu vs gula kelapa	21*	10,76
	Susu vs ikan	27*	10,76
	Ikan vs kontrol	75*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	48*	10,76
	Ikan vs susu	27*	10,76

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 5. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan perlakuan (lanjutan)

Parameter	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Pupa	Kontrol vs Gula kelapa	26*	10,76
	Kontrol vs Susu	34*	10,76
	Kontrol vs ikan	75*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	26*	10,76
	Gula kelapa vs susu	8	10,76
	Gula kelapa vs ikan	49*	10,76
	Susu vs kontrol	34*	10,76
	Susu vs gula kelapa	8	10,76
	Susu vs ikan	41*	10,76
	Ikan vs kontrol	75*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	49*	10,76
	Ikan vs susu	41*	10,76
Imago	Kontrol vs Gula kelapa	28*	10,76
	Kontrol vs Susu	44*	10,76
	Kontrol vs ikan	74*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	28*	10,76
	Gula kelapa vs susu	16*	10,76
	Gula kelapa vs ikan	46*	10,76
	Susu vs kontrol	44*	10,76
	Susu vs gula kelapa	16*	10,76
	Susu vs ikan	30*	10,76
	Ikan vs kontrol	74*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	46*	10,76
	Ikan vs susu	30*	10,76

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 5. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan perlakuan (lanjutan)

### 5. Minggu ke-V

Parameter	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Telur	Kontrol vs Gula kelapa	28*	10,76
	Kontrol vs Susu	40*	10,76
	Kontrol vs ikan	70*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	28*	10,76
	Gula kelapa vs susu	12*	10,76
	Gula kelapa vs ikan	42*	10,76
	Susu vs kontrol	40*	10,76
	Susu vs gula kelapa	12*	10,76
	Susu vs ikan	30*	10,76
	Ikan vs kontrol	70*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	42*	10,76
	Ikan vs susu	30*	10,76
Larva	Kontrol vs Gula kelapa	30,5*	10,76
	Kontrol vs Susu	40,5*	10,76
	Kontrol vs ikan	71*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	30,5*	10,76
	Gula kelapa vs susu	10	10,76
	Gula kelapa vs ikan	40,5*	10,76
	Susu vs kontrol	40,5*	10,76
	Susu vs gula kelapa	10	10,76
	Susu vs ikan	30,5*	10,76
	Ikan vs kontrol	71*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	40,5*	10,76
	Ikan vs susu	30,5*	10,76
Pupa	Kontrol vs Gula kelapa	29*	10,76
	Kontrol vs Susu	43,5*	10,76
	Kontrol vs ikan	71,5*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	29*	10,76
	Gula kelapa vs susu	14,5*	10,76
	Gula kelapa vs ikan	42,5*	10,76
	Susu vs kontrol	43,5*	10,76
	Susu vs gula kelapa	14,5*	10,76
	Susu vs ikan	28*	10,76
	Ikan vs kontrol	71,5*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	42,5*	10,76
	Ikan vs susu	28*	10,76

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 5. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan perlakuan (lanjutan)

Parameter	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Imago	Kontrol vs Gula kelapa	26*	10,76
	Kontrol vs Susu	40*	10,76
	Kontrol vs ikan	72*	10,76
	Gula kelapa vs kontrol	26*	10,76
	Gula kelapa vs susu	14*	10,76
	Gula kelapa vs ikan	46*	10,76
	Susu vs kontrol	40*	10,76
	Susu vs gula kelapa	14*	10,76
	Susu vs ikan	32*	10,76
	Ikan vs kontrol	72*	10,76
	Ikan vs gula kelapa	46*	10,76
	Ikan vs susu	32*	10,76

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 6. Analisa data pengamatan berdasarkan waktu.

**1). Perlakuan tanpa pakan (kontrol).**

**NPar Tests**

**Kruskal-Wallis Test**

**Ranks**

	MINGGU	N	Mean Rank
TELUR	1.00	5	4.50
	2.00	5	9.30
	3.00	5	11.40
	4.00	5	17.00
	5.00	5	22.80
	Total	25	
LARVA	1.00	5	4.50
	2.00	5	7.80
	3.00	5	12.20
	4.00	5	17.50
	5.00	5	23.00
	Total	25	
PUPA	1.00	5	4.50
	2.00	5	8.20
	3.00	5	12.70
	4.00	5	16.60
	5.00	5	23.00
	Total	25	
IMAGO	1.00	5	3.20
	2.00	5	7.80
	3.00	5	13.00
	4.00	5	18.80
	5.00	5	22.20
	Total	25	

**Test Statistics<sup>a,b</sup>**

	TELUR	LARVA	PUPA	IMAGO
Chi-Square	19.145	21.011	19.897	22.288
df	4	4	4	4
Asymp. Sig.	.001	.000	.001	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: MINGGU

Keterangan :

- Nilai Asymp. Sig. < 0,05 artinya ada perbedaan yang signifikan.
- Nilai Asymp. Sig. > 0,05 artinya tidak ada perbedaan yang signifikan.

Lampiran 6. Analisa data pengamatan berdasarkan waktu (lanjutan).

