

**AKTIVITAS FERMENTASI LARUTAN KAKAO
(*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI ATRAKTAN NYAMUK *Anopheles* sp.
DI DESA SUKAJAYA PUNDUH KECAMATAN MARGA PUNDUH
KABUPATEN PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

IKA YUNIDASARI



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2017**

**AKTIVITAS FERMENTASI LARUTAN KAKAO
(*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI ATRAKTAN NYAMUK *Anopheles* sp.
DI DESA SUKAJAYA PUNDUH KECAMATAN MARGA PUNDUH
KABUPATEN PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

IKA YUNIDASARI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KEDOKTERAN**

Pada

Fakultas Kedokteran Universitas Lampung



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

ACTIVITIE SOLUTION OF CACAO (*Theobroma cacao* L.) AS THE *Anopheles sp.* MOSQUITO ATTRACTANT IN THE SUKAJAYA PUNDUH VILLAGE, MARGA PUNDUH DISTRICTS, PESAWARAN DISTRICT, LAMPUNG PROVINCE

By

Ika Yunidasari

Background: Malaria is a disease caused by the *Plasmodium sp.* parasite and transmitted by the bite of *Anopheles sp.* characterized by fever, headache, chills, sweating and vomiting. One way to reduce the mosquito population is mechanically control. The control using mosquito trap made from a bottle that has been modified and then filled attractant solution fermentation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) as a decoy so that mosquitoes into a trap.

Objective: To know activitie solution of cacao (*Theobroma cacao* L.) as the *Anopheles sp.* mosquito attractant in the Sukajaya Punduh village, Marga Punduh districts, Pesawaran district, Lampung province.

Method: This study uses a purely experimental, sampling using purposive sampling to obtain samples of malaria patients home as much as ten houses. There are six treatment groups namely distilled water as a negative control, a concentration of 6.25%, 12.5%, 25%, 50% and 100%. Then be repeated four times.

Result: The average and standard deviation of the number of *Anopheles sp.* namely 0.10 ± 0.379 for the negative control, 0.18 ± 0.385 for a concentration of 6.25%, 0.38 ± 0.740 for a concentration of 12.5%, 0.28 ± 0.506 to a concentration of 25%, 0.15 ± 0.362 for concentration of 50% and 0.38 ± 0.628 to 100% concentration. Statistical test results kruskal wallis test p value = 0.116 or $p > 0.05$

Conclusion: In this study, we can conclude that statistically there is no difference in the number of *Anopheles sp.* who entered the trap significantly in all groups

Keyword: *Anopheles sp.* mosquito, attractant, cocoa (*Theobroma cacao* L.), malaria

ABSTRAK

AKTIVITAS FERMENTASI LARUTAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI ATRAKTAN NYAMUK *Anopheles* sp. DI DESA SUKAJAYA PUNDUH KECAMATAN MARGA PUNDUH KABUPATEN PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG

Oleh

Ika Yunidasari

Latar Belakang: Malaria adalah penyakit yang disebabkan oleh parasit *plasmodium* sp. dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* sp. yang ditandai dengan demam, sakit kepala, menggigil, berkeringat dan muntah. Salah satu cara untuk mengurangi populasi nyamuk adalah pengendalian secara mekanik. Pengendalian tersebut menggunakan perangkap nyamuk yang terbuat dari botol yang telah dimodifikasi kemudian diisi atraktan fermentasi larutan kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai pemikat agar nyamuk masuk dalam perangkap.

Tujuan: Untuk mengetahui aktivitas fermentasi larutan kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai atraktan nyamuk *Anopheles* sp. di Desa Sukajaya Punduh, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.

Metode: Penelitian ini menggunakan metode eksperimental murni, pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling* kemudian diperoleh sampel rumah penderita malaria sebanyak sepuluh rumah. Terdapat enam kelompok perlakuan yaitu akuades sebagai kontrol negatif, konsentrasi 6,25%, 12,5%, 25%, 50% dan 100%. Kemudian dilakukan pengulangan sebanyak empat kali.

Hasil: Rata-rata dan standar deviasi jumlah nyamuk *Anopheles* sp. yaitu $0,10 \pm 0,379$ untuk kontrol negatif, $0,18 \pm 0,385$ untuk konsentrasi 6,25%, $0,38 \pm 0,740$ untuk konsentrasi 12,5%, $0,28 \pm 0,506$ untuk konsentrasi 25%, $0,15 \pm 0,362$ untuk konsentrasi 50% dan $0,38 \pm 0,628$ untuk konsentrasi 100%. Hasil uji statistik *kruskal wallis* didapatkan nilai $p=0,116$ atau $p>0,05$

Simpulan: Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa secara statistik tidak ada perbedaan jumlah nyamuk *Anopheles* sp. yang masuk dalam perangkap secara bermakna pada semua kelompok.

Kata kunci: Atraktan , kakao (*Theobroma cacao* L.), malaria, nyamuk *Anopheles* sp.

Judul Penelitian : **AKTIVITAS FERMENTASI LARUTAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI ATRAKTAN NYAMUK *Anopheles* sp. DI DESA SUKAJAYA PUNDUH KECAMATAN MARGA PUNDUH KABUPATEN PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Ika Yunidasari**

No. Pokok Mahasiswa : **1318011081**

Program Studi : **Pendidikan Dokter**

Fakultas : **Kedokteran**



1. Komisi Pembimbing

dr. Betta Kurniawan, S.Ked., M.Kes. **Prof. Dr. dr. Efrida Warganegara, S.Ked., M.Kes., Sp.MK**

197810092005011001

195012231977102001



Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA

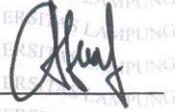
197010282001121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

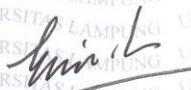
Ketua

: dr. Betta Kurniawan, S.Ked., M.Kes



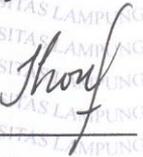
Sekretaris

: Prof. Dr. dr. Efrida W., S.Ked., M.Kes., Sp.MK



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. dr. Jhons Fatriyadi Suwandi, S.Ked., M.Kes



2. Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA

197010282001121001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 31 Januari 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya, bahwa:

1. Skripsi dengan judul “Aktivitas Fermentasi Larutan Kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai Atraktan Nyamuk *Anopheles sp.* di Desa Sukajaya Punduh, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung” adalah hasil saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandar Lampung, Januari 2017

Pembuat pernyataan,



Ika Yunidasari

NPM. 1318011081

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, 14 Juni 1995, anak pertama dari dua bersaudara, dari Bapak Halusi, S.E dan Ibu Suarti. Penulis memiliki seorang adik laki-laki, yaitu M. Aldo Irawan Fasyah.

Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN 2 Harapan Jaya Bandar Lampung pada tahun 2001-2007. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 21 Bandar Lampung dan selesai pada tahun 2010. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 5 Bandar Lampung sampai tahun 2013.

Pada tahun 2013, penulis mengikuti jalur tertulis Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan terdaftar sebagai mahasiswa di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Selain menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi FSI Ibnu Sina sampai dengan periode 2014-2015 dan juga tergabung sebagai Asisten Dosen (Asdos) Parasitologi FK Unila.

