

**EFEK EKSTRAK KASAR AIR SERBUK DAUN GAMAL
(*Gliricidia maculata*) KULTIVAR LAMPUNG UTARA TERHADAP
SEMUT YANG BERSIMBIOSIS DENGAN KUTU PUTIH PADA
TANAMAN KAKAO**

(Skripsi)

Oleh

NI WAYAN GITA SARI



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

EFEK EKSTRAK KASAR AIR SERBUK DAUN GAMAL (*Gliricidia maculata*) KULTIVAR LAMPUNG UTARA TERHADAP SEMUT YANG BERSIMBIOSIS DENGAN KUTU PUTIH PADA TANAMAN KAKAO

Oleh

NI WAYAN GITA SARI

Gamal (*Gliricidia maculata*) merupakan tanaman yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati. Ekstrak kasar daun gamal mengandung senyawa flavonoid yang bersifat toksik terhadap kutu putih. Penelitian mengenai dampak penggunaan insektisida nabati terhadap semut belum banyak dilakukan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efek ekstrak kasar air serbuk daun gamal Kultivar Lampung Utara terhadap semut yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman kakao. Penelitian dilakukan bulan Desember 2018 sampai Januari 2019 di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung. Pengambilan semut dari Jalan Cengkeh Kecamatan Kedaton, Bandar Lampung. Sebagai perlakuan digunakan insektisida nabati ekstrak kasar air serbuk daun gamal dengan nilai $LC_{50} = 0,11\%$ dan insektisida sintetik Regent 50 SC 0,1/200ml aquades. Penelitian dilakukan dengan dua cara yaitu pengamatan mortalitas dengan tiga perlakuan dan pengamatan perilaku dengan empat perlakuan. Pengamatan mortalitas dilakukan 1, 3, 6, 12, 24 dan 48 jam setelah perlakuan dengan 3 kali ulangan sedangkan pengamatan perilaku selama 12 jam dari pukul 08.00 - 19.00 WIB setiap 30 menit sekali pada setiap kali pengamatan dengan 10 kali ulangan. Data mortalitas dianalisis menggunakan ANARA dan uji lanjut BNT taraf 5% dengan program SPSS versi 15.0 sedangkan perubahan perilaku dianalisis secara deskriptif. Hasil pengamatan mortalitas semut menunjukkan adanya perbedaan nyata antara perlakuan ($p < 0,05$) dengan hasil uji lanjut BNT pada taraf 5%. Rata - rata mortalitas semut hitam dan merah yang diberi perlakuan insektisida nabati mencapai $9,0 \pm 1,0$ dan $8,7 \pm 1,2$. Sedangkan hasil pengamatan perilaku semut menunjukkan bahwa insektisida nabati memiliki efek terhadap kecenderungan semut hitam dan semut merah dalam mendekati makanan yang mencapai 78% dan 85%.

Kata Kunci: ekstrak kasar air serbuk daun gamal, semut, simbiosis, kutu putih dan kakao

**EFEK EKSTRAK KASAR AIR SERBUK DAUN GAMAL
(*Gliricidia maculata*) KULTIVAR LAMPUNG UTARA TERHADAP
SEMUT YANG BERSIMBIOSIS DENGAN KUTU PUTIH PADA
TANAMAN KAKAO**

Oleh

NI WAYAN GITA SARI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **EFEK EKSTRAK KASAR AIR SERBUK DAUN GAMAL (*Gliricidia maculata*) KULTIVAR LAMPUNG UTARA TERHADAP SEMUT YANG BERSIMBIOSIS DENGAN KUTU PUTIH PADA TANAMAN KAKAO**

Nama Mahasiswa : **Ni Wayan Gita Sari**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1517021015**

Jurusan/Program Studi : **Biologi/ S1 Biologi**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Nismah Nukmal, Ph.D.
NIP.195711151987032003

Drs. M. Kanedi, M.Si.
NIP. 196101121991031002

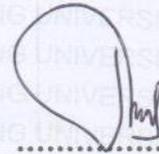
2. Ketua Jurusan Biologi FMIPA

Drs. M. Kanedi, M.Si.
NIP. 196101121991031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Nismah Nukmal, Ph.D.



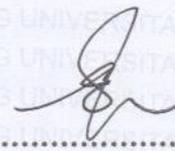
.....

Sekretaris : Drs. M. Kanedi, M.Si.



.....

**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Emantis Rosa, M. Blomed.**



.....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Suratman, M.Sc.
NIP. 196406041990031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 Mei 2019

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ni Wayan Gita Sari
NPM : 1517021015
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya berjudul:

“Efek Ekstrak Kasar Air Serbuk Daun Gamal (*Gliricidia maculata*) Kultivar Lampung Utara Terhadap Semut yang Bersimbiosis dengan Kutu Putih pada Tanaman Kakao”

baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah **benar** karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku dan saya memastikan bahwa tingkat similaritas skripsi ini tidak lebih dari 20%.

Jika dikemudian hari terbukti pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 17 Juni 2019
Yang menyatakan,



(Ni Wayan Gita Sari)
NPM. 1517021015

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Rama Murti, Kecamatan Seputih Raman Kabupaten Lampung Tengah pada 12 Desember 1996. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara buah hati pasangan Bapak I Made Wiryana dan Ibu Ni Nengah Wardani.

Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak - Kanak (TK) Widya Dharma tahun 2003; Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Rama Murti pada tahun 2009; Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 2 Seputih Raman pada tahun 2012; Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Seputih Raman pada tahun 2015. Pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Selama menjadi mahasiswi, penulis pernah menjadi asisten Karsinologi, Biologi Laut, Ornitologi dan Entomologi. Penulis juga aktif berorganisasi dan menjadi anggota Biro Kesekretariatan dan Logistik di Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) pada periode 2016 - 2018 dan menjadi Koordinator Sub Acara Pameran dan Bazar pada Pekan Konservasi Sumber Daya Alam (PKSDA) ke-21

Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) Fakultas MIPA Universitas Lampung. Pada masa perkuliahan penulis pernah melaksanakan karya wisata ilmiah di Desa Air Naningan, Kecamatan Air Naningan, Kabupaten Tanggamus pada tahun 2016. Program Kuliah Kerja Nyata (KKN) penulis laksanakan pada tahun 2018 di Desa Pardasuka, Kecamatan Wonosobo, Kabupaten Tanggamus selama 40 hari. Penulis juga melaksanakan Praktik Kerja Lapangan di Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Lampung pada 16 Juli 2018 – 28 Agustus 2018 dengan judul **“Identifikasi Serangga pada Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) di Taman Sains Pertanian Natar Lampung Selatan”**.

PERSEMBAHAN

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas segala Anugerah-Nya, penulis dapat mempersembahkan karya kecil ini untuk:

Ayahanda I Made Wiryana dan Ibunda Ni Nengah Wardani, yang telah membesarkan, menyayangi, membimbing serta selalu memberikan motivasi dan doa untuk keberhasilan penulis.

Adik penulis I Made Sofyan yang telah mendukung, mendoakan serta memotivasi untuk keberhasilan penulis.

Teman-teman, kakak-kakak, adik-adik dan keluarga besar Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang selalu menyemangati, memotivasi dan menghibur.

Serta Almamater tercinta.

MOTTO

“Tat Twam Asi”
(Candayoga Upanisad)

“Walau seandainya engkau paling berdosa diantara manusia yang memikul dosa,
dengan perahu ilmu pengetahuan lautan dosa akan engkau seberangi”
(Bhagawadgita.IV.36)

“Siapapun yang berhenti belajar akan menua, entah itu berumur 20 atau 80 tahun.
Siapapun yang terus belajar akan tetap muda”
(Henry Ford)

“Jika kamu tidak dapat menahan lelahnya belajar. Maka, kamu harus sanggup
menahan perihnya kebodohan”
(Imam Syafi’i)

SANWACANA

Om Svastyastu, Om Avighnam Astu Namō Siddham, puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas segala anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Efek Ekstrak Kasar Air Serbuk Daun Gamal (*Gliricidia maculata*) Kultivar Lampung Utara terhadap Semut yang Bersimbiosis dengan Kutu Putih pada Tanaman Kakao”** yang merupakan salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Drs. Suratman, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
2. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung serta Pembimbing Kedua atas ilmu, saran dan motivasi selama penyusunan skripsi.
3. Ibu Nismah Nukmal, Ph.D., selaku Pembimbing Utama atas semua ilmu, saran, nasihat, perhatian dan motivasi baik selama perkuliahan maupun selama penyusunan skripsi.

4. Ibu Dr. Emantis Rosa, M.Biomed. selaku Pembimbing Akademik dan Pembahas atas ilmu, saran dan motivasi selama penyusunan skripsi.
5. Keluarga keduaku di tanah perantauan Pak De Wayan, Bude Sam, Bude Nyoman, Mba Desi, Kak Unang dan semua keluarga besarku atas segala doa, motivasi, kasih sayang dan perhatiannya .
6. Sahabat bali Desi, Candra, Ayu, Rosi, Desak dan Riska yang telah banyak membantu selama kuliah, menghibur dan memotivasi.
7. Sahabat terbaik Alfi, Yesi, Sanny, Galleh, Fadillah, Septi dan Iga yang telah banyak membantu selama penelitian, menghibur dan memberi motivasi.
8. I Wayan Merta Anggara tempat berbagi suka-duka yang telah memberikan bantuan, semangat dan motivasinya.
9. Desi Erda Syantia sahabat seperjuangan PKL dan Skripsi.
10. Novia, Jeany, Eti, Cike, Isni, Nita, Dona, Rengga, Ratri, Elsi, Rani, Eni dan Juju yang telah membantu, memberi saran dan semangat.
11. Teman-teman KKN di Desa Pardasuka Kecamatan Wonosobo, Tanggamus dan Teman-teman PKL di BPTP Lampung.
12. Teman-teman Biologi Angkatan 2015, terimakasih atas kekeluargaannya selama ini.