**2). Perlakuan gula kelapa.**

**NPar Tests**  
**Kruskal-Wallis Test**

**Ranks**

	MINGGU	N	Mean Rank
TELUR	1	5	3.00
	2	5	9.30
	3	5	11.70
	4	5	18.00
	5	5	23.00
	Total	25	
LARVA	1	5	3.00
	2	5	9.70
	3	5	11.50
	4	5	17.80
	5	5	23.00
	Total	25	
PUPA	1	5	3.00
	2	5	9.60
	3	5	11.60
	4	5	17.80
	5	5	23.00
	Total	25	
IMAGO	1	5	3.00
	2	5	9.80
	3	5	11.20
	4	5	19.80
	5	5	21.20
	Total	25	

**Test Statistics<sup>a,b</sup>**

	TELUR	LARVA	PUPA	IMAGO
Chi-Square	22.370	21.979	22.014	20.950
df	4	4	4	4
Asymp. Sig.	.000	.000	.000	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: MINGGU

Keterangan :

- Nilai Asymp. Sig. < 0,05 artinya ada perbedaan yang signifikan.
- Nilai Asymp. Sig. > 0,05 artinya tidak ada perbedaan yang signifikan.

Lampiran 6. Analisa data pengamatan berdasarkan waktu (lanjutan).

### 3). Perlakuan susu kental manis.

#### NPar Tests

#### Kruskal-Wallis Test

#### Ranks

	MINGGU	N	Mean Rank
TELUR	1	5	3.00
	2	5	9.40
	3	5	11.60
	4	5	18.40
	5	5	22.60
	Total	25	
LARVA	1	5	3.00
	2	5	9.30
	3	5	11.70
	4	5	18.40
	5	5	22.60
	Total	25	
PUPA	1	5	3.00
	2	5	10.40
	3	5	10.60
	4	5	18.80
	5	5	22.20
	Total	25	
IMAGO	1	5	3.00
	2	5	10.20
	3	5	10.80
	4	5	20.20
	5	5	20.80
	Total	25	

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	TELUR	LARVA	PUPA	IMAGO
Chi-Square	21.993	22.027	21.486	20.802
df	4	4	4	4
Asymp. Sig.	.000	.000	.000	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: MINGGU

Keterangan :

- Nilai Asymp. Sig. < 0,05 artinya ada perbedaan yang signifikan.
- Nilai Asymp. Sig. > 0,05 artinya tidak ada perbedaan yang signifikan.

Lampiran 6. Analisa data pengamatan berdasarkan waktu (lanjutan).

**4). Perlakuan kepala ikan.**

**NPar Tests**  
**Kruskal-Wallis Test**

**Ranks**

	MINGGU	N	Mean Rank
TELUR	1	5	3.10
	2	5	9.20
	3	5	11.70
	4	5	18.80
	5	5	22.20
	Total	25	
LARVA	1	5	3.00
	2	5	9.90
	3	5	11.10
	4	5	19.60
	5	5	21.40
	Total	25	
PUPA	1	5	3.40
	2	5	10.50
	3	5	10.10
	4	5	20.00
	5	5	21.00
	Total	25	
IMAGO	1	5	3.00
	2	5	8.20
	3	5	12.80
	4	5	18.00
	5	5	23.00
	Total	25	

**Test Statistics<sup>a,b</sup>**

	TELUR	LARVA	PUPA	IMAGO
Chi-Square	21.479	20.993	20.307	22.900
df	4	4	4	4
Asymp. Sig.	.000	.000	.000	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: MINGGU

Keterangan :

- Nilai Asymp. Sig. < 0,05 artinya ada perbedaan yang signifikan.
- Nilai Asymp. Sig. > 0,05 artinya tidak ada perbedaan yang signifikan.

Lampiran 7. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan waktu

**1. Telur**

Perlakuan	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Kontrol	Minggu I vs Minggu II	16*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	36,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	67,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	92,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	16*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	20,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	51,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	76,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	36,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	50,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	31*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	56*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	67,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	51,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	31*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	25*	14,05
	Minggu V vs Minggu I	92,5*	14,05
	Minggu V vs Minggu II	76,5*	14,05
	Minggu V vs Minggu III	56*	14,05
	Minggu V vs Minggu IV	25*	14,05
Gula kelapa	Minggu I vs Minggu II	31,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	43,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	75*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	100*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	31,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	12	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	43,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	68,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	43,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	12	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	31,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	56,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	75*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	43,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	31,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	25*	14,05
	Minggu V vs Minggu I	100*	14,05
Minggu V vs Minggu II	68,5*	14,05	
Minggu V vs Minggu III	56,5*	14,05	
Minggu V vs Minggu IV	25*	14,05	

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 7. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan waktu (lanjutan).

Perlakuan	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Susu	Minggu I vs Minggu II	32*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	43*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	77*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	98*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	32*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	11	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	45*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	66*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	43*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	11	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	34*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	55*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	77*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	45*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	34*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	21*	14,05
	Minggu V vs Minggu I	98*	14,05
	Minggu V vs Minggu II	66*	14,05
	Minggu V vs Minggu III	55*	14,05
	Minggu V vs Minggu IV	21*	14,05
Ikan	Minggu I vs Minggu II	30,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	43*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	78,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	95,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	30,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	12,5	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	48*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	65*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	43*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	15,5	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	35,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	52,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	78,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	48*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	35,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	17*	14,05
	Minggu V vs Minggu I	95,5*	14,05
Minggu V vs Minggu II	65*	14,05	
Minggu V vs Minggu III	52,5*	14,05	
Minggu V vs Minggu IV	17*	14,05	

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 7. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan waktu (lanjutan).

## 2. Larva

Perlakuan	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Kontrol	Minggu I vs Minggu II	16,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	38,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	65*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	92,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	16,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	22*	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	48,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	76*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	38,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	22*	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	26,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	54*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	65*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	48,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	26,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	27,5*	14,05
	Minggu V vs Minggu I	92,5*	14,05
	Minggu V vs Minggu II	76*	14,05
	Minggu V vs Minggu III	54*	14,05
	Minggu V vs Minggu IV	27,5*	14,05
Gula kelapa	Minggu I vs Minggu II	33,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	42,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	74*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	100*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	33,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	9	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	40,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	66,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	42,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	9	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	31,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	57,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	74*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	40,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	31,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	26*	14,05
	Minggu V vs Minggu I	100*	14,05
	Minggu V vs Minggu II	66,5*	14,05
	Minggu V vs Minggu III	57,5*	14,05
	Minggu V vs Minggu IV	26*	14,05

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 7. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan waktu (lanjutan).