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT, Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang tiada habis memberikan kepada kita kasih dan sayang-Nya, serta hanya dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Skripsi dengan judul “Aktivitas Fermentasi Larutan Kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai Atraktan Nyamuk *Anopheles sp.* di Desa Sukajaya Punduh, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. dr. Betta Kurniawan, S.Ked., M.Kes selaku Pembimbing Utama, atas kesediaannya meluangkan waktu dalam membimbing skripsi, memberikan kritik, saran dan nasihat dalam penyusunan skripsi ini;

4. Prof. Dr. dr. Efrida Warganegara, S.Ked., M.Kes., Sp.MK selaku Pembimbing Kedua, atas kesediaannya meluangkan waktu dalam membimbing skripsi, memberikan kritik, saran dan nasihat dalam penyusunan skripsi ini;
5. Dr. dr. Jhons Fatriyadi Suwandi, S.Ked., M.Kes selaku Pembahas atas kesediaannya meluangkan waktu dalam membahas, memberi kritik, saran, dan nasihat dalam penyusunan skripsi ini;
6. Ibu Soraya Rahmanisa, S.Si., M.Sc selaku Pembimbing Akademik atas kesediaannya memberikan arahan, motivasi dan masukan selama proses pembelajaran;
7. Ayah tercinta, Bapak Halusi S.E atas cinta, kasih sayang, kerja keras, doa, nasihat dan bimbingan yang terus menerus diberikan untukku serta kepercayaan dan perjuangannya dalam mewujudkan cita-cita putri tercintanya. Semoga Allah SWT selalu melindungi, memberikan kesehatan, umur yang panjang, dan rezeki yang cukup;
8. Ibunda tercinta, Ibu Suarti, atas cinta, kasih sayang, kesabaran, doa, nasihat dan bimbingan yang terus menerus diberikan untukku serta air mata dan keringat dalam membesarkanku. Semoga Allah SWT selalu melindungi, memberikan kekuatan, kesehatan, umur yang panjang, dan nikmat yang cukup;
9. Adik tersayang, M. Aldo Irawan Fasyah, atas kasih sayang, doa, dan semangat yang diberikan;
10. Kakek, nenek serta keluarga besar yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih atas doa, semangat, dan dukungan yang diberikan;

11. Kepala Puskesmas Pedada, dr. Dian Adhitama telah memberikan izin dan kesempatan dalam melakukan penelitian di Puskesmas Pedada;
12. Bapak Wayan Warso Amd.KL, bapak Mifta Amd.Kep, bapak Ali atas kesediaanya mendampingi, membantu, dan memberi nasihat dalam proses penelitian di Puskesmas Pedada;
13. Teman-teman tersayang Ayu, Astri, Rifa, Ria, Nata, Nana, Azrie, Eka, Wage, Iin, Ulina, Ayu, Thea, Koi, terimakasih atas dukungan, semangat dan doa yang diberikan;
14. Teman-teman KKN tahun 2015 di Punduh Pedada Pesawaran, terimakasih atas semangat dan doa yang diberikan;
15. Tim Asisten Dosen (Asdos) Parasitologi FK Unila angkatan 2013 terimakasih atas kerja sama, pengalaman, semangat dan keceriaan yang diberikan;
16. Teman-teman sejawat Angkatan 2013 (Cerebellum) yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih atas semangat dan keceriaan yang diberikan. Semoga kita menjadi dokter yang bermanfaat, berkualitas dan berintegritas untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat di Indonesia.

Tak ada gading yang tak retak, Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akan tetapi, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua.

Bandar Lampung, Januari 2017

Penulis

Ika Yunidasari

**Sebuah Persembahan untuk Ayah
terhebat,
Ibu terbaik, dan Adik tersayang**

Tiada hasil yang membohongi kerja keras,
Tiada doa yang tak pernah didengar,
dan Tiada cita-cita yang terwujud tanpa keyakinan.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN.....	v
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.3.1 Tujuan Umum	6
1.3.2 Tujuan Khusus	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Manfaat Teoritis	6
1.4.2 Manfaat Praktis	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 <i>Anopheles sp.</i>	8
2.1.1 Taksonomi <i>Anopheles sp.</i>	8
2.1.2 Morfologi <i>Anopheles sp.</i>	8
2.1.3 Siklus Hidup <i>Anopheles sp.</i>	11
2.1.4 Perilaku <i>Anopheles sp.</i>	11
2.2 Malaria	12
2.2.1 Pengertian Malaria	12
2.2.2 Epidemiologi	12
2.2.3 Siklus Hidup <i>Plasmodium sp.</i>	13
2.2.4 Klasifikasi <i>Plasmodium sp.</i>	15
2.3 Perangkap Nyamuk, Atraktan dan Bahan Atraktan	20
2.3.1 Perangkap Nyamuk	20
2.3.2 Atraktan.....	20
2.3.2 Bahan Atraktan.....	21
2.4 Pengendalian Vektor	23
2.4.1 Pengendalian Alami	23
2.4.2 Pengendalian Buatan	23

2.5 Resistensi Insektisida	26
2.6 Kerangka Teori	27
2.7 Kerangka Konsep	28
2.8 Hipotesis.....	28
BAB 3 METODE PENELITIAN	29
3.1 Jenis Penelitian.....	29
3.2 Lokasi Penelitian.....	29
3.3 Subjek Penelitian.....	29
3.3.1 Populasi	29
3.3.2 Sampel.....	30
3.4 Desain dan Rancangan Penelitian	31
3.5 Identifikasi Variabel dan Definisi Operasional Variabel	32
3.5.1 Identifikasi Variabel.....	32
3.5.2 Definisi Operasional Variabel.....	32
3.6 Alat dan Bahan.....	33
3.6.1 Alat Penelitian	33
3.6.2 Bahan Penelitian.....	33
3.7 Cara Kerja	33
3.7.1 Tahap Persiapan	33
3.7.2 Tahap Pelaksanaan	35
3.8 Analisis Data	35
3.9 Aspek Etik Penelitian.....	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Hasil Penelitian	36
4.2 Pembahasan.....	39
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Simpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	32
2. Rata-Rata Jumlah Nyamuk <i>Anopheles sp.</i>	36
3. Hasil Uji Normalitas Menggunakan <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	37
4. Rata-Rata Jumlah Nyamuk <i>Culex sp.</i>	38
5. Hasil Uji Normalitas Menggunakan <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Stadium Telur.....	9
2. Stadium Larva.....	9
3. Stadium Pupa.....	10
4. Stadium Dewasa.....	10
5. Siklus Hidup <i>Plasmodium sp.</i>	15
6. Morfologi <i>Plasmodium sp.</i>	19
7. Tanaman Kakao	21
8. Kerangka Teori.....	27
9. Kerangka Konsep.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Data Jumlah Nyamuk Yang Masuk Perangkap Atraktan

Lampiran 2. Hasil Analisis Data Penelitian

Lampiran 3. Lembar Penjelasan Dan *Informed Consent*

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

Lampiran 5. Izin Permohonan Penelitian

Lampiran 6. Kaji Etik

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Serangga secara aspek klinik memiliki peran penting sebagai sumber penularan penyakit. Salah satu peran penting tersebut adalah sebagai vektor/penyebarkan bibit penyakit. Nyamuk merupakan filum arthropoda, kelas insekta, ordo diptera yang sangat berperan dalam penularan penyakit. Subfamili culicidae yang merupakan vektor dalam dunia kedokteran adalah *Anopheles*, *Culex*, *Aedes* dan *Mansonia*. Beragam jenis nyamuk tersebut sebagai vektor penular penyakit akan selalu menjadi masalah ditengah masyarakat selama vektor tersebut masih ada. Penyakit malaria merupakan salah satu penyakit yang disebabkan oleh uniseluler obligat parasit *protozoa* dari genus *Plasmodium* (Natadisastra, 2009; Safar, 2010; Perkins, Were, Davenport, *et al.*, 2011).