Semoga segala kebaikan selalu menyertai dan karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 17 Juni 2019

Ni Wayan Gita Sari

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL DALAM	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian	4
C. Manfaat Penelitian	4
D. Kerangka Pemikiran	4
E. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Klasifikasi dan Habitat Tanaman Kakao.....	9
B. Potensi, Kandungan dan Manfaat Kakao	10

C. Morfologi dan Klasifikasi Tanaman Gamal	11
D. Penyebaran Tanaman Gamal	13
E. Manfaat Tanaman Gamal	13
F. Kandungan Senyawa Kimia pada Tanaman Gamal	14
G. Insektisida Nabati.....	16
H. Morfologi dan Klasifikasi Hama Kutu Putih Tanaman Kakao	18
I. Kerugian Akibat Kutu Putih	19
J. Biologi dan Klasifikasi Semut.....	20
K. Simbiosis Kutu Putih dengan Semut.....	23
III. METODE PENELITIAN	26
A. Waktu dan Tempat Penelitian	26
B. Alat dan Bahan	26
C. Prosedur Penelitian.....	28
D. Rancangan Penelitian	30
E. Analisis Data	30
F. Diagram Alir Penelitian	31
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
A. Identifikasi Semut	32
B. Efek Ekstrak Kasar Air Serbuk Daun Gamal terhadap Mortalitas Semut Hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.) yang Bersimbiosis dengan Kutu Putih pada Tanaman Kakao	37
C. Efek Ekstrak Kasar Air Serbuk Daun Gamal terhadap Mortalitas Semut Merah (<i>Solenopsis</i> sp.) yang Bersimbiosis dengan Kutu Putih pada Tanaman Kakao	42
D. Efek Ekstrak Kasar Air Serbuk Daun Gamal terhadap Perilaku Semut Hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.) dan Semut Merah (<i>Solenopsis</i> sp.) yang Mendekati Makanan	47
V. KESIMPULAN.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Karakter morfologi semut hitam yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman kakao.....	33
Tabel 2. Karakter morfologi semut merah yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman kakao.....	34
Tabel 3. Hasil analisis ragam mortalitas semut hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.) pada perlakuan dan waktu pengamatan berbeda.....	37
Tabel 4. Hasil uji BNT pengaruh tiga perlakuan terhadap semut hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.).....	38
Tabel 5. Hasil uji BNT pengaruh waktu pengamatan berbeda terhadap rata - rata mortalitas semut hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.).....	39
Tabel 6. Hasil uji BNT pengaruh interaksi perlakuan dan waktu pengamatan berbeda terhadap rata - rata \pm SD mortalitas semut hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.).....	40
Tabel 7. Hasil analisis ragam mortalitas semut merah (<i>Solenopsis</i> sp.) pada perlakuan dan waktu pengamatan berbeda.....	42
Tabel 8. Hasil uji BNT pengaruh tiga perlakuan terhadap semut merah (<i>Solenopsis</i> sp.)	43
Tabel 9. Hasil uji BNT pengaruh waktu pengamatan berbeda terhadap rata - rata mortalitas semut merah (<i>Solenopsis</i> sp.)	44
Tabel 10. Hasil uji BNT pengaruh interaksi perlakuan dan waktu pengamatan berbeda terhadap rata - rata \pm SD mortalitas semut merah (<i>Solenopsis</i> sp.).....	45
Tabel 11. Data mortalitas semut hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.) pada perlakuan dan waktu pengamatan berbeda	60

Tabel 12. Data mortalitas semut merah (<i>Solenopsis</i> sp.) pada perlakuan dan waktu pengamatan berbeda.....	61
Tabel 13. Data berapa kali semut hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.) mendekati dan menjauhi makanan	62
Tabel 14. Persentase perilaku semut hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.) mendekati dan menjauhi makanan.....	63
Tabel 15. Data berapa kali semut merah (<i>Solenopsis</i> sp.) mendekati dan menjauhi makanan.....	64
Tabel 16. Persentase perilaku semut merah (<i>Solenopsis</i> sp.) mendekati dan menjauhi makanan	65
Tabel 17. Analisis data mortalitas semut hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.) pada perlakuan dan waktu pengamatan berbeda.....	66
Tabel 18. Analisis data mortalitas semut merah (<i>Solenopsis</i> sp.) pada perlakuan dan waktu pengamatan berbeda.....	74

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tanaman gamal (a), daun gamal (b).....	12
Gambar 2. Struktur kimia golongan flavonoid	15
Gambar 3. Struktur umum senyawa flavonoid	16
Gambar 4. <i>Planococcus minor</i> jantan (a), <i>Planococcus minor</i> betina (b)	19
Gambar 5. Semut hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.) yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman kakao.....	25
Gambar 6. Semut merah (<i>Solenopsis</i> sp.) yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman kakao.....	25
Gambar 7. Diagram alir penelitian.....	31
Gambar 8. Morfologi semut hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.) (a), morfologi semut merah (<i>Solenopsis</i> sp.) (b)	32
Gambar 9. Persentase kecenderungan semut hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.) mendekati makanan.....	47
Gambar 10. Persentase kecenderungan semut merah (<i>Solenopsis</i> sp.) mendekati makanan.....	48
Gambar 11. Kebun kakao tempat pengambilan semut uji	82
Gambar 12. Insektisida nabati dan insektisida sintetik	82
Gambar 13. Alat dan bahan yang digunakan dalam pengamatan mortalitas dan perilaku semut hitam dan semut merah kakao	82
Gambar 14. Proses persiapan dan pengujian insektisida pada semut hitam dan semut merah	83
Gambar 15. Pengamatan mortalitas semut hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.).....	83

Gambar 16. Pengamatan mortalitas semut merah (<i>Solenopsis</i> sp.)	84
Gambar 17. Pengamatan perilaku semut hitam (<i>Dolichoderus</i> sp.) mendekati dan menjauhi makanan	84
Gambar 18. Pengamatan perilaku semut merah (<i>Solenopsis</i> sp.) mendekati dan menjauhi makanan	85

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman gamal (*Gliricidia maculata*) merupakan salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati. Daun gamal diketahui mengandung senyawa flavonoid yang efektif untuk mengendalikan ulat dan hama penghisap buah (Sudarmo, 2005). Menurut penelitian Pasutri (2018) ekstrak kasar air serbuk daun gamal KLU (Kultivar Lampung Utara) lebih efektif dalam mematikan hama *Planococcus minor* pada tanaman kakao dibandingkan ekstrak murni air, karena ekstrak kasar air serbuk daun gamal memiliki nilai $LC_{50,72 \text{ jam}}$ lebih kecil dibandingkan ekstrak murni air serbuk daun gamal (0,11% : 0,27%). Selain itu, menurut Putri (2018) ekstrak kasar air serbuk daun gamal KLB (Kultivar Lampung Barat) lebih efektif mematikan hama kutu putih tanaman kopi (*Planococcus citri*) dibandingkan ekstrak murni air serbuk daun gamal KLB dengan nilai $LC_{50,72 \text{ jam}}$ lebih kecil 0,041% (0,107% : 0,148%).

Ekstrak metanol dan ekstrak air serbuk daun gamal memiliki daya toksik terhadap kutu putih (*Planococcus minor*) pada tanaman kakao. Namun, diketahui bahwa ekstrak air lebih toksik dari pada ekstrak metanol karena

memiliki nilai $LC_{50,72jam}$ lebih rendah dari ekstrak metanol dengan perbandingan 0,047%: 0,054% (Nukmal dan Andriyani, 2017).

Saat ini insektisida nabati telah banyak digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman. Hal ini dilakukan untuk menekan penggunaan insektisida sintetik yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan manusia. Insektisida nabati aman digunakan karena dibuat dari bagian-bagian tumbuhan seperti akar, batang, bunga, umbi dan buah (BBPP Lembang, 2009). Menurut Prijono (2005) insektisida nabati lebih aman digunakan karena kurang persisten dibandingkan dengan insektisida sintetik sehingga tidak menimbulkan banyak residu, mudah terurai di alam, aman digunakan di lapangan baik bagi musuh alami dan organisme non-target serta tidak menimbulkan resurgensi bagi hama tanaman.

Kutu putih (*Planococcus minor*) adalah salah satu hama yang hidup pada tanaman kakao. Kutu putih menyerang tanaman kakao dengan menghisap buah kakao yang masih berukuran kecil sehingga menyebabkan pertumbuhan tanaman kakao terhambat. Serangan dari kutu putih ini menyebabkan buah mengering dan akhirnya mati (Sumarno, 2015). Kutu putih juga menyerang bagian bunga, tunas dan daun - daun muda. Namun, jika kutu putih menempel pada kakao dapat mengundang semut hitam karena kutu putih menghasilkan embun madu yang menjadi sumber makanan bagi semut hitam (Tairas, dkk., 2012).

Kutu putih yang merupakan hama pada tanaman kakao yang mampu bersimbiosis dengan semut. Simbiosis pada kutu putih dan semut pada tanaman kakao berupa simbiosis mutualisme, yang mana semut membantu proses penyebaran kutu putih dan semut akan memperoleh makanan dari kutu putih dalam bentuk embun madu sebagai sumber karbohidrat. Adanya hubungan simbiosis ini juga sangat membantu tanaman inang terhindar dari serangga lainnya (Way and Khoo, 1992).