Perlakuan	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Susu	Minggu I vs Minggu II	31,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	43,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	77*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	98*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	31,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	12	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	45,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	66,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	43,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	12	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	33,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	54,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	77*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	45,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	33,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	21*	14,05
	Minggu V vs Minggu I	98*	14,05
	Minggu V vs Minggu II	66,5*	14,05
	Minggu V vs Minggu III	54,5*	14,05
	Minggu V vs Minggu IV	21*	14,05
Ikan	Minggu I vs Minggu II	34,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	40,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	83*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	92*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	34,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	6	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	48,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	57,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	40,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	6	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	42,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	51,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	83*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	48,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	42,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	9	14,05
Minggu V vs Minggu I	92*	14,05	
Minggu V vs Minggu II	57,5*	14,05	
Minggu V vs Minggu III	51,5*	14,05	
Minggu V vs Minggu IV	9	14,05	

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 7. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan waktu (lanjutan).

### 3. Pupa

Perlakuan	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Kontrol	Minggu I vs Minggu II	18,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	41*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	60,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	92,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	18,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	22,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	42*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	74*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	41*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	22,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	19,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	51,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	60,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	42*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	19,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	32*	14,05
	Minggu V vs Minggu I	92,5*	14,05
	Minggu V vs Minggu II	74*	14,05
	Minggu V vs Minggu III	51,5*	14,05
	Minggu V vs Minggu IV	32*	14,05
Gula kelapa	Minggu I vs Minggu II	33*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	43*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	74*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	100*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	33*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	10	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	41*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	67*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	43*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	10	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	31*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	57*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	74*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	41*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	31*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	26*	14,05
	Minggu V vs Minggu I	100*	14,05
	Minggu V vs Minggu II	67*	14,05
	Minggu V vs Minggu III	57*	14,05
	Minggu V vs Minggu IV	26*	14,05

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 7. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan waktu (lanjutan).

Perlakuan	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Susu	Minggu I vs Minggu II	37*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	38*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	79*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	96*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	37*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	1	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	42*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	59*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	38*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	1	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	41*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	58*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	79*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	42*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	41*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	17*	14,05
	Minggu V vs Minggu I	96*	14,05
	Minggu V vs Minggu II	59*	14,05
	Minggu V vs Minggu III	58*	14,05
	Minggu V vs Minggu IV	17*	14,05
Ikan	Minggu I vs Minggu II	35,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	33,5*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	83*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	88*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	35,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	2	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	47,5*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	52,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	33,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	2	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	49,5*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	54,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	83*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	47,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	49,5*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	5	14,05
	Minggu V vs Minggu I	88*	14,05
Minggu V vs Minggu II	52,5*	14,05	
Minggu V vs Minggu III	54,5*	14,05	
Minggu V vs Minggu IV	5	14,05	

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 7. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan waktu (lanjutan).

#### 4. Imago

Perlakuan	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Kontrol	Minggu I vs Minggu II	23*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	49*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	78*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	95*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	23*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	26*	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	55*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	72*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	49*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	26*	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	29*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	46*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	78*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	55*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	29*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	17*	14,05
	Minggu V vs Minggu I	95*	14,05
	Minggu V vs Minggu II	72*	14,05
Minggu V vs Minggu III	46*	14,05	
Minggu V vs Minggu IV	17*	14,05	
Gula kelapa	Minggu I vs Minggu II	34*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	41*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	84*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	91*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	34*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	7	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	50*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	57*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	41*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	7	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	43*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	50*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	84*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	50*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	43*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	7	14,05
	Minggu V vs Minggu I	91*	14,05
	Minggu V vs Minggu II	57*	14,05
Minggu V vs Minggu III	50*	14,05	
Minggu V vs Minggu IV	7	14,05	

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 7. Uji DFMC pada taraf 5 % berdasarkan waktu (lanjutan).

Perlakuan	Perbandingan	$ R_j - R_j' $	U
Susu	Minggu I vs Minggu II	36*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	39*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	86*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	89*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	36*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	3	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	50*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	53*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	39*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	3	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	47*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	50*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	86*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	50*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	47*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	3	14,05
	Minggu V vs Minggu I	89*	14,05
	Minggu V vs Minggu II	53*	14,05
	Minggu V vs Minggu III	50*	14,05
	Minggu V vs Minggu IV	3	14,05
Ikan	Minggu I vs Minggu II	26*	14,05
	Minggu I vs Minggu III	49*	14,05
	Minggu I vs Minggu IV	75*	14,05
	Minggu I vs Minggu V	100*	14,05
	Minggu II vs Minggu I	26*	14,05
	Minggu II vs Minggu III	23*	14,05
	Minggu II vs Minggu IV	49*	14,05
	Minggu II vs Minggu V	74*	14,05
	Minggu III vs Minggu I	49*	14,05
	Minggu III vs Minggu II	23*	14,05
	Minggu III vs Minggu IV	26*	14,05
	Minggu III vs Minggu V	51*	14,05
	Minggu IV vs Minggu I	75*	14,05
	Minggu IV vs Minggu II	49*	14,05
	Minggu IV vs Minggu III	26*	14,05
	Minggu IV vs Minggu V	25*	14,05
Minggu V vs Minggu I	100*	14,05	
Minggu V vs Minggu II	74*	14,05	
Minggu V vs Minggu III	51*	14,05	
Minggu V vs Minggu IV	25*	14,05	