Penyakit malaria pada manusia disebabkan oleh lima spesies *Plasmodium* yang berbeda yaitu: *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium vivax* dan *Plasmodium knowlesi*. Vektor penyebar penyakit tersebut adalah nyamuk *Anopheles sp.* Gejala pada penyakit ini meliputi demam episodik dan berulang, arthritis, ruam kulit, nyeri abdomen atau nyeri dada karena serositis, dan ulkus oral. Penyakit malaria merupakan salah satu penyakit yang

endemis di Indonesia, termasuk di Pulau Sumatera (Safar, 2010; Perkins, Were, Davenport, *et al.*, 2011; Ahmadinejad, Mansori, Ziaee, *et al.*, 2014).

Provinsi Lampung merupakan daerah endemis malaria. *Annual Paracite Incidence* (API) atau Angka Parasit Malaria per 1000 penduduk merupakan angka kesakitan yaitu jumlah penderita positif malaria di suatu wilayah dibandingkan dengan jumlah penduduk berisiko terkena malaria pada wilayah tersebut. API selama 5 tahun terakhir (2010-2014) di Kabupaten Pesawaran mengalami peningkatan. Pada tahun 2010, angka API 1,80 per 1000 penduduk dan mengalami peningkatan pada tahun 2011 yaitu sebesar 4,76 per 1000 penduduk. Kemudian pada tahun 2012 API mengalami penurunan menjadi 1,00 per 1000 penduduk dan pada tahun 2013 sampai 2014 API mengalami peningkatan yang signifikan yaitu 4,77 dan 7,26 per 1000 penduduk (Dinas Kesehatan Kabupaten Pesawaran, 2015).

Pasien suspek malaria di Kabupaten Pesawaran berjumlah 6.668 orang dengan kasus yang positif pada sediaan darah yang diperiksa sebanyak 3.033 orang dengan angka tertinggi berada di wilayah kerja Puskesmas Hanura sebanyak 1.755 orang, Puskesmas Pedada sebanyak 1.042 orang dan Puskesmas Padang Cermin sebanyak 234 orang. Laporan bulanan penemuan dan pengobatan malaria di Puskesmas Pedada pada bulan januari-desember 2015 mencatat bahwa jumlah penduduk yang positif malaria paling banyak terjadi di Desa Sukajaya Punduh Kecamatan Marga Punduh Kabupaten Pesawaran yaitu 64 orang laki-laki dan 51 orang perempuan. Oleh karena itu perlu dilakukan tindakan pengendalian terhadap nyamuk, terutama nyamuk penyebab penyakit malaria (Ernawati, 2011; Dinas Kesehatan Kabupaten Pesawaran, 2015; Pedada, 2015).

Pengendalian nyamuk *Anopheles sp.* yang menjadi vektor malaria dilakukan secara biologi, mekanik, fisika, kimia bahkan sampai genetik. Pengendalian secara biologi dilakukan dengan memperbanyak mangsa atau musuh alami dari nyamuk *Anopheles sp.* contohnya ikan *Lebistus reticularis* (Guppy) sebagai pengendali vektor stadium larva. Pengendalian secara mekanik dapat dilakukan dengan menggunakan baju pelindung dan memasang kawat kasa pada jendela rumah. Pengendalian secara fisika dapat dilakukan dengan cara pemanasan, pembekuan serta penggunaan alat listrik untuk pengadaaan angin dan penyinaran cahaya sehingga dapat membunuh atau mengganggu kehidupan serangga.

Kemudian untuk pengendalian secara kimiawi menggunakan bahan yang dapat membunuh serangga (insektisida) atau menghalau serangga (*repellent*), sedangkan untuk pengendalian secara genetik dilakukan untuk mengubah kemampuan reproduksi dengan jalan memandulkan serangga jantan, salah satu cara yang dilakukan adalah *sterile male technic release* yang menggunakan bahan kimia seperti preparat *Tepa* atau radiasi Cobalt-60 yang menyebabkan rusaknya DNA di dalam kromosom sperma tanpa merusak proses pematangan sehingga hasilnya nyamuk jantan menjadi mandul. Pengendalian yang paling cepat untuk membunuh nyamuk adalah penggunaan insektisida (Safar, 2010; Nugroho, 2013).

Insektisida baik dalam bentuk gas/aerosol, *fogger*/pengasapan, elektrik, bakar, *repellent*, cairan, serbuk, maupun kepingan kertas dapat menyebabkan toksisitas baik lokal maupun sistemik jika bersentuhan dengan tubuh. Efek lokal pada umumnya melalui pajanan dermal, sedangkan efek sistemik melalui pajanan oral dan inhalasi yang dapat berakibat buruk bagi kesehatan. Bahan kimia yang digunakan sebagai insektisida seperti malation, bendiokarb, lambdasihalotrin,

permetrin, deltametrin dan etofenprok telah diteliti mengalami resistensi. Selain mengalami resistensi, harga insektisida cukup mahal, sehingga diperlukan metode pengendalian nyamuk yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis salah satunya yaitu pengendalian secara mekanik (Raini, 2009; Santoni, Nurdin, Manjang, *et al.*, 2009; Widiarti, Heriyanto, Boewono, *et al.*, 2011).

Inovasi terbaru metode pengendalian nyamuk secara mekanik yang dapat diterapkan yaitu dengan penggunaan alat perangkap nyamuk/*trapping*. Perangkap ini memanfaatkan barang bekas berupa botol yang dijadikan sebagai alat untuk memerangkap nyamuk. Dalam penggunaan alat ini diberikan suatu atraktan/pemikat dengan pemberian larutan yang dapat mengundang nyamuk masuk ke dalam perangkap/*trapping*. Atraktan dapat digunakan untuk memengaruhi perilaku, memonitor atau menurunkan populasi nyamuk secara langsung, tidak menimbulkan residu serta aman bagi manusia dan hewan lainnya. Karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan dalam suatu fermentasi telah diketahui dapat digunakan sebagai suatu atraktan nyamuk yang mempunyai daya tarik bagi reseptor sensoris nyamuk. Salah satu bahan alam yang dapat difermentasikan dan dapat menjadi alternatif atraktan yaitu tanaman kakao (Astuti, Nusa RES, 2009; Widya, Sudjari, 2015).

Kakao (*Theobroma cacao* L.) adalah salah satu komoditas andalan perkebunan. Bagian dari buah kakao terdiri dari biji dan daging buah. Pulpa berbobot 20-30% dari bobot total buah. Kandungan gula pada pulpa mencapai 10-15%. Jika dilakukan fermentasi, maka kandungan gula yang terdapat pada daging buah akan menjadi alkohol dan CO₂ oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* serta adanya kandungan ammonia, asam sitrat dan asam laktat selama proses

fermentasi. Berdasarkan data dari Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Pesawaran, luas area perkebunan kakao pada tahun 2008 mencapai 13.366 Ha. Hasil perkebunan kakao di daerah tersebut hanya memanfaatkan biji kakao saja sebagai bahan pembuatan cokelat (Warisno, 2009; Widya, Sudjari, 2015).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas fermentasi larutan kakao sebagai alternatif pengendalian vektor nyamuk *Anopheles sp.* dewasa. Sampai saat ini, belum pernah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan kakao sebagai atraktan nyamuk *Anopheles sp.* sementara hasil perkebunan kakao yang ada di Kabupaten Pesawaran khususnya Kecamatan Marga Punduh memiliki potensi yang besar untuk pengembangan atraktan nyamuk. Oleh karena itu, peneliti ingin melakukan penelitian aktivitas fermentasi larutan kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai atraktan nyamuk *Anopheles sp.* di Desa Sukajaya Punduh, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

Apakah fermentasi larutan kakao mempunyai aktivitas sebagai atraktan nyamuk *Anopheles sp.* di Desa Sukajaya Punduh, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui aktivitas fermentasi larutan kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai atraktan nyamuk *Anopheles sp.* di Desa Sukajaya Punduh, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.