Menurut Sutanto (2002); Riyanto (2007); Tairas dkk. (2012), dalam ekologi semut memiliki manfaat bagi tumbuhan dan hewan yang ada disekitarnya. Semut berperan penting dalam rantai makanan yakni sebagai predator yang mampu mengurangi populasi hama di perkebunan, seperti semut rangrang (*Oecophylla smaragdigna*) dan semut hitam (*Dolichoderus sp.*). Semut rangrang mempunyai perilaku yang agresif dalam mempertahankan wilayahnya dan berani dalam melumpuhkan musuh - musuhnya yang memiliki ukuran tubuh lebih besar darinya. Oleh karena itu, semut rangrang memiliki posisi penting dalam ekologi hutan, perkebunan kakao dan lingkungan berhutan (Mele and Cuc, 2004). Selain itu, menurut Riyanto (2007) semut merah (*Solenopsis sp.*) yang terdapat di Brazil dimanfaatkan sebagai agen pengontrol kepadatan larva *Diatraea saccharalis* yang merupakan larva penggerek tanaman tebu.

Penelitian terhadap pengaruh ekstrak kasar air serbuk daun gamal sebagai insektisida nabati pada kutu putih telah banyak dilakukan. Namun, untuk

organisme nontarget seperti semut masih sedikit yang meneliti. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efek ekstrak kasar air serbuk daun gamal terhadap semut yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman kakao.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui efek ekstrak kasar air serbuk daun gamal (*Gliricidia maculata*) kultivar Lampung Utara terhadap semut yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman kakao.

C. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi masyarakat mengenai efek penggunaan ekstrak kasar air serbuk daun gamal (*Gliricidia maculata*) kultivar Lampung Utara terhadap semut yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman kakao.

D. Kerangka Pemikiran

Kakao adalah salah satu komoditi perkebunan di Indonesia. Areal penanaman kakao selalu meningkat setiap tahun seiring melonjaknya harga biji kakao.

Kakao Indonesia diekspor dalam bentuk biji dan olahan. Namun, dalam budidayanya terdapat banyak kendala seperti diserang oleh hama.

Kutu putih merupakan salah satu hama yang sering menyerang tanaman kakao. Bagian tanaman yang biasa diserang oleh kutu putih seperti bunga, tunas, daun-daun muda serta calon buah tanaman kakao. Tanaman inang yang diserang oleh kutu putih akan menunjukkan perubahan berupa pucuk daun-daun muda keriput dan akhirnya menjadi kerdil.

Untuk mengatasi hama kutu putih yang menyerang tanaman kakao telah banyak usaha pengendalian yang dilakukan oleh petani. Mulai dari pengendalian dengan menggunakan insektisida sintetis yang dilakukan berulang kali hingga memangkas bagian tanaman yang terserang hama kutu putih. Tetapi, dari semua usaha yang dilakukan petani belum efektif dalam mengurangi hama kutu putih. Selain itu, penggunaan insektisida sintetis secara terus - menerus akan menyebabkan serangga menjadi resisten dan dapat merusak lingkungan.

Dari beberapa hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa insektisida nabati yang terbuat dari ekstrak tanaman memiliki pengaruh menghambat perkembangan kutu putih pada tanaman kakao. Salah satu tanaman yang dapat dijadikan sebagai insektisida nabati adalah tanaman gamal (ekstrak kasar air serbuk daun gamal). Dari penelitian yang telah dilakukan kandungan flavonoid pada ekstrak daun gamal bersifat toksik bagi serangga sehingga efektif digunakan sebagai insektisida nabati yang murah, aman, mudah dibuat dan ramah lingkungan.

Penelitian mengenai dampak penggunaan insektisida nabati bagi organisme nontarget seperti semut pada tanaman kakao belum banyak dikaji. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh ekstrak kasar air serbuk daun gamal terhadap semut yang bersimbiosis dengan kutu putih pada komoditas tanaman kakao.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu eksperimen pada skala laboratorium yang dilakukan dengan dua cara yaitu pengamatan mortalitas semut dengan tiga perlakuan serta tiga kali pengulangan dan pengamatan perilaku semut dengan empat perlakuan serta sepuluh kali pengulangan. Pada penelitian ini menggunakan dua jenis semut yaitu *Dolichoderus* sp. dan *Solenopsis* sp. pada tanaman kakao.

Pada pengamatan mortalitas semut, perlakuan pertama tanpa penyemprotan insektisida nabati dan sintetis (kontrol). Perlakuan kedua dengan penyemprotan insektisida nabati berupa ekstrak kasar air serbuk daun gamal yang memiliki potensi untuk membunuh hama kutu putih pada tanaman kakao dengan nilai $LC_{50} = 0,11\%$ yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya dan perlakuan ketiga penyemprotan insektisida sintetis (Regent 50 SC) sesuai dengan dosis anjuran (0,1 ml/ 200 ml aquades). Semua semut uji pada pengamatan mortalitas diberi pakan nasi. Pengaruh dari perlakuan pada semut uji yang bersimbiosis dengan kutu putih pada komoditas tanaman kakao diamati mortalitasnya pada 1, 3, 6, 12, 24 dan 48 jam setelah perlakuan. Data semut yang mengalami mortalitas kemudian dianalisis dengan uji statistika

menggunakan ANARA serta uji lanjut BNT taraf 5% program SPSS versi 15.0 bila ada perbedaan antar perlakuan.

Sedangkan pada pengamatan perilaku semut, perlakuan pertama tanpa memberi pakan pada semut (kontrol). Kemudian perlakuan kedua memberi pakan nasi tanpa campuran insektisida, perlakuan ketiga memberi pakan nasi yang dicampur dengan insektisida nabati berupa ekstrak kasar air serbuk daun gamal yang memiliki potensi untuk membunuh hama kutu putih pada tanaman kakao dengan nilai $LC_{50} = 0,11\%$ dan perlakuan keempat dengan memberi pakan nasi yang dicampur insektisida sintetis (Regent 50 SC) sesuai dengan dosis anjuran (0,1 ml/200 ml aquades). Pengaruh dari perlakuan pada semut uji yang bersimbiosis dengan kutu putih pada komoditas tanaman kakao diamati selama 12 jam dari pukul 08.00 WIB – 19.00 WIB setiap 30 menit sekali pada setiap kali pengamatan. Perubahan perilaku semut yang mendekati dan menjauhi makanan dicatat dan dianalisis secara deskriptif.

E. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu:

1. Ekstrak kasar air serbuk daun gamal (*Gliricidia maculata*) kultivar Lampung Utara memiliki efek terhadap perilaku dan mortalitas semut yang bersimbiosis dengan kutu putih.

2. Ekstrak kasar air serbuk daun gamal (*Gliricidia maculata*) kultivar Lampung Utara tidak memiliki efek terhadap perilaku dan mortalitas semut yang bersimbiosis dengan kutu putih.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi dan Habitat Tanaman Kakao

Tanaman kakao merupakan salah satu tanaman perkebunan yang dapat dikomersilkan, kakao termasuk kedalam suku Sterculiaceae. Adapun klasifikasi dari tanaman kakao menurut Tjitrosoepomo (1988) yaitu,

Kingdom : Plantae

Division : Spermatophyta

Class : Dicotyledoneae

Order : Malvales

Family : Sterculiaceae

Genus : *Theobroma*

Species : *Theobroma cacao* L.

Tanaman kakao memiliki habitat asli di hutan tropis dengan naungan pohon-pohon yang tinggi, curah hujan tinggi, suhu sepanjang tahun relatif sama, serta kelembapan tinggi yang tetap. Tanaman kakao yang dibudidayakan tingginya mencapai 1,8 - 3,0 meter pada umur tiga tahun dan mencapai 4,5 - 7,0 meter saat umur 12 tahun. Berbeda dengan tanaman kakao yang tidak dibudidayakan

akan mampu mencapai ketinggian yang melebihi tanaman kakao yang dibudidayakan (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010).

B. Potensi, Kandungan dan Manfaat Kakao

Indonesia merupakan produsen biji kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana (ICCO, 2016). Hal ini didukung oleh produksi kakao Indonesia yang melimpah serta luasnya perkebunan kakao Indonesia yang mencapai 1,72 juta hektar yang tersebar pada 33 provinsi pada tahun 2016 (BPS, 2016). Indonesia mengekspor kakao dalam bentuk biji yang telah kering. Selain itu, ada beberapa produk olahan kakao yang diekspor, yaitu kakao butter, pasta kakao, kakao bubuk dan lainnya (ITC, 2011).

Biji kakao mengandung berbagai senyawa kimia, zat gizi dan senyawa bioaktif. Pada produk olahan kakao memiliki komposisi kimia yang berbeda dengan sebelum pengolahan. Komposisi kimia bubuk kakao memiliki perbedaan dengan pasta coklat dan mentega kakao. Bubuk kakao (natural) per 100 gram mengandung 228,49 Kkal, lemak 13,5 g, karbohidrat 53,35 g, serat 27,90 g, protein 19,59, air 2,58 g dan kadar abu 6,33 g. Kandungan senyawa bioaktif pada bubuk kakao adalah senyawa polifenol yang memiliki fungsi sebagai antioksidan. Bubuk kakao mengandung polifenol yang lebih tinggi dibandingkan dengan anggur maupun teh (Wahyudi, dkk., 2008). Selain itu, menurut Badan Litbang Pertanian (2011) biji kakao mengandung beberapa vitamin seperti vitamin A, vitamin B1, vitamin D, vitamin E dan mengandung

zat besi, kalium serta kalsium yang sangat berguna bagi tubuh. Kakao merupakan sumber magnesium alami.