Ket. : \* = berbeda nyata

Lampiran 8. Gambar hasil Pengamatan

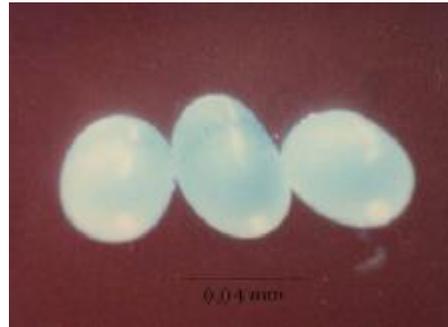


Gambar 7. Sarang Perlakuan



Gambar 8. Imago semut hitam *D. thoracicus* (perbesaran 40x)

## Lampiran 8. Gambar hasil Pengamatan (lanjutan)

Gambar 9. Telur semut hitam *D. thoracicus* (perbesaran 100x)Gambar 11. Larva semut hitam *D. thoracicus* (perbesaran 100x)Gambar 11. Pupa semut hitam *D. thoracicus* (perbesaran 100x)

**KOLONISASI SEMUT HITAM ( *Dolichoderus thoracicus* Smith )  
PADA TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) DENGAN  
PEMBERIAN PAKAN ALTERNATIF**

**Naskah Publikasi**



**Oleh:**

Setiawan Yuniar Wijaya

M 0401008

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2007**

**PERSETUJUAN**

Naskah Publikasi

**KOLONISASI SEMUT HITAM ( *Dolichoderus thoracicus* Smith )  
PADA TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) DENGAN  
PEMBERIAN PAKAN ALTERNATIF**

Oleh :

Setiawan Yuniar Wijaya

M 0401008

telah disetujui untuk dipublikasikan

Surakarta, April 2007

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

Muhammad Indrawan, M.Si  
NIP. 132 259 224

Dr. Sugiyarto, M.Si  
NIP. 132 007 622

Mengetahui

Ketua Jurusan Biologi

Drs. Wiryanto, M.Si  
NIP. 131 124 613

**KOLONISASI SEMUT HITAM ( *Dolichoderus thoracicus* Smith )  
PADA TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) DENGAN  
PEMBERIAN PAKAN ALTERNATIF**

**The Black Ants Colonization (*Dolichoderus thoracicus* Smith)  
in the Cocoa Cultivation (*Theobroma cacao* L.) with  
the Giving of Alternative Food**

Setiawan Yuniar Wijaya<sup>1</sup>, Muh. Indrawan<sup>2</sup>, Sugiyarto<sup>2</sup>

Jurusan Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Sebelas Maret Surakarta

The purposes of this research were to know the colonization of the black ants *Dolichoderus thoracicus* and to know the kind of alternative food which suitable for the black ants colonization in the cocoa cultivation. The alternative foods which given were coconut sugar, milk, and fish head. The qualitative data were the arrival time of the queens, males, workers, larvas, and pupas presented descriptively to know the colonization. The quantitative data (eggs, larvas, pupas, and imagos) were analyzed by Kruskal-Wallis test and continued DFMC test at 5 % level. The result of this research shown the type of black ant colonization is by migration. The colonization has been entered the reproduction stage. The most suitable food for the black ants colonization were fish head. The fish head also made the development of the black ants in all stadium (eggs, larvas, pupas, and imagos) faster than other foods. This is probably caused of protein contain in the fish head.

Key words : *Dolichoderus thoracicus*, cocoa cultivation, alternative food, colonization.

**PENDAHULUAN**

Tanaman kakao *Theobroma cacao* L. merupakan salah satu komoditi ekspor bagi Indonesia di pasaran dunia. Akan tetapi meskipun telah lama dibudidayakan, produksi biji kakao yang diperoleh masih tetap belum optimal dan bahkan mengalami penurunan. Salah satu faktor penyebab turunnya produksi biji kakao adalah serangan hama penghisap buah *Helopeltis antonii* (Sulistyowati, 1988).

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA UNS

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Biologi FMIPA UNS

Petani telah melakukan berbagai upaya untuk mengatasi serangan hama tersebut, salah satunya menggunakan insektisida. Akan tetapi, insektisida menimbulkan dampak negatif bagi manusia, lingkungan, dan flora dan fauna non-target. Oleh karena itu, harus ada usaha lain yang lebih efektif dan ramah lingkungan untuk menanggulangi hama *Helopeltis antonii*, salah satunya ialah pengendalian hama secara biologis dengan memanfaatkan musuh alaminya, yaitu semut hitam *Dolichoderus thoracicus* Smith (Sulaiman, 2001).

Semut hitam *D. thoracicus* bukan merupakan predator pemakan *H. antonii*, akan tetapi semut berkompetisi dengan *H. antonii* memperebutkan ruang atau tempat hidup pada pohon kakao. Semut hitam biasanya bersarang dan aktif bergerak pada pohon, cabang, daun, dan buah kakao sehingga membuat imago *H. antonii* tidak dapat makan serta meletakkan telurnya pada buah kakao (Cadapan dkk., 1990). Semakin banyak koloni semut hitam akan membuat hama *H. antonii* tidak berani menyerang buah tersebut.

Populasi semut hitam *D. thoracicus* dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah makanan. Semut memakan banyak jenis makanan, antara lain: serangga-serangga kecil yang mereka tangkap, serangga-serangga yang mati, nektar dari tumbuhan, dan embun madu yang berasal dari sekresi kutu putih (Anonim, 2007). Akan tetapi makanan yang tersedia di alam sangat terbatas dan bahkan kutu putih sendiri merupakan hama bagi tanaman. Oleh karena itu perlu dicari pakan alternatif untuk mengurangi ketergantungan semut hitam pada kutu putih dan meningkatkan pertumbuhan koloni semut hitam *D. thoracicus* di perkebunan kakao.