1.3.2 Tujuan Khusus

Mengetahui perbedaan aktivitas fermentasi larutan kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai atraktan pada nyamuk *Anopheles sp.* pada berbagai konsentrasi.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi ilmiah mengenai manfaat fermentasi larutan kakao sebagai atraktan nyamuk *Anopheles sp.* serta pengembangan ilmu parasitologi khususnya bidang entomologi dalam upaya pengendalian vektor nyamuk.

1.4.2 Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Sebagai wujud pengaplikasian disiplin ilmu yang telah dipelajari sehingga dapat mengembangkan wawasan keilmuan peneliti.

b. Masyarakat

Menginformasikan kepada masyarakat bahwa fermentasi larutan kakao sebagai atraktan merupakan salah satu cara untuk mengendalikan vektor nyamuk *Anopheles sp.*

c. Bagi Peneliti Lain

1. Dapat dijadikan bahan acuan untuk dilakukannya penelitian serupa yang berkaitan dengan aktivitas fermentasi kakao sebagai atraktan terhadap nyamuk *Anopheles sp.*
2. Mencari bahan lain yang dapat digunakan sebagai atraktan untuk mengendalikan vektor nyamuk *Anopheles sp.*

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Anopheles sp.*

2.1.1 Taksonomi *Anopheles sp.*

Urutan Taksonomi *Anopheles sp.* seperti serangga lainnya adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Filum : Arthropoda

Classis : Insecta

Ordo : Diptera

Familia : Culicidae

Tribus : Anophelini

Genus : *Anopheles*

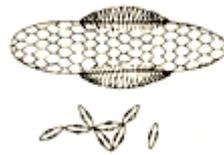
Species : *Anopheles sp.*

(Safar, 2010).

2.1.2 Morfologi *Anopheles sp.*

Nyamuk *Anopheles sp.* melalui empat tahap dalam siklus kehidupannya yang dimulai dari telur, larva, pupa dan akhirnya menjadi nyamuk dewasa.

Pada stadium telur, nyamuk *Anopheles sp.* meletakkan telurnya satu per satu di atas permukaan air, bentuknya seperti perahu dengan bagian atas konkaf dan bagian bawah konveks, mempunyai sepasang pelampung yang letaknya pada bagian lateral telur, tidak tahan kering dan menetas dalam waktu 2-3 hari.



Gambar 1. Stadium Telur

(sumber: CDC, 2015)

Kemudian dilanjutkan dengan stadium larva, pada stadium ini, larva tampak mengapung sejajar dengan permukaan air, tidak memiliki siphon pernapasan, terdapat spirakel untuk bernapas pada bagian posterior abdomen yang terletak pada segmen ke delapan, pada bagian tengah setelah dorsal abdomen terdapat *tergal plate*, pada bagian lateral abdomen terdapat



Gambar 2. Stadium Larva

(sumber: CDC, 2015)

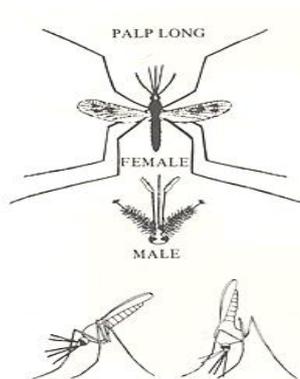
bulu palma dan memiliki *mouth brushes* yang digunakan untuk makan. Larva berkembang melalui empat tahapan atau instar, pada tahap instar akhir eksoskeleton akan mengelupas untuk memungkinkan perkembangan lebih lanjut. Lalu dilanjutkan dengan stadium pupa, pada stadium ini terdapat suatu

tabung pernapasan berbentuk lebar dan pendek yang memiliki fungsi untuk mengambil oksigen dari udara yang disebut *respiratory trumpet*.



Gambar 3. Stadium Pupa
(sumber: CDC, 2015)

Pada stadium dewasa, nyamuk jantan dan betina mempunyai palpi yang panjangnya hampir sama dengan probosisnya, pada nyamuk jantan palpi pada bagian apikal berbentuk gada yang disebut *club form* sedangkan pada nyamuk betina ruas itu akan mengecil. Sayap nyamuk pada bagian pinggir yaitu kosta dan vena I, membentuk gambaran belang-belang hitam dan putih serta ditumbuhi oleh sisik-sisik sayap yang berkelompok. Selain itu, bagian ujung sisik sayap membentuk lengkung putih. Bagian posterior abdomen nyamuk *Anopheles sp.* agak sedikit lancip, bentuknya tidak seruncing nyamuk *Aedes* dan tidak setumpul nyamuk *Mansonia* (Safar, 2010).



Gambar 4. Stadium Dewasa
(sumber: CDC, 2015)

2.1.3 Siklus Hidup *Anopheles sp.*

Anophelini mengalami metamorfosis sempurna, stadium dimulai dari telur yang kemudian berubah menjadi larva, lalu dilanjutkan pada stadium pupa kemudian menjadi nyamuk dewasa jantan dan betina. Waktu yang dibutuhkan untuk selesainya satu siklus hidup mulai dari telur hingga menjadi dewasa dibutuhkan waktu 2-5 minggu. Waktu ini bervariasi tergantung dari spesies nyamuk, makanan yang tersedia dan suhu tempat perindukannya (Safar, 2010; Mala, Imam, Hasan, 2016).

2.1.4 Perilaku *Anopheles sp.*

Nyamuk yang menjadi vektor penyebar parasit adalah nyamuk *Anopheles sp.* betina, nyamuk ini aktif menghisap darah hospes mulai dari senja sampai dini hari. Jarak terbangnya antara 0,5-3 km, nyamuk ini lebih sering menggigit di luar rumah. Nyamuk *Anopheles sp.* lebih suka hinggap di alam atau luar rumah, yaitu pada tempat yang lembab dan terlindung dari sinar matahari. Nyamuk betina gravid membutuhkan tempat perindukan untuk meletakkan telurnya. Tempat perindukan tersebut berupa daerah tanaman tembakau, laguna, rawa, empang, persawahan, saluran irigasi air, genangan air, daerah perkebunan atau hutan (Safar, 2010; Taran, Taran, Bhandari, 2016; Sofizadeh, Moosakazemi, Dehghan, 2016; Suwito, Hadi, Sigit, *et al.*, 2010).

2.2 Malaria

2.2.1 Pengertian Malaria

Malaria adalah penyakit yang disebabkan oleh parasit *plasmodium sp.* dan ditularkan oleh nyamuk *Anopheles sp.* yang ditandai dengan demam, sakit kepala, menggigil, berkeringat dan muntah (Renia, Goh, 2016).

2.2.2 Epidemiologi

Malaria merupakan salah satu penyakit penyebab kematian tertinggi di daerah tropis dan subtropis. Setiap tahunnya, sekitar 3,2 miliar orang di seluruh dunia berisiko terserang penyakit malaria, dengan hampir 500 juta orang berlanjut ke tahap penyakit klinis, dan 2-3 juta orang meninggal akibat penyakit tersebut. Salah satu negara endemis malaria adalah Afrika dengan dilaporkan sekitar 395 ribu kematian akibat penyakit tersebut (Nkumama, Omeara, Osier, 2016).