Senyawa flavonoid yang dikandung oleh biji kakao dapat menghambat/menghalangi terjadinya oksidasi senyawa kolesterol berkerapatan rendah atau *low density lipoprotein* (LDL) pada sel endothelial (Pearson, dkk., 2001; Osakabe, dkk., 2002). Menurut Grassi dkk. (2004) konsumsi cokelat gelap (*dark chocolate*) mampu memperbaiki metabolisme glukosa dalam tubuh serta dapat menurunkan tekanan darah. Selain itu, konsumsi kakao yang mengandung senyawa flavonol pada para perokok mampu memperbaiki sirkulasi aliran darah secara signifikan serta meningkatkan sirkulasi NO dalam darah dibandingkan dengan perokok yang diberi konsumsi kakao dengan kandungan flavonol yang rendah (Heiss, dkk., 2005). Menurut Direktorat Pakan Ternak (2012) limbah kulit buah kakao memiliki kandungan nutrisi berupa protein sekitar 10% yang dapat dijadikan pakan ternak alternatif dengan difermentasi terlebih dahulu.

C. Morfologi dan Klasifikasi Tanaman Gamal

Tanaman gamal adalah salah satu jenis tanaman perdu yang masih berkerabat dengan polong - polongan (suku fabaceae). Ketinggian tanaman gamal dapat mencapai 2 - 13 meter serta memiliki struktur kulit batang yang berwarna coklat muda keabu - abuan dan ada alur kecil pada batang tua (Stewart, dkk., 1996). Daun gamal berbentuk majemuk menyirip yang tersusun saling

berhadap satu dan lainnya. Jumlah helaian daun gamal pertangkai dapat mencapai 7 - 15 helaian (Direktorat Pembenihan Tanaman Hutan, 2002). Bunga tanaman gamal biasanya muncul pada bulan November sampai April. Gamal dapat menghasilkan buah berupa polong yang berwarna cokelat kemerahan hingga gelap yang berjumlah 3 - 8 biji perpolong (Joker, 2002; Elevitch and Francis, 2006).

Bentuk dan morfologi dari tanaman gamal dapat diamati pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman gamal (a), daun gamal (b)
(Direktorat Pembenihan Tanaman Hutan, 2002)

Adapun Klasifikasi tanaman gamal (*Gliricida maculata*) menurut Kementerian Pertanian, Ditjen Peternakan & Keswan (2009) sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Division : Magnoliophyta
Class : Magnoliopsida
Order : Fabales
Family : Fabaceae
Genus : *Gliricida*
Species : *Gliricida maculata*

D. Penyebaran Tanaman Gamal

Tanaman gamal (*Gliricida maculata*) merupakan salah satu tanaman hasil introduksi dari negara Meksiko. Pada habitat aslinya di Meksiko gamal hidup pada ketinggian 400 m di atas permukaan laut. Tanaman gamal tumbuh pada hutan musim gugur yang memiliki curah hujan rendah (Stewart, dkk., 1996). Pertumbuhan tanaman gamal dapat terhambat apabila di tanam pada daerah pegunungan yang sering terjadi embun beku serta kabut yang berkepanjangan. Reproduksi tanaman ini dapat dilakukan dengan menggunakan biji dan stek batang (Purwanto, 2007).

E. Manfaat Tanaman Gamal

Tanaman gamal yang telah mencapai umur satu tahun mengandung 3 - 6% N, 0,31% P, 0,77% K, 15 - 30% serat kasar serta 10 % abu.

Menurut Purwanto (2007) beberapa manfaat tanaman gamal sebagai berikut:

1. Dapat meningkatkan bahan organik tanah serta kadar nitrogen tanah
2. Dapat mengurangi laju erosi pada tanah
3. Dapat mengurangi laju limpasan pada permukaan lahan
4. Menekan pertumbuhan dari alang - alang
5. Sebagai tanaman pagar
6. Sumber pakan ternak
7. Dapat meningkatkan penyerapan air oleh tanah

Selain itu tanaman gamal juga bermanfaat sebagai obat tradisional untuk bisul, memar, luka bakar, batuk, demam, sakit kepala, patah tulang, biang keringat dan tumor kulit (Orwa, dkk., 2009).

F. Kandungan Senyawa Kimia pada Tanaman Gamal

Pada hasil analisis fitokimia ekstrak air serbuk daun gamal diketahui bahwa terdapat kandungan senyawa metabolit sekunder golongan alkaloid, terpenoid, steroid serta flavonoid dengan kandungan flavonoid yang paling banyak.

Flavonoid adalah senyawa kimia toksik yang dapat mematikan hama kutu putih (Nukmal, dkk., 2010). Senyawa flavonoid terkandung dalam semua bagian tumbuhan tingkat tinggi mulai dari akar, kayu, kulit, daun, bunga, buah serta biji (Harborne, 1987; Markham, 1988).

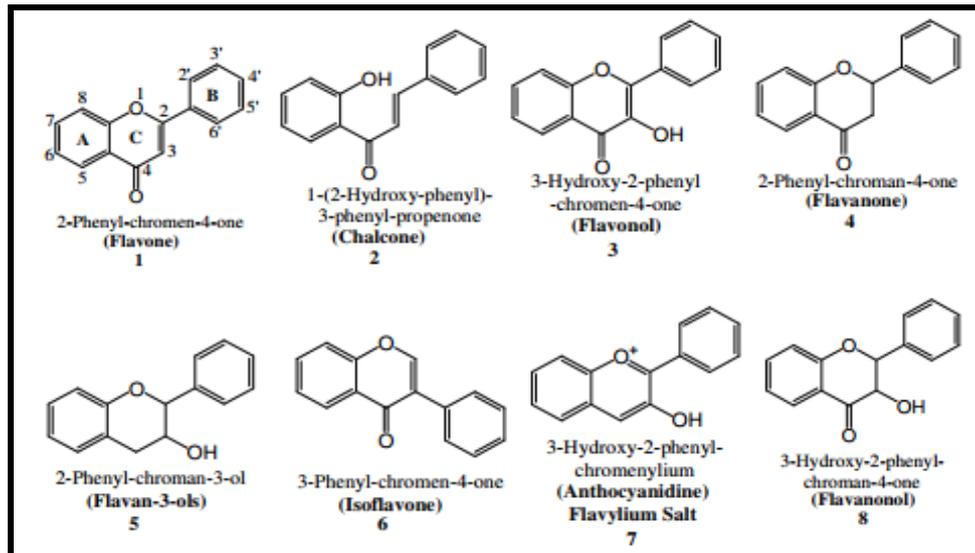
Menurut Rohyami (2008), Tapas dkk. (2008), Ghasemzadeh dan Ghasemzadeh (2011), senyawa flavonoid diklasifikasikan ke dalam delapan kelompok sebagai berikut :

1. Flavon (luteonin, apigenin, tangeritin).
2. Khalkon (lichocalcon dan calcon panduratin A)
3. Flavonol (quercetin, kaemferol, myricetin, isorhamnetin, pachypodol)
4. Flavanon (hesteretin, naringenin, eriodictyol)
5. Flavan (katecyn dan epicatecyns)
6. Isoflavon (genistein, daidzein, glycitein)

7. Antosianidin (cyanidin, delphinidin, malvidin, pelargonidin, peonidin, petunidin).

8. Flavanonol (hisperidin dan naragin).

Perbedaan struktur kimia golongan flavonoid dapat dilihat pada Gambar 2.

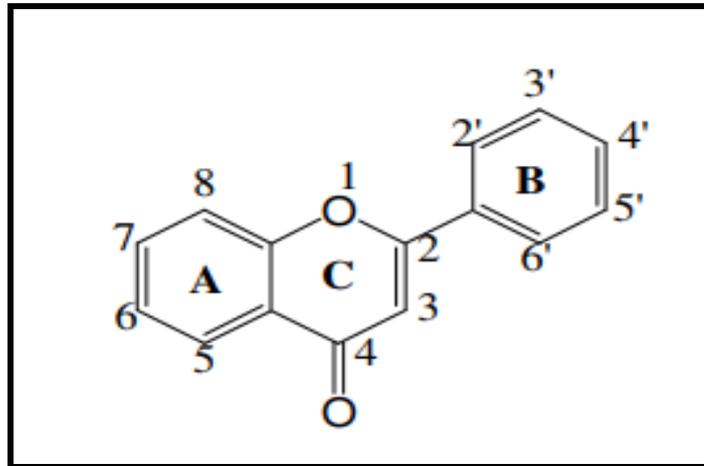


Gambar 2. Struktur kimia golongan flavonoid (Sumber: Tapas, dkk., 2008)

Flavonoid merupakan hasil metabolit sekunder yang berasal dari tanaman hijau dengan struktur polifenol. Flavonoid memiliki kerangka struktural dasar C₆-C₃-C₆, yang tersusun atas dua cincin aromatik C₆ dan cincin heterosiklik yang berisi satu atom oksigen. Senyawa flavonoid dapat disintesis melalui jalur polypropanoid dan membentuk molekul fenilalanin (Ghasemzadeh dan Ghasemzadeh, 2011). Menurut Achmad (1986); Manitto (1992), flavonoid terdiri dari tiga jenis struktur sebagai berikut :

- flavonoid (1,3 - diarilpropana)
- isoflavonoid (1,2 - diarilpropana)
- neoflavonoid (1,1 - diarilpropana)

Struktur umum senyawa flavonoid dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur umum senyawa flavonoid
(Sumber: Tapas, dkk., 2008)

Senyawa flavonoid yang terdapat pada tumbuhan berfungsi sebagai glikosida yang berperan dalam menentukan aktivitas tumbuhan tersebut. Flavonoid tergolong senyawa fenolik alami terbesar pada tumbuhan yang berpotensi sebagai antioksidan (Selawa, dkk., 2013). Senyawa flavonoid juga bermanfaat sebagai agen anti jamur dan pengobatan tradisional (Harborne, 1987). Flavonoid memiliki sifat rodentisida, bakterisida serta insektisida (Badan Litbang Pertanian, 2011).