Pemilihan pakan harus berdasarkan pada embun madu sebagai makanan utamanya, yaitu mengandung glukosa (Ho and Khoo, 1997). Akan tetapi semut juga memerlukan karbohidrat dan protein dalam jumlah seimbang. Protein diperlukan semut ratu untuk produksi telur dan pertumbuhan larva (Anonim, 2007). Selain itu, kebutuhan semut seringkali berubah. Pada waktu ratu aktif memproduksi telur, pekerja akan mencari makanan yang banyak mengandung protein. Pada waktu lain, pencarian berubah mencari makanan yang banyak

mengandung gula dan lemak (Anonim, 2003). Oleh karena itu pakan yang diujikan sebaiknya mengandung glukosa, protein, lemak, dan juga air.

## **BAHAN DAN METODE**

Pakan alternatif yang dipilih dalam penelitian yaitu: gula kelapa, susu coklat kental manis, dan kepala ikan. Pakan ditempatkan di sarang buatan yang dibuat dari daun kakao kering dan diganti setiap tiga hari sekali tanpa mengganti sarang. Setiap pengamatan diperlukan 20 sarang, sehingga selama penelitian diperlukan 100 sarang yang dipasang secara acak pada pohon yang berbeda.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 perlakuan dan satu kontrol. Penelitian dilakukan selama 5 minggu dan setiap perlakuan ada 5 ulangan.

Data yang berupa semut pekerja, ratu, semut jantan, larva dan pupa dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui tentang kolonisasi semut hitam. Data yang berupa jumlah telur, larva, pupa dan imago semut hitam dianalisa dengan Uji Kruskal-Wallis dan dilanjutkan dengan Uji DFMC pada taraf 5 % untuk mengetahui pengaruh pakan pada pertumbuhan koloni semut di setiap stadium.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **A. Kolonisasi Semut Hitam *Dolichoderus thoracicus* Smith**

#### **1. Tipe Kolonisasi**

Ada dua macam tipe kolonisasi semut, yaitu kolonisasi oleh kasta reproduktif yang diawali oleh ratu dan semut jantan serta kolonisasi secara migrasi yang diawali oleh kedatangan semut pekerja (Hasan, 1984). Oleh karena itu parameter yang diamati untuk menentukan tipe kolonisasi adalah kehadiran ratu, semut jantan, dan pekerja semut hitam.



merupakan *attractan* yang paling berpengaruh pada kolonisasi semut hitam karena pakan merupakan sumber kebutuhan utama semut hitam. Pakan dengan kualitas yang baik dan jumlahnya cukup akan mendukung kelestarian koloni semut.

Kolonisasi pada sarang kepala ikan berlangsung cepat karena rangsang bau ikan yang menyebar sampai jauh menyebabkan semut tertarik dan menemukannya lebih awal daripada pakan yang lain. Selain itu, protein merupakan zat yang paling berpengaruh pada awal-awal kolonisasi karena protein diperlukan ratu untuk memproduksi telur dan pertumbuhan larvanya supaya cepat menjadi pekerja. Kandungan protein ikan segar lebih tinggi daripada ketiga pakan yang lain sehingga koloninya terbentuk lebih cepat.

## 2. Tahap Kolonisasi

Holldobler *and* Wilson (1990) menyatakan bahwa perkembangan koloni semut melalui 3 tahapan, yaitu: tahap pembentukan, tahap perluasan, dan tahap reproduksi. Tahap pembentukan kolonisasi secara migrasi diawali oleh kedatangan pekerja. Pekerja kemudian memindahkan sebagian anaknya, terutama yang telah mencapai tahap larva dan pupa ke sarang baru (Gotwald, 1982). Hal ini menyebabkan pada minggu-minggu awal telah ditemukan larva dan pupa di sarang.

Tabel 2. Kehadiran pekerja, ratu, larva, dan pupa semut hitam *D. thoracicus* selama tiga minggu pertama pengamatan

Perlakuan	Minggu I				Minggu II				Minggu III			
	Pkrj	Rt	Lrv	Pp	Pkrj	Rt	Lrv	Pp	Pkrj	Rt	Lrv	Pp
Kontrol	I	–	–	–	I	–	I	I	I	I	I	I
Gula kelapa	I	–	–	–	I	–	I	I	I	I	I	I
Susu	I	–	–	–	I	I	I	I	I	I	I	I
Kepala Ikan	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Keterangan : – = tidak ada                      I = ada  
Pkrj = pekerja                                      Rt = ratu  
Lrv = larva    Pp = pupa

Tahap pembentukan koloni pada sarang dengan pakan kepala ikan terjadi sebelum pengamatan mencapai satu minggu. Pengamatan minggu pertama telah ditemukan pekerja, larva dan pupa, dan juga ratu (Tabel 2). Larva dan pupa

tersebut merupakan anakan dari koloninya yang lama dan dibawa saat migrasi, bukan anakan dari ratu di sarang perlakuan. Hal ini dikarenakan dalam siklus hidupnya semut hitam memerlukan waktu minimal 10 hari untuk menghasilkan larva.

Tahap pembentukan koloni pada sarang dengan pakan susu terjadi sebelum minggu kedua. Pekerja telah ditemukan pada minggu pertama, larva dan pupa baru ditemukan pada minggu kedua bersama dengan ratu. Tahap pembentukan koloni pada sarang dengan pakan gula kelapa dan sarang kontrol terjadi sebelum minggu ketiga pengamatan. Pada minggu pertama baru ditemukan pekerja, minggu kedua ditemukan larva dan pupa, sedangkan ratu baru ada pada minggu ketiga (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa tahap pembentukan terdiri dari tiga tahap, yaitu migrasi pekerja, migrasi pekerja dengan membawa larva dan pupa, dan migrasi ratu.