Kasus malaria pertama kali di Indonesia secara resmi dilaporkan pada tahun 1854. Hampir seluruh penduduk Indonesia berisiko terjangkit penyakit tersebut sebelum Program Pengendalian Malaria Nasional didirikan pada tahun 1950. Sejak Indonesia merdeka pada tahun 1945, pengendalian malaria telah gencar dilakukan melalui Program Kontrol Malaria (1945-1958) dan Program Pemberantasan Malaria (1959-1968) yang berfokus pada penyemprotan DDT dan pengobatan kasus demam dengan klorokuin. Sebelum dilaksanakan program kontrol di Indonesia, diperkirakan ada 30 juta kasus dan 120.000 kematian akibat malaria setiap tahun pada tahun 1919. Pada tahun 2009 Indonesia menyatakan komitmennya untuk menghilangkan kasus

malaria secara nasional pada tahun 2030. Daerah dengan endemisitas yang rendah seperti di sabang kota Aceh dan daerah lain di pulau Jawa juga diharapkan untuk memasuki fase eliminasi *Annual Paracite Incidens* (API) secara konsisten dengan target yang ditetapkan kurang dari 1 per 1000 penduduk. Pada tahun 2011, jumlah kasus malaria diduga adalah 2,4 juta dari 240 juta penduduk, dengan total dikonfirmasi adanya kasus malaria adalah 475.508, terbagi hampir merata antara *Plasmodium falciparum* (47%), diikuti oleh *Plasmodium vivax* (45%). Namun, keberhasilan ini tidak merata di seluruh Indonesia, karena masih tersisanya tempat endemis malaria di bagian timur. Pulau-pulau besar seperti sulawesi, kalimantan dan sumatera memiliki insiden yang lebih tinggi dari jawa. Oleh karena itu, Indonesia bersama dengan India dan Myanmar menyumbangkan kontribusi sebesar 95% dari kasus malaria dan kematian di Asia Tenggara pada tahun 2011 (Murhandarwati, Fuad, Nugraheni, *et al.*, 2015).

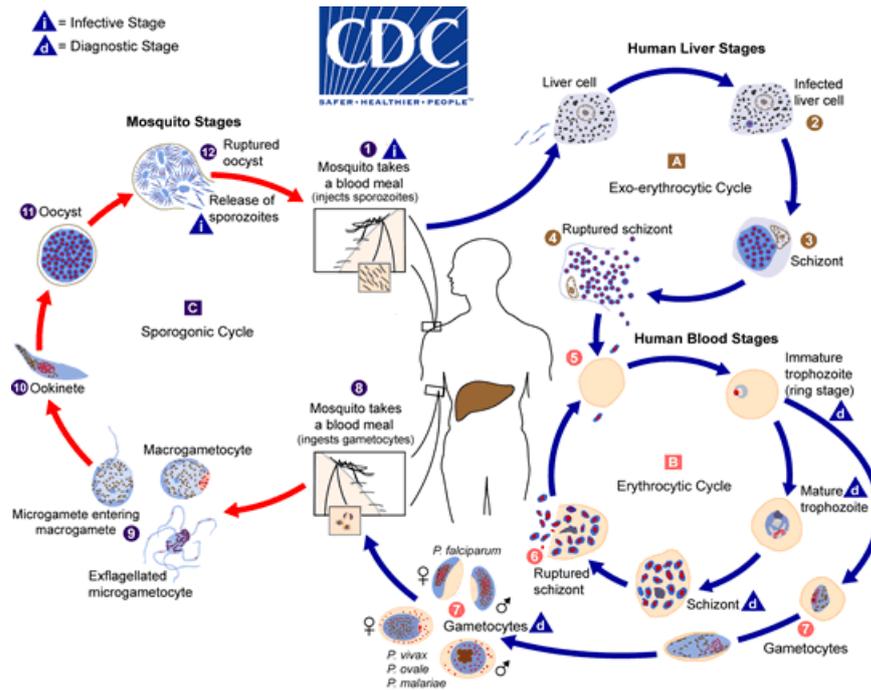
2.2.3 Siklus Hidup *Plasmodium sp.*

Malaria disebabkan oleh parasit sporozoa *Plasmodium sp.* yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles sp.* betina infeksi. *Plasmodium sp.* akan mengalami dua siklus. Siklus aseksual (skizogoni) terjadi pada tubuh manusia, sedangkan siklus seksual (sporogoni) terjadi pada tubuh nyamuk (Widoyono, 2008).

Siklus aseksual (skizogoni) dimulai saat nyamuk *Anopheles sp.* betina (hospes definitif) yang infeksi menggigit tubuh manusia dan menyebabkan masuknya sporozoit melalui pembuluh darah kulit. Sporozoit berjalan melalui

pembuluh darah dan kemudian sampai di hati, lalu menginvasi sel hati. Sporozoit yang berada di sel hati kemudian matang menjadi skizon. Skizon tersebut akan pecah dan mengeluarkan merozoit jaringan. Siklus ini disebut siklus eksoeritrositik yang akan selesai 1 sampai 2 minggu. Merozoit keluar dari sel hati kemudian menginvasi sel darah merah. Merozoit yang telah masuk sel darah merah berubah menjadi trophozoit (bentuk cincin), trophozoit kemudian matang menjadi skizon. Skizon kemudian memproduksi merozoit baru. Ketika skizon matur, sel darah merah menjadi ruptur, kemudian mengeluarkan merozoit yang akan menginvasi sel darah merah yang lainnya. Siklus ini akan berlanjut sampai pada akhirnya akan muncul gejala pada manusia yang terinfeksi parasit sporozoa *Plasmodium sp.* Siklus ini disebut siklus eritrositik. Diantara merozoit-merozoit tersebut ada yang berkembang menjadi gametosit untuk kembali memulai siklus seksual menjadi mikrogamet dan makrogamet (Leventhal, Cheadle, 2012).

Siklus seksual (sporogoni) dimulai ketika terjadi fertilisasi antara gamet jantan dan betina sehingga terbentuk zigot di dalam lambung nyamuk, kemudian membentuk zigot yang motil (ookinet). Ookinet kemudian menembus dinding lambung untuk membentuk kista di selaput luar lambung nyamuk, disebut dengan ookista. Proses ini memerlukan waktu sekitar 8-35 hari. Pada tempat ini, kista akan membentuk ribuan sporozoit yang terlepas ke seluruh organ nyamuk, termasuk kelenjar ludah nyamuk. Pada kelenjar inilah sporozoit akan menjadi matur dan siap untuk menularkan infeksi malaria jika nyamuk tersebut menggigit manusia (Widoyono, 2008).



Gambar 5. Siklus Hidup *Plasmodium* sp.

(sumber: CDC, 2016)

2.2.4 Klasifikasi *Plasmodium* sp.

Terdapat lima spesies *Plasmodium* sp. yang telah ditemukan di dalam darah, yaitu *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium falciparum*, dan *Plasmodium knowlesi*.

a. *Plasmodium vivax*

Plasmodium vivax adalah penyebab malaria tertiana benigna. Masa inkubasi antara 8-17 hari dengan gejala prodromal mulai dari ringan sampai sedang berupa sakit kepala, sakit punggung, mual dan malaise. Gejala demam terjadi setiap dua hari sekali, demam akan terjadi saat siang atau sore hari dengan stadium menggigil, panas dan berkeringat. Anemia biasanya ringan sampai sedang, jarang menyerang susunan saraf pusat dan kemungkinan terjadi sindrom nefrotik. Pada pemeriksaan fisik

di minggu pertama, limpa tampak membesar dengan konsistensi lembek.

Morfologi *Plasmodium vivax* saat berbentuk trofozoit imatur yaitu cincin dengan ukuran 1/3 diameter sel darah merah. Kemudian saat trofozoit telah matur, terdapat sitoplasma amuboid, titik *Schüffner*, vakuola mengecil dan terdapat pigmen coklat. Skizon imatur dengan kromatin memadat, dan setelah matur berisi 12-24 merozoit. Mikrogametosit dengan kromatin yang tidak memadat, sedangkan makrogametosit kromatin memadat (Muslim, 2009; Hwang, Lee, 2014).

b. *Plasmodium Ovale*

Gejala klinis pada malaria ovale mirip dengan malaria vivax, namun lebih ringan, sembuh secara spontan dan relapsnya lebih jarang. Malaria ovale penyakitnya ringan dan dapat sembuh dengan sendirinya tanpa pengobatan. Masa inkubasi *Plasmodium ovale* antara 10-17 hari dengan gejala prodromal ringan. Gejala demam setiap dua hari sekali, anemia biasanya ringan, mungkin menyerang susunan saraf pusat dan jarang menyebabkan sindrom nefrotik.