G. Insektisida Nabati

Bahan alami yang mengandung senyawa bioaktif digolongkan menjadi dua, yakni bahan alami dengan kandungan senyawa bersifat antifitopatogenik (antibiotik pertanian, bersifat fitotoksik atau mengatur pertumbuhan dari tanaman, hormon tanaman dan lainnya), serta bahan alami yang mengandung

senyawa aktif terhadap serangga (hormon serangga, feromon, antifeedant, repelen, atraktan dan insektisida) (Takahasi, 1981).

Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan (2009), cara masuk insektisida kedalam tubuh serangga dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu:

1) Racun Lambung (Racun perut)

Racun lambung adalah insektisida yang dapat membunuh serangga dengan masuk kedalam pencernaan melalui makanan. Insektisida masuk ke organ pencernaan serangga dan diserap usus kemudian ditranslokasikan ke organ sasaran yang dapat mematikan seperti organ respirasi, pusat saraf, sel - sel lambung dan lainnya.

2) Racun Pernafasan

Racun pernafasan merupakan jenis insektisida masuk melalui trakea serangga dalam bentuk partikel mikro yang melayang dalam udara. Serangga akan mati jika telah menghirup partikel dari insektisida dalam jumlah tertentu.

3) Racun Kontak

Racun kontak merupakan jenis insektisida yang membunuh serangga dengan masuk ke dalam tubuh serangga melalui kulit, celah/lubang alami tubuh dan langsung melalui mulut serangga. Serangga yang telah kontak langsung dengan insektisida akan mati.

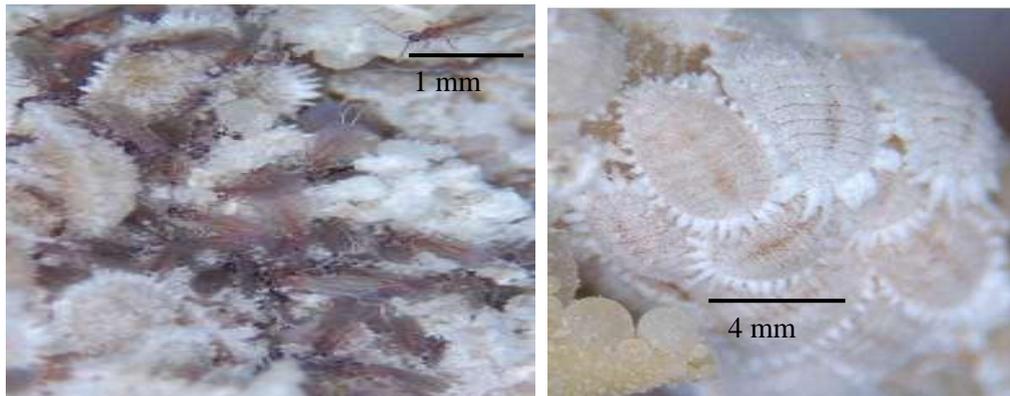
Menurut Oka (1994); Stoll (1995), adapun kelebihan dari insektisida nabati sebagai berikut:

1. Tidak mempunyai dampak yang merugikan bagi musuh alami hama.
2. Dapat mengurangi resiko terjadinya ledakan hama kedua.
3. Dapat mengurangi resiko hama mengembangkan sifat resistensi.
4. Mengurangi ketergantungan petani terhadap insektisida kimia.
5. Dapat mengurangi bahaya bagi kesehatan manusia dan ternak, tidak mencemari lingkungan, air tanah dan air permukaan.
6. Biaya lebih murah.

H. Morfologi dan Klasifikasi Hama Kutu Putih Tanaman Kakao

Kutu putih pada tanaman kakao berbentuk oval, kebulat - bulatan dan dilapisi lilin. Kutu putih betina memiliki bentuk oval dengan ukuran 2 - 3,5 mm dan tubuhnya bersegmen dorsomedial. Sedangkan kutu putih jantan berukuran lebih kecil dari betina yaitu hanya 1 mm (Francis, dkk., 2012).

Bentuk dan morfologi dari kutu putih (*Planococcus minor*) dapat dilihat pada Gambar 4.



a

b

Gambar 4. *Planococcus minor* jantan (a), *Planococcus minor* betina (b)
(Sumber: Francis, dkk., 2012)

Menurut Francis dkk. (2012) klasifikasi kutu putih pada tanaman kakao sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Arthropoda
 Class : Insecta
 Order : Hemiptera
 Family : Pseudococcidae
 Genus : *Planococcus*
 Species : *Planococcus minor*

I. Kerugian Akibat Kutu Putih

Kutu putih (*Planococcus minor*) memiliki sifat polifagus, kutu putih hidup bergerombol sampai puluhan ribu ekor. Hama kutu putih merusak dengan cara menghisap cairan tanaman dari buah sampai pucuk. Hama ini juga menghasilkan embun madu yang kemudian ditumbuhi cendawan jelaga,

sehingga permukaan tanaman yang diserang menjadi berwarna hitam. Kutu putih pada tanaman merupakan vektor penularan virus. Virus tersebut dapat mempengaruhi pertumbuhan vegetatif dari tanaman, hasil serta kualitas buah (Brybrook & Solutions, 2012).

J. Biologi dan Klasifikasi Semut

Semut adalah salah satu jenis serangga dengan jumlah populasi yang sangat besar. Semut di permukaan bumi diperkirakan berjumlah lebih dari 12.000 spesies, akan tetapi hanya sekitar 7.600 spesies dari 250 genus yang telah diberi nama dan dideskripsikan. Semut tersebar luas diseluruh tempat kecuali di lautan, mulai dari daerah Arctic di utara sampai daerah kutub di selatan (Daly, dkk., 1978).

Tubuh semut tersusun atas tiga bagian, yaitu kepala (*caput*), dada (*thorax*) dan bagian perut (*abdomen*) yang berhubungan ke tungkai semut membentuk pinggang yang sempit dikenal dengan *pedicel*. Semut adalah jenis serangga yang bersifat kosmopolit dan hidup secara *eusosial* (sosial sejati) (Dahnial, 2012). Menurut Putra (1994), pada koloni semut terdiri dari kelompok-kelompok yang dikenal dengan kasta. Kasta pada semut terdiri dari ratu, pejantan, pekerja serta prajurit. Setiap kasta pada semut memiliki tugas yang berbeda - beda, akan tetapi mereka tetap saling berinteraksi satu dan lainnya.

Klasifikasi semut hitam dan semut merah menurut Kalshoven (1981) yaitu:

Kingdom : Animalia
Phylum : Arthropoda
Class : Insecta
Order : Hymenoptera
Family : Formicidae
Genus : *Dolichoderus*
 : *Solenopsis*
Species : *Dolichoderus* sp. (Semut hitam)
 : *Solenopsis* sp. (Semut merah)

Menurut Putra (1994); Mele and Cuc (2004) adapun pembagian kasta dari semut yaitu:

1. Semut ratu

Semut ratu memiliki perbedaan dari semut yang lain, yaitu memiliki ukuran tubuh yang lebih besar, komponen mata berkembang dengan sempurna, serta mempunyai mekanisme terbang berupa sayap yang telah berkembang baik sejak memasuki fase imago. Pada satu koloni terdapat lebih dari satu ekor semut ratu (Kalshoven, 1981). Semut ratu mampu menghasilkan hormon yang dikenal sebagai feromon dan memiliki bau yang sangat khas. Feromon yang dihasilkan membuat seluruh anggota koloni tetap bekerja sama dan saling melindungi serta saling mengenali anggotanya. Feromon ini juga digunakan untuk menandai jalur pencarian makanan sehingga mudah diikuti pekerja yang lainnya (Gotwald, 1982).

2. Semut Jantan

Semut jantan memiliki ukuran tubuh yang lebih kecil dibandingkan dengan semut ratu, mempunyai antena dan sayap seperti ratu, serta komponen - komponen mata telah berkembang dengan sempurna. Semut jantan populasinya lebih banyak dari semut ratu akan tetapi, hidupnya lebih singkat.

3. Semut Pekerja

Ciri-ciri semut pekerja mudah dikenal, thorax tereduksi, tidak memiliki sayap, abdomen bagian depan mengecil dengan satu atau dua tonjolan ke arah dorsal dan memiliki antena bertipe *geniculate*.

Menurut Kalshoven (1981) semut pekerja memiliki sengat, rahang yang kuat dan kelenjar yang dapat menghasilkan asam formiat. Alat - alat yang dimiliki semut pekerja ini berfungsi sebagai alat pertahanan yang efektif untuk melawan musuh dan melindungi diri serta koloninya. Menurut Yahya (2004), semut pekerja adalah pelaksana sebagian besar dari aktivitas koloninya, sehingga di dalamnya terbagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan tugasnya. Kelompok - kelompok ini dikenal sebagai budak, pencuri, pengasuh pengumpul dan pembangun.

4. Semut Prajurit

Ukuran tubuh semut prajurit lebih besar dibandingkan dengan semut pekerja. Semut prajurit memiliki kepala yang besar yang tersusun dari bahan kitin yang kokoh dan memiliki rahang atas dengan mandibula yang sangat kuat. Tugas dari semut prajurit adalah melindungi sarang dengan cara berkelahi.

Secara ekologi semut bermanfaat untuk hewan lain dan tumbuhan, ini disebabkan dalam rantai makanan semut dapat berperan sebagai herbivora, karnivora dan perombak bahan organik. Oleh sebab itu, keberadaan semut di alam memiliki peranan yang sangat penting. Semut memiliki kebiasaan keluar pada waktu pagi dan sore hari dari sarangnya, ini bertujuan untuk menghindari suhu yang terlalu panas (Riyanto, 2007).

Semut dapat hidup pada berbagai jenis tanaman seperti tanaman kakao, kopi dan sirsak. Menurut hasil penelitian Mele and Cuc (2004), kebutuhan akan protein, gula, karbohidrat dan mineral dapat diperoleh dari bagian - bagian tanaman kopi seperti dari bunga, daun serta buah. Selain memperoleh kebutuhan makanan semut juga mendapat ruang tempat berlindung pada sela-sela buah yang bergerombol.