Tahap perluasan ditandai dengan keberadaan ratu di dalam sarang. Pada tahap perluasan hanya ada satu ekor ratu. Ratu akan segera berkonsentrasi untuk menghasilkan telur serta mengatur aktivitas koloni karena koloni telah memiliki pekerja yang membantu tugas-tugas ratu mencari makan dan merawat larva.

Tabel 3. Populasi ratu semut hitam *D. thoracicus* di dalam sarang dengan pemberian pakan alternatif.

Perlakuan	Minggu ke -				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	0	0	1	1	2
Gula kelapa	0	0	1	2	4
Susu	0	1	1	3	4
Kepala ikan	1	2	2	6	11

Tahap perluasan pada sarang dengan pakan kepala ikan terjadi sejak minggu pertama, pada sarang susu kental manis terjadi mulai minggu kedua, pada sarang gula kelapa terjadi pada minggu ketiga pengamatan, dan pada sarang kontrol terjadi mulai minggu ketiga. Hal ini ditandai dengan keberadaan seekor ratu di sarang (Tabel 3).

Pada tahapan yang ketiga (tahap reproduksi) ratu melakukan perkawinan dengan pejantan untuk memproduksi pekerja dan juga kasta reproduktif, yaitu ratu dan semut jantan baru dalam jumlah tertentu untuk membantu ratu ataupun yang

nantinya akan meninggalkan sarang dan membentuk koloni baru (Holldobler *and* Wilson, 1990).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sarang dengan pakan kepala ikan memasuki tahap reproduksi lebih cepat yaitu pada minggu kedua, dimana telah ditemukan 2 ekor ratu (Tabel 3). Tahap reproduksi pada sarang dengan pakan susu kental manis dan sarang dengan pakan gula kelapa terjadi sejak minggu keempat, sedangkan pada sarang kontrol, tahap reproduksi terjadi pada minggu kelima (Tabel 3).

Protein pada ikan yang tinggi mendukung koloni untuk memasuki tahap reproduksi lebih cepat. Protein mendukung ratu memproduksi telur dan diperlukan untuk pertumbuhan larva. Produksi telur yang tinggi akan mempengaruhi jumlah pekerjanya. Apabila jumlah pekerja dalam koloni sudah besar, ratu akan segera memproduksi ratu yang baru.

Holldobler *and* Wilson (1990) menyatakan bahwa koloni akan memasuki tahap reproduksi jika telah mencapai jumlah populasi tertentu. Semut ratu akan menghasilkan ratu baru, semut jantan dan kasta-kasta yang lain jika populasi imago di dalam sarang telah mencapai ukuran tertentu.

Tabel 4. Rata-rata jumlah imago *D. thoracicus* Smith dengan penambahan pakan alternatif

Perlakuan	Minggu ke -				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	44	74,8	105,6	207,2	298,8 *
Gula kelapa	46,6	133	167	381,4 *	421,6 *
Susu	68,6	180	176,6	489 *	537,6 *
Kepala ikan	133,6	408,4 *	576,8 *	991,2 *	1569 *

Keterangan : \* = tahap reproduksi

Koloni memasuki tahap reproduksi (menghasilkan ratu baru) jika jumlah imago minimal berjumlah sekitar 300 ekor. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Kalshoven (1981), bahwa minimal pada 100 – 200 ekor semut pekerja terdapat seekor ratu. Semut hitam akan selalu menghasilkan ratu yang baru karena semut hitam *D. thoracicus* termasuk spesies yang dalam satu koloninya terdapat lebih dari satu semut ratu (Kalshoven, 1981).

## B. Pengaruh Pakan pada Koloni Semut Hitam

Pakan merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan serangga. Pakan yang kuantitas dan kualitas gizinya bagus akan mendorong perkembangan serangga. Kebutuhan semut akan gizi pada setiap tahap perkembangannya, mulai telur sampai imago berbeda-beda (Chapman, 1971).

### a. Telur

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semut hitam mampu memproduksi telur pada semua perlakuan. Jadi pakan yang diujikan bisa menjadi *attractan* migrasi semut hitam dan cukup mendukung bagi ratu untuk memproduksi telur.

Tabel 5. Rata-rata jumlah telur semut hitam *D. thoracicus* Smith dengan penambahan pakan alternatif.

Perlakuan	Minggu ke -				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	0 A a	3,2 A b	5,8 A c	24,4 A d	109,2 A e
Gula kelapa	0 A a	11,4 B bc	18,2 B bc	65,8 B d	167,8 B e
Susu	0 A a	19,6 C bc	29,8 C bc	119,4 C d	229,2 C e
Kepala ikan	8,4 B a	29,4 D bc	40,8 D bc	296,4 D d	407,2 D e

Keterangan : - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf besar yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ ).

- Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ ).

Hasil analisis statistik terhadap jumlah telur semut hitam pada masing-masing perlakuan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara keempat perlakuan yang diujikan (Tabel 5). Sarang dengan pakan kepala ikan setiap minggunya mempunyai rata-rata jumlah telur paling tinggi dibandingkan dengan pakan yang lain (Tabel 5). Perbedaan jumlah telur dipengaruhi oleh makanan yang dicerna oleh imagonya.

Produksi telur semut dipengaruhi oleh kandungan protein dari makanan. Chapman (1971) menyatakan bahwa protein diperlukan serangga untuk memproduksi kuning telur. Apabila kandungan protein pada pakan tinggi, semut akan memproduksi telur lebih banyak. Selain itu air yang terkandung di dalam pakan juga akan mempengaruhi produksi telur semut (Wigglesworth, 1972).