Trofozoit muda berbentuk cincin, terdapat titik *Schüffner* dengan ukuran sel darah merah membesar. Trofozoit matur terdapat pigmen coklat dan ada fimbriae. Pada bentuk skizon imatur, kromatin lebih kecil dan padat dibandingkan *Plasmodium vivax*. Skizon matur memiliki 8-12 merozoit. Kemudian bentuk mikrogametosit dengan kromatin yang tidak memadat, sedangkan makrogametosit kromatin memadat (Muslim, 2009).

c. *Plasmodium malariae*

Plasmodium malariae adalah penyebab malaria kuartana. Masa inkubasi antara 18-40 hari dengan gejala prodromal mulai dari ringan sampai sedang. Gejala demam terjadi dua hari bebas demam di antara dua serangan demam yang cenderung lebih teratur terjadi pada sore hari, anemia biasanya ringan sampai sedang namun kurang jelas dibandingkan dengan malaria vivax, sering terjadi splenomegali, jarang menyerang susunan saraf pusat, sering terjadi sindrom nefrotik dan albuminuria.

Trofozoit muda berbentuk cincin dengan sitoplasma yang tebal dan berbentuk pita. Trofozoit matur berbentuk pita dan terdapat pigmen coklat. Pada bentuk skizon imatur, mirip dengan *Plasmodium vivax*, namun lebih kecil. Skizon matur memiliki 6-12 merozoit. Kemudian bentuk mikrogametosit dengan kromatin yang tidak memadat, sedangkan makrogametosit kromatin memadat (Muslim, 2009; Langford, Douglas, Lampah, *et al.*, 2015).

d. *Plasmodium falciparum*

Plasmodium falciparum adalah penyebab malaria tertiana maligna. Masa inkubasi antara 8-11 hari dengan gejala prodromal ringan berupa sakit kepala, sakit punggung, sakit pada ekstremitas, mual, muntah, atau diare ringan, demam dapat terjadi setiap hari.

Pada pemeriksaan fisik, ditemukan hati dan limpa membesar, biasanya pasien mengalami ikterus ringan. Pada pemeriksaan laboratorium, pada urine kadang ditemukan adanya albumin dan toraks hialin atau toraks granular. Sering juga disertai dengan anemia ringan

dan leukopenia dengan monositosis. Malaria pernisiiosa disebabkan oleh *Plasmodium falciparum* dengan gejala yang lebih berat meliputi malaria serebral dengan koma, gagal ginjal, anemia normositik, edema paru, perdarahan spontan, syok, kejang berulang, asidosis, dan malaria hemoglobinuria (*blackwater fever*). Gagal ginjal akut sering berkorelasi dengan *blackwater fever*, dengan gejala oligo-anuria, hiperkatabolisme, ikterus, anemia, trombositopenia dan pengurangan resistensi pembuluh darah perifer semuanya telah dilaporkan. Proteinuria, hiponatremia dan hiperkalemia adalah hal yang sering terjadi.

Trofozoit muda berbentuk *accolé* atau *appliqué*, cincin seperti *headphone* atau cincin kromatin ganda, dan terdapat titik *Maurer*. Ukuran cincin membesar pada trofozoit matur . Pada bentuk skizon imatur tidak terlihat pada darah perifer. Skizon matur memiliki 24 merozoit. Kemudian bentuk mikrogametosit seperti bulan sabit dengan kromatin yang tidak memadat, sedangkan makrogametosit kromatin memadat (Muslim, 2009; Bodi, Nsibu, Aloni, *et al.*, 2014).

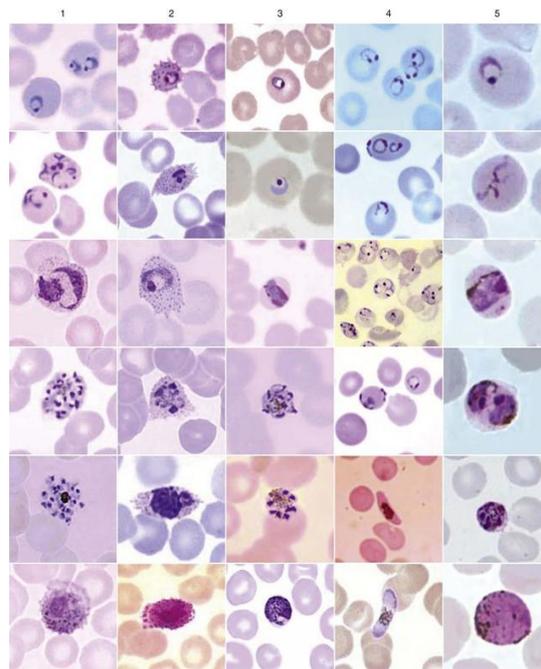
e. *Plasmodium knowlesi*

Plasmodium knowlesi adalah penyebab malaria simian. Masa inkubasi antara 9-12 hari dengan gejala prodromal ringan sampai sedang. Gejala demam terjadi setiap hari, anemia biasanya sedang sampai berat, dapat menyerang susunan saraf pusat dan sering terjadi sindrom nefrotik.

Morfologi *Plasmodium knowlesi* saat berbentuk trofozoit imatur yaitu cincin dengan ukuran $\frac{1}{2}$ diameter sel darah merah dengan titik kromatin ganda. Kemudian saat trofozoit telah matur, terdapat

sitoplasma amuboid, bentuk pita dan terdapat sedikit pigmen coklat. Skizon imatur dengan kromatin memadat, dan setelah matur berisi 16 merozoit. Mikrogametosit dengan kromatin yang tidak memadat, sedangkan makrogametosit kromatin memadat (Zeibig, 2012; CDC 2010).

Pemeriksaan penunjang dengan menggunakan preparat darah tebal dan tipis dengan tujuan untuk menentukan ada tidaknya parasit malaria dalam darah. Melalui pemeriksaan ini dapat diketahui *plasmodium* penyebab malaria, stadiumnya, serta kepadatan parasit di dalam darah (Widoyono, 2008).



Gambar 6. Morfologi *Plasmodium* sp.

(Sumber: CDC, 2010)

Keterangan gambar morfologi plasmodium:

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 1. <i>Plasmodium vivax</i> | 2. <i>Plasmodium ovale</i> |
| 3. <i>Plasmodium malariae</i> | 4. <i>Plasmodium falciparum</i> |
| 5. <i>Plasmodium knowlesi</i> | |

2.3 Perangkap Nyamuk, Atraktan dan Bahan Atraktan

2.3.1 Perangkap Nyamuk

Perangkap nyamuk adalah sebuah metode pengendalian nyamuk secara mekanik. Perangkap ini memanfaatkan barang bekas berupa botol yang dijadikan sebagai alat untuk memerangkap nyamuk (Rahayu, Bayu, Lailly, *et al.*, 2015).

2.3.2 Atraktan

Atraktan adalah sesuatu yang memiliki daya tarik terhadap serangga (nyamuk) baik secara kimiawi maupun visual (fisik). Atraktan yang berasal dari bahan kimiawi dapat menghasilkan zat atau senyawa yang dihasilkan dari fermentasi bahan organik yang merupakan proses metabolisme makhluk hidup. Zat atau senyawa yang dihasilkan tersebut dapat berupa amonia, CO₂, asam laktat dan asam lemak. Sedangkan atraktan yang berasal dari bahan fisik dapat berupa getaran suara dan warna, baik warna tempat atau cahaya.