K. Simbiosis Kutu Putih dengan Semut

Simbiosis yang terbentuk antara semut dan kutu putih dapat menguntungkan tanaman inang, hal ini karena semut mampu menghambat serangan hama lain pada tanaman inang. Contoh semut pada tanaman kakao yang menghalangi hama penggerek buah kakao yaitu *Conopomorpha crameria* dan *Helopelthis antonii* (William, 2004).

Menurut William (2004); BBP2TP (2013), simbiosis antara semut dengan kutu putih bermacam-macam yaitu:

a. Mutualisme

Mutualisme merupakan suatu interaksi antar organisme yang saling menguntungkan, semut memperoleh embun madu yang dihasilkan oleh kutu putih sedangkan kutu putih dibantu dalam proses penyebarannya.

b. Predatisme

Predatisme merupakan interaksi organisme yang salah satunya dirugikan dan hanya terjadi pada semut yang primitif.

c. Trofobiosis

Trofobiosis merupakan interaksi organisme yang salah satunya melindungi organisme lain, semut melindungi kutu putih dari serangan musuh alaminya.

Hubungan yang terbentuk antara semut dan kutu putih berkolerasi positif, semakin banyak populasi kutu putih pada tanaman, maka semakin banyak pula semut yang datang. Sedangkan hubungan yang terbentuk antara semut dan serangga *Conopomorpha cramelia* dan *Helopelthis antonii* berkolerasi negatif, semakin banyak populasi semut pada tanaman kakao maka semakin sedikit serangga *Conopomorpha cramelia* dan *Helopelthis antonii* yang menyerang tanaman kakao (William, 2004; BBP2TP, 2013).

Beberapa jenis semut yang bersimbiosis dengan kutu putih dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Semut hitam (*Dolichoderus* sp.) yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman kakao (Sumber: Dokumentasi pribadi, 2018)



Gambar 6. Semut Merah (*Solenopsis* sp.) yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman kakao (Sumber: Dokumentasi pribadi, 2018)

Pada ekosistem semut merupakan salah satu serangga yang penting, karena semut mampu berinteraksi dengan kurang lebih 100.000 serangga Hemiptera yang memproduksi embun madu. Embun madu terdiri dari komponen penting seperti gula, asam amino, protein dan vitamin yang bermanfaat untuk pertumbuhan dan perkembangan semut (Holldobler & Wilson, 1990).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2018 sampai Januari 2019.

Pengambilan semut (serangga uji) dari Jalan Cengkeh Kecamatan Kedaton, Bandar Lampung.

Proses identifikasi semut (serangga uji) dan pengujian ekstrak kasar air serbuk daun gamal terhadap semut yang bersimbiosis dengan kutu putih pada tanaman kakao dilakukan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA Unila.

Ekstrak kasar serbuk daun gamal yang digunakan diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu toples sebagai tempat sementara serangga uji saat pengambilan di kebun, kain tricot untuk menutup bagian atas botol selai, cawan petri dan toples, karet gelang untuk mengikat kain tricot, kuas untuk mengambil semut dari tanaman kakao, botol selai dan cawan petri berfungsi sebagai tempat serangga uji yang diberi perlakuan, pisau

untuk memotong bagian tanaman kakao yang menjadi tempat semut bersarang, aluminium foil tempat meletakkan pakan (nasi) sebagai sumber makanan selama pengujian, mikroskop stereo untuk pengamatan semut saat identifikasi, objek glass untuk meletakkan semut ketika diamati pada mikroskop, penggaris sebagai pembanding ketika identifikasi, spidol untuk memberi batas pada cawan petri, pinset untuk memindahkan semut yang diidentifikasi, neraca digital untuk menimbang ekstrak kasar air serbuk daun gamal yang akan digunakan, kamera HP untuk mendokumentasikan gambar, alat semprot untuk menyemprotkan insektisida nabati dan insektisida sintetik pada semut saat melakukan pengamatan mortalitas, pipet tetes untuk meneteskan insektisida nabati serta insektisida sintetik pada pakan semut saat melakukan pengamatan perilaku semut, gelas ukur untuk mengukur volume aquades dan insektisida sintetik, tusuk gigi untuk melarutkan padatan insektisida nabati, serta alat tulis untuk mencatat hasil pengamatan.

Bahan yang digunakan meliputi semut hitam (*Dolichoderus* sp.) dan semut merah (*Solenopsis* sp.) yang ada pada tanaman kakao sebagai serangga uji, alkohol 70 % untuk membius semut saat melakukan identifikasi serta ekstrak kasar air serbuk daun gamal kultivar Lampung Utara yang diperoleh dari penelitian sebelumnya. Ekstrak kasar air serbuk daun gamal kultivar Lampung Utara yang efektif untuk kutu putih pada tanaman kakao dengan nilai $LC_{50} = 0,11\%$. Kemudian insektisida sintetik (Regent 50 SC) yang digunakan sesuai dosis anjuran (0,1 ml/ 200 ml aquades) dan nasi digunakan sebagai sumber pakan pada semut (serangga uji).

C. Prosedur Penelitian

Prosedur kerja dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Semut

Semut (serangga uji) yang telah diperoleh dari lapangan kemudian diidentifikasi pada Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA Unila. Hasil identifikasi yang dilakukan hanya sampai pada tingkat genus yang merujuk pada buku Hashimoto (2003) dan Oktarina (2014). Semut yang diperoleh dari identifikasi ini yaitu semut hitam (*Dolichoderus* sp.) dan semut merah (*Solenopsis* sp.).

2. Pelaksanaan Penelitian

Semut hitam (*Dolichoderus* sp.) dan semut merah (*Solenopsis* sp.) yang digunakan sebagai serangga uji berasal dari tanaman kakao yang terlebih dahulu diaklimatisasi dengan dimasukkan ke dalam toples selama satu hari dan diberi pakan nasi. Penelitian ini dilaksanakan dengan dua cara yaitu:

a. Mortalitas Semut

Pada pengamatan mortalitas, semut hitam dan semut merah yang telah diaklimatisasi diambil masing-masing 10 ekor kemudian diberikan perlakuan. Perlakuan pertama tanpa penyemprotan insektisida nabati dan sintetis (kontrol), perlakuan kedua dengan penyemprotan insektisida nabati berupa ekstrak kasar air serbuk daun gamal yang memiliki potensi untuk membunuh hama kutu putih pada tanaman kakao dengan nilai $LC_{50} = 0,11\%$ yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya dan

perlakuan ketiga dengan penyemprotan insektisida sintetik (Regent 50 SC) sesuai dengan dosis anjuran (0,1 ml/ 200 ml aquades). Semut yang telah diberi perlakuan dimasukkan ke dalam botol selai yang telah diisi dengan pakan berupa nasi di dalamnya. Kemudian botol selai ditutup dengan kain tricot. Mortalitas semut diamati pada 1, 3, 6, 12, 24 dan 48 jam setelah perlakuan. Masing - masing perlakuan dilakukan dengan tiga kali ulangan.

b. Perilaku Semut

Pada pengamatan perilaku, semut hitam dan semut merah yang telah diaklimatisasi diambil masing-masing 1 ekor kemudian diletakkan dalam cawan petri. Perlakuan pertama tanpa memberi pakan pada semut (kontrol), perlakuan kedua memberi pakan nasi tanpa campuran insektisida, perlakuan ketiga memberi pakan nasi yang dicampur dengan insektisida nabati berupa ekstrak kasar air serbuk daun gamal yang memiliki potensi untuk membunuh hama kutu putih pada tanaman kakao dengan nilai $LC_{50} = 0,11\%$ dan perlakuan keempat dengan memberi pakan nasi yang dicampur insektisida sintetik (Regent 50 SC) sesuai dengan dosis anjuran (0,1 ml/ 200 ml aquades). Kemudian perubahan perilaku semut yang mendekati dan menjauhi makanan diamati selama 12 jam dari pukul 08.00 WIB – 19.00 WIB setiap 30 menit sekali pada setiap kali pengamatan. Masing-masing perlakuan dilakukan sepuluh kali ulangan.