Kepala ikan mengandung protein dan air paling tinggi daripada pakan yang lain (Anonim, 2005). Hal ini menyebabkan produksi telur semut hitam di sarang dengan pakan kepala ikan lebih tinggi daripada sarang yang lain.

Hasil analisis terhadap jumlah telur semut hitam *D. thoracicus* berdasarkan waktu pengamatan menunjukkan bahwa waktu berpengaruh pada jumlah telur semut hitam. Pada sarang kontrol, jumlah telur berbeda nyata setiap minggunya, sedangkan pada ketiga perlakuan yang lain menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara minggu pertama dan minggu kedua. Setelah itu jumlah telur berbeda nyata mulai minggu keempat (Tabel 5).

#### b. Larva

Pada fase larva serangga memerlukan suplai makanan yang cukup sebelum berubah menjadi pupa, sehingga jumlah larva sangat dipengaruhi oleh makanan yang diberikan pekerjaanya.

Tabel 6. Rata-rata jumlah larva semut hitam *D. thoracicus* Smith dengan penambahan pakan alternatif.

Perlakuan	Minggu ke -				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	0 A a	3,2 A b	7,2 A c	18,6 A d	96,2 A e
Gula kelapa	0 A a	9,6 B bc	14,2 B bc	51,8 B d	156,2 BC e
Susu	0 A a	16,6 C bc	22,2 C bc	115,2 C d	217,8 BC e
Kepala ikan	7 B a	28,8 D bc	33,4 D bc	330,6 D de	394,6 D de

Keterangan : - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf besar yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ )  
 - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ )

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pakan alternatif mempengaruhi jumlah larva di sarang buatan. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara kontrol dengan ketiga pakan yang diujikan (Tabel 6). Sarang dengan pakan kepala ikan memiliki rata-rata jumlah larva yang lebih tinggi daripada ketiga sarang yang lain. Perbedaan jumlah larva di sarang diduga dipengaruhi oleh jenis makanannya. Hal ini disebabkan jenis pakan yang berbeda kandungan gizinya juga akan mempengaruhi persentase tetas telur menjadi larva.

Ikan mengandung protein yang lebih tinggi daripada pakan yang lain (Anonim, 2005). Chapman (1971) menyatakan bahwa kemampuan serangga

untuk meletakkan telur dan kemampuan tetas telur serangga dipengaruhi oleh kandungan protein pada pakannya. Semakin tinggi kandungan proteinnya, telur yang dihasilkan semakin banyak dan persentase tetas telur menjadi larva juga semakin tinggi. Pengamatan telur semut hitam menunjukkan bahwa jumlah telur pada sarang dengan pakan kepala ikan paling tinggi daripada sarang yang lain (Tabel 5).

Hasil pengamatan selama lima minggu menunjukkan bahwa waktu berpengaruh pada jumlah larva. Pada sarang kontrol, jumlah larva berbeda nyata setiap minggunya, sedangkan pada ketiga perlakuan yang lain, larva mulai berbeda nyata pada minggu keempat (Tabel 6).

### c. Pupa

Perkembangan semut hitam pada fase pupa dipengaruhi oleh makanan yang dicerna selama fase larva. Jika selama fase larva semut hitam mendapatkan suplai makanan yang baik, maka jumlah larva yang akan berubah menjadi pupa akan semakin banyak, dan sebaliknya.

Tabel 7. Rata-rata jumlah pupa *D. thoracicus* Smith dengan pemberian pakan alternatif.

Perlakuan	Minggu ke -				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	0 A a	4 A b	7,6 AC c	17,2 A d	86,4 A e
Gula kelapa	0 A a	8 BC bc	13,4 BC bc	54,2 BC d	142 B e
Susu	0 A a	14,8 BC bc	15,8 ABC bc	114 BC d	206,8 C e
Kepala ikan	7,6 B a	27,2 D bc	25,8 D bc	324,8 D de	376,6 D de

Keterangan : - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf besar yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ )  
 - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ )

Hasil analisis statistik terhadap jumlah pupa semut hitam *D. thoracicus* di dalam sarang menunjukkan bahwa sarang dengan pakan kepala ikan pada minggu pertama setelah berbeda nyata dengan sarang lainnya. Pada minggu-minggu berikutnya terjadi perbedaan yang nyata antara keempat sarang, kecuali pada minggu ketiga (Tabel 7). Sarang dengan pakan kepala ikan memiliki jumlah pupa paling tinggi dibandingkan dengan ketiga perlakuan yang lain. Hal ini diduga

karena kandungan protein pada ikan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pakan yang lain. Protein mendukung pertumbuhan larva untuk menjadi pupa.

Hasil analisis terhadap jumlah pupa berdasarkan waktu pengamatan menunjukkan bahwa pada semua perlakuan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata mulai minggu kedua pengamatan, pada minggu kedua-ketiga peningkatan kurang signifikan dan terjadi peningkatan jumlah pupa secara signifikan lagi pada minggu keempat (Tabel 7).

#### d. Imago

Sebagian besar imago semut hitam *D. thoracicus* adalah pekerja dan sudah terdapat pada semua sarang perlakuan sejak minggu pertama. Semut pekerja yang bertugas mencari makanan merupakan perintis berdirinya koloni baru di sarang buatan. Migrasi semut hitam dari koloni yang lain mendorong ditemukannya imago semut hitam lebih cepat pada sarang perlakuan.

Tabel 8. Rata-rata jumlah imago *D. thoracicus* Smith dengan penambahan pakan alternatif.