Atraktan dapat digunakan untuk memengaruhi perilaku nyamuk saat mencari hospes dan menurunkan angka populasi nyamuk jika diaplikasikan dengan suatu alat yang dapat memerangkap atau mematikan nyamuk. Selain menurunkan populasi nyamuk secara langsung, penggunaan atraktan tidak menyebabkan dampak negatif bagi binatang lain dan manusia, serta tidak meninggalkan residu pada makanan atau bahan pangan (Rahayu, Bayu, Lailly, *et al.*, 2015).

2.3.2 Bahan Atraktan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan atraktan adalah kakao (*Theobroma cacao* L.). Tanaman kakao merupakan tanaman yang banyak dikembangkan sebagai usaha perkebunan. Sistematika tanaman kakao adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Anak kelas	: Dialypetalae
Bangsa	: Malvales
Suku	: Sterculiaceae
Genus	: <i>Theobroma</i>
Jenis	: <i>Theobroma cacao</i> L.

(Yusuf, 2010).



Gambar 7. Tanaman Kakao

(sumber: Sudjatha, 2015)

Habitat asli tanaman kakao adalah hutan hujan tropis yang akan menghasilkan tanaman kakao yang tumbuh tinggi tetapi bunga dan buahnya hanya sedikit. Tanaman kakao bersifat dimorfisme, artinya mempunyai dua bentuk tunas vegetatif. Tunas ortotrop adalah tunas yang arah

pertumbuhannya ke atas, sedangkan tunas plagiotrop adalah tunas yang arah pertumbuhannya ke samping.

Daun kakao memiliki sifat dimorfisme. Bentuk helai daun pada tanaman kakao yaitu bulat memanjang (*oblongus*), ujung daun meruncing (*acuminatus*), dan pangkal daun runcing (*acutus*). Susunan tulang daun menyirip dan tulang daun menonjol ke permukaan bawah helai daun. Tepi daun rata, daging daun tipis tetapi kuat seperti perkamen. Warna daun dewasa pada tanaman kakao adalah hijau tua, panjangnya 30 cm dan lebarnya 10 cm.

Akar tanaman kakao adalah tanaman dengan *surface root feeder*, artinya sebagian besar akar tanaman lateralnya (mendatar) berkembang dekat permukaan tanah, yaitu pada kedalaman tanah 0-30 cm.

Bunga tanaman kakao tersusun dari 5 daun kelopak yang bebas satu sama lain, 5 daun mahkota, 10 tangkai sari yang susunannya dalam 2 lingkaran, dan terdiri dari 5 tangkai sari. Warna bunga kakao adalah putih, ungu, atau kemerahan.

Buah kakao memiliki warna yang beragam, jika buah yang masih muda berwarna merah, maka saat telah masak warna buah akan menjadi jingga (*orange*), sedangkan jika buah yang masih muda berwarna hijau, maka saat telah masak warna buah akan menjadi kuning. Dibutuhkan waktu sekitar 6 bulan untuk memasak buah kakao.. Biji pada buah kakao terdiri dari 20-50 butir. Biji dibungkus oleh daging buah (pulpa) yang berwarna putih dan rasanya asam manis, memiliki kandungan air 85-90%, kandungan gula 12-15% dan pektin 5-7%. Di sebelah dalam daging buah terdapat kulit biji (testa) yang membungkus dua kotiledon dan poros embrio. Fermentasi pulpa kakao

oleh khamir dan bakteri akan menghasilkan cairan pulpa (*cacao sweating*) yang warnanya keruh (Pintar, 2010; Rahmayati, 2014).

2.4 Pengendalian Vektor

2.4.1 Pengendalian Alami

Pengendalian alami berhubungan dengan faktor ekologi daerah setempat. Lautan, gunung, danau dan sungai yang luas sebagai faktor ekologi dapat menjadi penghalang penyebaran serangga. Perubahan musim, iklim, angin dan curah hujan dapat mempengaruhi keberlangsungan hidup serangga. Selain itu, adanya hewan yang hidup sebagai pemangsa serangga dapat mengurangi jumlah serangga yang ada di alam.

2.4.2 Pengendalian Buatan

Pengendalian secara buatan terdiri dari:

a. **Pengendalian Lingkungan**

Pengendalian lingkungan dapat dilakukan dengan memodifikasi dan memanipulasi lingkungan. Modifikasi lingkungan dilakukan dengan cara pengaturan sistem irigasi, penimbunan tempat yang dapat menampung air, pengaliran air yang tergenang, pengubahan rawa menjadi sawah, dan pengubahan hutan menjadi tempat pemukiman. Sedangkan manipulasi lingkungan dilakukan dengan cara membersihkan tanaman air yang mengapung di permukaan air, mengatur kadar garam di laguna, dan menjaga kelestarian tanaman bakau sehingga akan membatasi perindukan serangga khususnya nyamuk (Safar, 2010).

b. Pengendalian Kimiawi

Pengendalian secara kimiawi dilakukan dengan penggunaan insektisida. Insektisida merupakan senyawa kimia yang digunakan untuk membunuh serangga. Menurut bentuknya, insektisida terdiri dari bahan padat yang berupa serbuk, granula dan pelet, kemudian untuk bentuk larutan, terdiri dari aerosol, kabut dan semprotan dan dalam bentuk gas terdiri dari asap dan uap. Golongan insektisida yaitu organoklorin, organofosfat, karbamat dan piretroid yang telah banyak mengalami resistensi, khususnya golongan organoklorin (Frederick, Jean, Lemoine, *et al.*, 2016).

c. Pengendalian Fisik

Pengendalian secara fisika dapat dilakukan dengan cara pemanasan, pembekuan serta penggunaan alat listrik untuk pengadaaan angin dan penyinaran cahaya sehingga dapat membunuh atau mengganggu kehidupan serangga.

d. Pengendalian Biologik

Pengendalian secara biologik dilakukan dengan pemanfaatan jamur, bakteri, ikan larvivorous, parasit, virus dan nematoda. Jamur entomopatogenik contohnya *Coelomomyces* dan *Culicinomyces*. Bakteri *Bacillus thuringiensis* dan *Bacillus sphaericus* memproduksi protein endotoksin yang merusak lambung sehingga menyebabkan kematian pada larva. *Gambusia affinis* merupakan ikan predator yang memakan larva nyamuk sehingga jumlah larva menurun. *Vavraia culicis* dan

Edhazardia aedis merupakan parasit dapat menurunkan tingkat kelangsungan hidup larva dan menurunkan jumlah nyamuk dewasa. Denso virus merupakan virus yang dapat menurunkan umur nyamuk dengan cara transduksi gen *antiplasmodium*. *Romanomermis iyengari* dan *Romanomermis culicivorax* merupakan nematoda yang dapat digunakan sebagai pengendalian biologi terhadap vektor malaria (Kamareddine, 2012).

e. Pengendalian Genetik

Pengendalian genetik yang dapat dilakukan yaitu, *sterile insect technique* dengan tahapan dimulai dari pemeliharaan nyamuk, kemudian dilakukan sterilisasi dengan radiasi, lalu nyamuk jantan yang telah steril dilepaskan ke lingkungan. *Chromosome translocation*, yaitu dengan cara mengubah letak kromosom deradiasi sehingga susunan kromosom menjadi berubah letaknya. Kemudian pengendalian genetik yang lain dengan *hybrid sterility*, yaitu mengawinkan serangga antarspesies terdekat yang akan menghasilkan keturunan jantan yang steril (Wilke, Marrelli, 2012).