D. Rancangan Penelitian

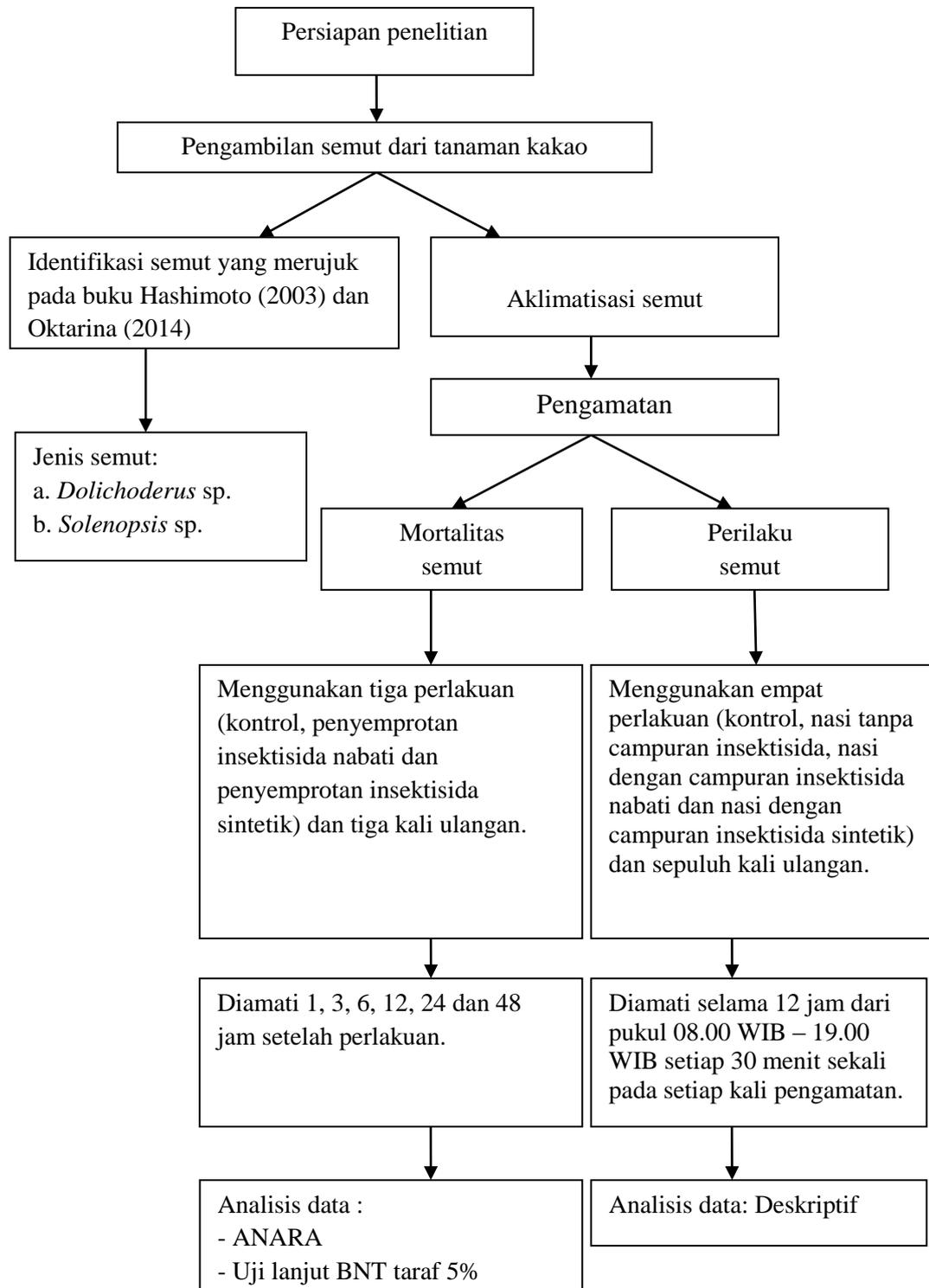
Pengambilan semut (serangga uji) yang ada di lapangan dilakukan secara Purposive Sampling dengan memilih tanaman kakao yang menunjukkan adanya aktivitas antara semut dan kutu putih saling bersimbiosis sedangkan untuk tanaman kakao yang tidak menunjukkan adanya hubungan simbiosis semut dengan kutu putih tidak digunakan. Pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga kali ulangan untuk pengamatan mortalitas semut dan sepuluh kali ulangan untuk pengamatan perilaku semut.

E. Analisis Data

Jumlah mortalitas pada semut dianalisis dengan uji statistika menggunakan ANOVA serta uji lanjut BNT taraf 5% program SPSS versi 15.0 bila ada perbedaan antar perlakuan, sedangkan untuk data perilaku semut dianalisis secara deskriptif.

F. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir penelitian

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Ekstrak kasar air serbuk daun gamal (*Gliricidia maculata*) Kultivar Lampung Utara dengan nilai LC_{50} 0,11% mampu mematikan semut hitam mencapai $9,0 \pm 1,0$ dan semut merah $8,7 \pm 1,2$.
2. Ekstrak kasar air serbuk daun gamal (*Gliricidia maculata*) Kultivar Lampung Utara memiliki efek terhadap kecenderungan semut hitam dan semut merah dalam mendekati makanan yang mencapai 78% dan 85%.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, S.A. 1986. *Kimia Organik Bahan Alam*. Materi 4. Ilmu Kimia Flavonoid. Karunia Universitas Terbuka. Jakarta.
- Badan Litbang Pertanian. 2011. *Daun Gamal (Gliricidia sepium) Obat Scabies Pada Kambing*. Sinar Tani. Edisi 30 Maret - 5 April 2011 No.3399 Tahun XLI.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2016. *Statistik Kakao Indonesia*. BPS. Jakarta.
- Balai Besar Pusat Pertanian (BBPP Lembang). 2009. *Insektidida Nabati (Pengendalian Hama Berwawasan Lingkungan)*. <http://www.bbpp-lembang.info/index.php/en/arsip/artikel/artikel-pertanian/526-insektisida-nabati>. Diakses tanggal 22 November 2018 pukul 09.00 WIB.
- Balai Besar Pusat Pertanian Tanaman Pangan (BBP2TP) Ambon. 2013. *Insektisida Nabati Pengendalian Hama Berwawasan Lingkungan*. Diakses tanggal 7 September 2018 pukul 16.30 WIB.
- Brybrook, D., & Solutions, V. 2012. *Mealbug Management*. Australian Government Grape and Wine Research and Development Corporation. <http://www.gwrdc.com.au>. Diakses pada tanggal 20 September 2018 Pukul 20.00 WIB.
- Dahnial. 2012. *Kasta Semut*. <http://Semutpekerja.com>, [Semut prajurit](http://Semutprajurit.com) dan [Ratu semut](http://Ratusmut.com), Diakses pada tanggal 20 September 2018 pukul 21.33 WIB.
- Daly, H.V., Doyen, J. T., and Ehrlich, P.R. 1978. *Introduction to Insect Biology and Diversity*. International Student Edition. Mc. Graw-Hill Kogakusha, Ltd. Tokyo.
- Dewi, R. S. 2010. Keefektifan tiga jenis tumbuhan terhadap *Paracoccus marginatus* dan *Tetranychus* sp. pada tanaman Jarak Pagar (*Jantrophacurcas* L). (Tesis). Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Institut Pertanian Bogor.

- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2009. *Pengenalan Pestisida*.
<http://www.ditjenbun.pertanian.go.id>. Diakses pada tanggal 18 September 2018 pukul 09.30 WIB.
- Direktorat Pakan Ternak. 2012. Limbah Kakao Sebagai Alternatif Pakan Ternak.
<http://www.ditjennak.pertanian.go.id>. Diakses pada tanggal 22 November 2018 pukul 19.45 WIB.
- Direktorat Pembenihan Tanaman Hutan. 2002. *Gliricidia sepium (Jacq.) Steud. Informasi Singkat Benih*. <http://www.dephut.go.id/informasi.rrl/Gliricidiasepium.pdf>. Diakses pada tanggal 8 September 2018 pukul 10.00 WIB.
- Djojosumarto, P. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Elevitch, C. R. and Francis, J. K. 2006. *Gliricidia sepium (Gliricidia) Fabaceae (Legume family)*. Species Profiles For Pacific Island Agroforestry. www.traditionaltree.org. Diakses tanggal 8 September 2018 pukul 09.30 WIB <http://www.agroforestry.net/tti/Gliricidia-gliricidia.pdf> gamal.
- Francis, A.W., Kairo, M.T.K., & Roda, A.L. 2012. *The passionvine mealbug, Planococcus minor (Maskell) (Hemiptera:Pseudococcidae)*. University of Florida.
- Ghasemzadeh, A. & Ghasemzadeh, N. 2011. Flavonoids and phenolic acids: Role and biochemical activity in plants and human. *Journal of Medical Plants Research* Vol. 5 (31), pp. 6697-6703. Available online at <http://www.academicjournals.org/JMPR>, ISSN 1996-0875 ©2011 Academic Journals DOI:10. 5897/ JMPR11. 1404. Iran.
- Gotwald, W. H. 1982. *Army Ants*. <http://antbase.org/ants/publications/11022.pdf>. Diakses pada tanggal 6 Oktober 2018 Pukul 16.00 WIB.
- Grassi, D., Nicozione, S., Lippi, C., Croce, G., Valeri, L., Pas-qualetti, P., Blumberg, JB and Ferri, C. 2004. Cocoa induces blood pressure and insulin resistance and improves endothelium-dependent vaso-dilation in hypertensives. *Hypertension J.*, 46:398 - 405.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Alih Bahasa Kosasih Padmawinata. ITB. Bandung.
- Hashimoto, Y. 2003. *Manual for Bornean Ant (Formicidae) Identification*. Prepared for the Course on Tools for Monitoring Soil Biodiversity in The ASEAN Region at University Malaysia Sabah, Kota Kinabalu. Malaysia.
- Heiss, C., Dejam, A., Kleinbongard, P., Perre, S., Schroeten, H. and Kelm, M. 2005. Acute consumption of flavonol-rich cocoa and the reversal of endothelial dysfunction in smokers. *J. Am. Coll. Cardiol.* 46:1276-1283.