Perlakuan	Minggu ke -				
	I	II	III	IV	V
Kontrol	44 AB a	74,8 A b	105,6 A c	207,2 A d	298,8 A e
Gula kelapa	46,6 AB a	133 BC bc	167 BC bc	381,4 B de	421,6 B de
Susu	68,6 C a	180 BC bc	176,6 BC bc	489 C de	537,6 C de
Kepala ikan	133,6 D a	408,4 D b	576,8 D c	991,2 D d	1569 D e

Keterangan : - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf besar yang sama pada kolom yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ )  
 - Angka rata-rata yang didampingi oleh huruf kecil yang sama pada baris yang sama tidak beda nyata ( $\alpha = 0,05$ )

Hasil analisis statistik terhadap jumlah imago semut hitam *D. thoracicus* di sarang menunjukkan bahwa pengamatan sejak minggu kedua terdapat perbedaan yang nyata antara sarang kontrol dengan ketiga sarang yang lain. Pada minggu pertama, perbedaan antara kontrol dengan gula kelapa tidak nyata. Perbedaan yang nyata antar perlakuan terjadi pada minggu keempat dan kelima (Tabel 8).

Sarang perlakuan dengan pakan kepala ikan segar ternyata lebih disukai oleh semut hitam *D. thoracicus*, dimana jumlah rata-rata imago semut pada sarang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini mungkin dikarenakan kandungan gizi pada pakan dan juga bau dari ikan segar yang menyebar jauh

sehingga memungkinkan untuk lebih mudah ditemukan semut hitam. Bau menjadi salah satu sumber rangsangan bagi semut hitam dalam memilih makanan tersebut.

Selain itu, kandungan gizi yang terdapat di dalam kepala ikan kemungkinan lebih dibutuhkan oleh semut hitam. Makanan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan semut hitam *D. thoracicus*. Kepala ikan mengandung protein dan air lebih tinggi daripada pakan yang lain (Anonim, 2005). Protein dibutuhkan oleh semut hitam *D. thoracicus* pada waktu-waktu tertentu, khususnya pada saat ratu aktif memproduksi telur. Selain itu protein diperlukan semut untuk pertumbuhan larva.

Hasil analisis terhadap jumlah imago semut hitam *D. thoracicus* berdasarkan waktu pengamatan menunjukkan bahwa sarang kontrol dan sarang dengan pakan kepala ikan menunjukkan peningkatan yang signifikan setiap minggu. Pada kedua perlakuan yang lain (gula kelapa dan susu kental manis), peningkatan jumlah imago setiap minggunya kurang signifikan (Tabel 8)

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan :

1. Kolonisasi semut hitam *Dolichoderus thoracicus* Smith :
  - a. Tipe pembentukan koloni pada semua perlakuan adalah secara migrasi
  - b. Kolonisasi pada sarang buatan sudah mencapai tahap reproduksi
2. Proses kolonisasi dipengaruhi oleh faktor makanan
  - a. Koloni pada sarang kontrol dan sarang dengan pakan gula kelapa terbentuk pada minggu ketiga pengamatan, pada sarang dengan pakan susu kental manis terbentuk pada minggu kedua, dan pada sarang dengan pakan kepala ikan terbentuk pada minggu pertama
  - b. Jenis pakan yang paling baik untuk kolonisasi semut hitam adalah kepala ikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. "Ants". <http://www.pestcontrolcanada.com/ants.htm>. 04 April 2007.
- Anonim. 2005. Ayo Makan Ikan. *Artikel*. Departemen Kelautan dan Perikanan RI. Jakarta.
- Anonim. 2003. "Integrated Pest Management Manual Ant". <http://www.nature.nps.gov/biology/ipm/manual/ants.cfm>. 10 Mei 2006.
- Cadapan, E.P; M. Moezir dan A.A. Prihatin. 1990. Semut Hitam. *Berita Perlindungan Tanaman Perkebunan* 2 (1): 5-6.
- Chapman, R.F. 1971. *The Insect Structure and Function*. The English University Press Ltd. London.
- Gotwald, W. H. 1982. "Army Ants". <http://antbase.org/ants/publications/11022/11022.pdf>. 18 Januari 2007.
- Hasan, T. 1984. *Rayap dan Pemberantasannya*. Yayasan Pembinaan Watak dan Bangsa. Jakarta.
- Ho, C.T. and K.C. Khoo. 1997. Partners in Biological Control of Cocoa Pests: Mutualism between *Dolichoderus thoracicus* (Hymenoptera: Formicidae) and *Cataenococcus hispidus* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Bulletin of Entomological Research*. 87: 461-470.
- Holldobler, B. and E.O. Wilson. 1990. *The Ant*. Springer-Verlag. Berlin.
- Hutauruk, C.H. 1976. Pemberantasan *Helopeltis sp.* di Perkebunan Teh Daerah Simalungun Sumatera Utara. *Warta Balai Penelitian Tanaman Kakao*. 2 (3/4) : 205-217.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. *Pest of Crop in Indonesia*. PT Ichtiar Baru-Van Hove. Revised by Van der Laan. Jakarta.
- Sulaiman, 2001. "Penggunaan Semut Hitam *Dolichoderus thoracicus* dalam Pengendalian Hama Tanaman Kakao *Theobroma cacao*". *Laporan Penelitian*. Departement of Plant Protection Faculty of Agriculture-University Putra Malaysia. Kuala Lumpur.
- Sulistyowati, E. 1988. Pengendalian Biologis dan Prospeknya Pada Hama Tanaman Kakao. *Warta Balai Penelitian Tanaman Kakao*. Balai Penelitian Perkebunan. Jember.
- Wigglesworth, V.B. 1972. *The Principles of Insect Physiology*. Seventh Edition. Chapman and Hall. London.