- Hendayana, D. 2006. *Mengenal Tanaman Bahan Pestisida Nabati*. PPL Kecamatan Cijati. Cianjur.
- Holldobler, B. & Wilson, E. O. 1990. *The Ants*. The Belknap Press Of Harvard University Press, Cambridge, Ma, 732 Pp.
- [ICCO] International Cocoa Organization. 2016. *Quarterly bulletin of cocoa statistics*. <http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat-view/89-monthly-reviews/263-monthly-review-of-the-market-2016.html>. Diakses pada tanggal 21 November 2018 Pukul 09.10 WIB.
- [ITC] International Trade Center. 2011. Trade map-International trade statistic Cocoa and cocoa preparations. <http://www.trademap.org/tm-light/Country-SelProduct-TS.aspx>. Diakses pada tanggal 21 November 2018 pukul 19.00 WIB.
- Joker. 2002. *Gliricidia sepium* (Jacq.). Steud. Danidia Forest Seed Centre. Denmark.
- Kalshoven, L. G. E. 1981. *Pest of Crop in Indonesia*. PT Ichtar Baru-Van Hove Revised by Vander Laan. Jakarta.
- Kementerian Pertanian, Ditjen Peternakan & Keswan. 2009. *Keunggulan Gamal Sebagai Pakan Ternak*. BPTU Sembawa. Sumatera Selatan.
- Lu, F. C. 1994. *Toksikologi Dasar: Asas, Organ Sasaran dan Penilaian Resiko*. Edisi ke-2. Penerbit U.I.P. Hal 412.
- Manitto, P. 1992. *Biosintesis Produk Alam*. Alih Bahasa Koensomardiyah IKIP. Semarang Press. Semarang.
- Markham, K.R. 1988. *Cara Mengidentifikasi Flavonoid*. Alih Bahasa Kosasih Padmawinata. ITB. Bandung.
- Mele, V. P. and Cuc, N.T.T. 2004. Semut Sahabat Petani: Meningkatkan Hasil Buah-buahan dan Menjaga Kelestarian Lingkungan Bersama Semut Rangrang, Diterjemahkan oleh Subekti Rahayu. *World Agroforestry Centre*. Jakarta
- Morello, B. dan Rejessus. 1983. *Botanical Insecticides Against The Diamondback Moth*. Los Banos: Department of Entomology, College of Agriculture. University of The Philippines. (Diakses melalui www.avrdc.org/pdf/86dbm/86DBM23 pada tanggal 14 Februari 2019).
- Muta'ali, Roqib dan Purwani, Kristanti, I. 2015. "Pengaruh Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea indica*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Spodoptera*

litura F". Artikel pada JURNAL SAINS DAN SENI ITS, Vol. 4 No. 2 (2015) 2337-3520.

- Nukmal, N., Utami, N., & Suprpto. 2010. Skrining Potensi Daun Gamal (*Gliricidia maculata* HBr.) Sebagai Insektisida Nabati. *Laporan Penelitian Hibah Strategi Unila*. Universitas Lampung.
- Nukmal, N. dan Andriyani R., 2017. Daya Ekstrak Polar Serbuk Daun Gamal (*Gliricidia Sepium*, JACQ.) Kultivar Pringsewu Terhadap Kutu Putih *Planococcus Minor*, Maskell (*Hemiptera: Pseudococcidae*) Pada Kakao. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UMJ 2017*.
- Oka, I. N. 1994. Penggunaan, Permasalahan serta Prospek Pestisida Nabati dalam Pengendalian Hama Terpadu. *Dalam Prosiding Seminar Hasil Penelitian dalam Rangka Pemanfaatan Pestisida Nabati*. Balitro. Bogor.
- Oktarina, D. 2014. Jenis – jenis Semut Penghuni Kanopi dan Perilaku Semut Dominan di Kebun Kopi Rakyat Pekon Ngarip dan Pekon Gunung Terang. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 56 hlm.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R. & Anthony, S. 2009. *Agroforestry Database 4.0 : Gliricidia sepium*. <http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>. Diakses pada tanggal 20 September 2018 pukul 21.00 WIB.
- Osakabe, N., Yasuda, A., Natsume, M., Takizawa, T., Terao, J. and Kondo, K. 2002. Catechins and their oligomers linked by C₄---C₈ bonds are major cacao polyphenols and protect low density lipoprotein from oxidation *in vitro*. *Exp. Biol. Med.* 227 (1):51-56.
- Pasutri, A.Y. 2018. Karakterisasi dan Kuantifikasi Senyawa Flavonoid Ekstrak Polar Daun Gamal Kultivar Lampung Utara dan Uji Aktivitasnya Terhadap Kutu Putih Kakao (*Planococcus Minor*). (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 60 hlm.
- Pearson, D.A., Schmitz, H. H., Lazarus, S. A. and Keen, C.L. 2001. Inhibition of *in vitro* low density lipoprotein oxidation by oligomeric procyanidins present in chocolate and cocoas. *Methods Enzymol.* 335:350-360.
- Prijono, D. 1994. *Teknik Pemanfaatan Insektisida Proyek Botanik*. Pembangunan Pertanian Nasional Fakultas Pertanian LPB. Balihort Lembang. Bogor.
- Prijono, D. 2005. Pemanfaatan dan Pengembangan Pestisida Nabati. *Makalah Seminar Ilmiah*. Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. 3 Agustus 2005.
- Purwanto, I. 2007. *Mengenal Lebih Dekat Leguminosae*. Kanisius. Yogyakarta.

- Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 2010. *Budidaya dan pasca panen kakao*. Bogor. http://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/wpcontent/uploads/2011/01/perkebunan_budidaya_kakao.pdf. Diakses pada tanggal 28 September 2018 pukul 16.30 WIB.
- Putra, S. N. 1994. *Serangga di Sekitar Kita*. Kanisius. Yogyakarta.
- Putri, H.A. 2018. Penentuan Struktur dan Kadar Flavonoid Ekstrak Polar Daun Gamal (*Gliricidia Maculata*) Kultivar Lampung Barat Sebagai Insektisida Nabati Pada Kutu Putih Tanaman Kopi (*Planococcus Citri*). (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 67 hlm.
- Raini, M. 2007. Toksikologi Pestisida Nabati dan Penanganan Akibat Keracunan Pestisida. *Media Litbang Kesehatan* (17) (3). Departemen Kesehatan. Jakarta.
- Raymond-Delpech, V., Matsuda, K., Sattelle, B.M., Rauh, J.J. and Sattelle, D.B. 2005. Ion channels: molecular targets of neuroactive insecticides. *Invertebr .Neurosci.*, 5(3-4):119-133.
- Riyanto. 2007. *Kepadatan Pola Distribusi dan Peranan Semut Pada Tanaman di Sekitar Lingkungan Tempat Tinggal*. FKIP. Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan.
- Rohyami, Y. 2008. Penentuan Kandungan Flavonoid dari Ekstrak Metanol Daging Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macropora* Scheff Boerl). *Jurnal Penelitian & Pengabdian dppm. uii. ac. id*. Yogyakarta.
- Selawa, W., Runtuwene, M. R. J., & Citraningtyas, G. 2013. Kandungan Flavonoid Dan Kapasitas Antioksidan dan Total Ekstrak Etanol Daun Binahong [*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis. *Jurnal Ilmiah Farmasi- UNSRAT Vol.2 No 01 ISSN 2302- 2493*. Manado.
- Stewart, J. L., Allison, G. E., & Simons, A. J. 1996. *Gliricidia sepium genetic resources farmers*. Oxford forestry institute. Oxford.
- Stoll, G. 1995. *Natural Crop Protection in the Tropics* Margraf Verlag. Weikersheim. Germany. 188 pp.
- Sudarmo, S. 2005. *Pestisida Nabati Pembuatan dan Pemanfaatannya*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sumarno, E. 2015. *Jenis-Jenis Serangga Hama Berdasarkan Tingkat Kerusakan Yang Ditimbulkan*. Universitas Halu Oleo. Kendari.
- Suriana, N. 2012. Pestisida Nabati: Pengertian, Kelebihan, Kelemahan dan Mekanisme Kerja. <http://informasitips.com/pestisida-nabati-pengertian->

kelebihan-kelemahan-dan-mekanisme-kerja. Diakses pada tanggal 13 Februari 2019 pukul 21.00 WIB.

- Sutanto, R., 2002. *Penerapan Pertanian Organik Pemasarakatan dan Pengembangannya*. Kanisius. Yogyakarta.
- Tairas, R.W., Tulung, M., Pelealu, J. 2012. *Musuh Alami Kutu Putih Pada Tanaman Pepaya*. Fakultas Pertanian Unsrat, Minahasa Utara, Manado.
- Takahashi, N. 1981. *Application of Biologically Natural Products in Agricultural Fields*. Dalam Proc Of Reg. Seminar On Recnet Trend in Chemistry of Natural Product Research, M. Wirahadikusumah and A.S Noer (Eds). 110-132. Penerbit ITB. Bandung.
- Tapas, A. R., Sakarkar, D. M., & Kakde R. B., 2008. *Flavonoids as Nutraceuticals*. Tropical Journal of Pharmaceutical Research (3): 1089-1099. Faculty of Pharmacy, University of Benin- Nigeria.
- Tarumingkeng, R. 1992. *Insektisida: Sifat, Mekanisme, Kerja dan Dampak Penggunaannya*. UKRIDA Press. 250p.
- Tjitrosoepomo, G. 1988. *Taksonomi Tumbuhan (Spermathopyta)*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Untung, K. 1993. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wahyudi, T., Panggabean, T.R., Pujiyanto, A.A. dan Prawoto. 2008. *Panduan Lengkap Kakao Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Way, M.J. and Khoo, K. C. 1992. Role of ant in pest management. *Annual Review of Entomology*. 37: 479-503.
- Williams, D.J. 2004. *Mealbugs of Southern Asia*. The Natural History Museum. London.
- Wirasuta, I.M.A.G., & Niruri, R. 2006. *Buku Ajar Toksikologi Umum*. Universitas Udayana. Bali.
- Yahya, H. 2004. *Menjelajah Dunia Semut*. [http:// yahya/menjelajah dunia semut. pdf](http://yahya/menjelajah_dunia_semut.pdf). Diakses tanggal 6 Oktober 2018 pukul 14.00 WIB.
- Yusuf, R. 2012. Potensi Dan Kendala Pemanfaatan Pestisida Nabati dalam Pengendalian Hama Pada Budidaya Sayuran Organik. *Seminar UR-UKM Ke-7*.

Zhao, X., Salgado, V.L. and Yeh, J.Z. Narahasi T. Kinetic and pharmacological characterization of desensitizing and non-desensitizing glutamate-gated chloride channels in cockroach neurons. *Neurotoxicology*. 2004;25:967-980.