f. Pengendalian Legislatif

Pengendalian legislatif berhubungan dengan pengendalian karantina di pelabuhan laut dan udara, tujuan dari pengendalian ini adalah mencegah tersebarnya hama tanaman dan serangga sebagai faktor penyakit. Contoh pengendalian yang dapat dilakukan adalah penyemprotan insektisida di kapal yang berlabuh atau kapal terbang

yang mendarat di pelabuhan udara (Safar, 2010).

g. Pengendalian Mekanik

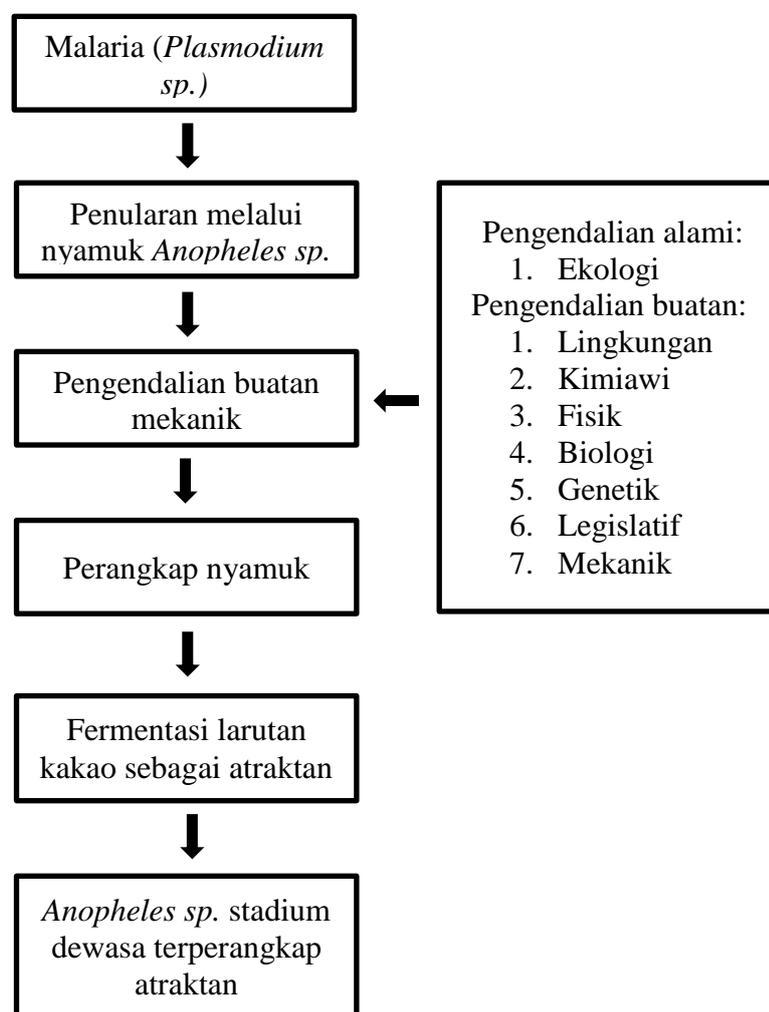
Pengendalian secara mekanik dilakukan dengan menggunakan alat yang dapat membunuh, menangkap dan menghalau nyamuk. Cara yang dapat dilakukan misalnya dengan memasang kawat kasa di jendela untuk mencegah nyamuk masuk ke dalam rumah dan penggunaan kelambu pada kasur sebagai penghalau nyamuk (Jaeger, Briet, Kieting, *et al.*, 2016).

2.5 Resistensi Insektisida

Resistensi bawaan terjadi karena adanya perubahan gen yang menyebabkan mutasi, sehingga pada keturunan selanjutnya, sifat resistensi serangga terhadap suatu insektisida akan terbawa. Menurut mekanismenya, resistensi bawaan dibagi menjadi resistensi fisiologik dan resistensi kelakuan. Resistensi fisiologik bawaan dapat disebabkan karena daya absorpsi insektisida yang sangat lambat sehingga serangga tidak mati, daya penyimpanan insektisida dalam jaringan tubuh serangga di organ yang tidak vital, daya ekskresi insektisida yang cepat, dan detoksikasi insektisida oleh enzim sehingga serangga tidak mati. Sedangkan untuk resistensi kelakuan bawaan disebabkan karena adanya perubahan pada habitat serangga sehingga menyebabkan populasi serangga dapat terhindar dari pengaruh insektisida yang diberikan. Selain menghindar, pada resistensi kelakuan lainnya yaitu serangga menghindarkan diri dari pengaruh insektisida tanpa mengubah habitat aslinya.

Pada resistensi didapat, anggota-anggota dari serangga yang rentan menyesuaikan diri dari populasi serangga yang telah resisten, sehingga terbentuklah suatu populasi serangga baru yang resisten terhadap suatu insektisida (Safar, 2010).

2.6 Kerangka Teori



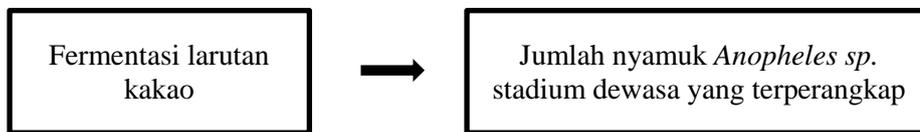
Gambar 8. Kerangka Teori

(sumber: Safar, 2010; Rahayu, Bayu, Lailly, *et al.*, 2015)

2.7 Kerangka Konsep

Variabel bebas

Variabel terikat



Gambar 9. Kerangka Konsep

2.8 Hipotesis

Terdapat aktivitas fermentasi larutan kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai atraktan nyamuk *Anopheles sp.* di Desa Sukajaya Punduh, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental murni

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian untuk menguji aktivitas fermentasi larutan kakao sebagai atraktan nyamuk *Anopheles sp.* dilakukan di Desa Sukajaya Punduh, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung, sedangkan untuk mengidentifikasi nyamuk yang masuk dalam perangkap atraktan dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan November 2016.

3.3 Subjek Penelitian

3.3.1 Populasi

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumah warga yang berada di Desa Sukajaya Punduh, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten

Pesawaran, Provinsi Lampung yaitu sebanyak 299 rumah berdasarkan data dari kantor Kecamatan Marga Punduh.

3.3.2 Sampel

Untuk menentukan jumlah sampel rumah pada penelitian ini akan digunakan teknik *purposive sampling*. Setelah itu akan dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi (Notoatmodjo, 2012).

Kriteria inklusi dan eksklusi adalah sebagai berikut:

a. Kriteria Inklusi

Rumah penderita malaria tahun 2015 dalam lingkup RT/RW tertinggi di Desa Sukajaya Punduh, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.

b. Kriteria Eksklusi

- 1). Rumah penderita malaria yang tidak dapat dijangkau.
- 2). Kepala rumah tangga yang tidak bersedia rumahnya dijadikan sampel.

Sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi, maka jumlah sampel yang didapat sebanyak 10 rumah penderita malaria yang berada di RT 5, Dusun Pematang Awi, Desa Sukajaya Punduh, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Pemilihan rumah tersebut berdasarkan data laporan bulanan penderita malaria di Puskesmas Pedada (Pedada, 2015).

3.4 Desain dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental murni. Rancangan penelitian adalah *post test only control group design*. Terdapat enam kelompok perlakuan (t) yaitu fermentasi larutan kakao dengan konsentrasi 100%, 50%, 25%, 12,5% dan 6,25% dan akuades masing-masing 100 ml. Untuk menentukan pengulangan percobaan menggunakan rumus Federer, yaitu sebagai berikut:

Rumus Federer (Arkeman, 2006) yaitu:

$$(n-1)(t-1) \geq 15$$

Perhitungan jumlah pengulangan sebagai berikut:

$$(n-1)(t-1) \geq 15$$

$$(n-1)(6-1) \geq 15$$

$$(n-1)(5) \geq 15$$

$$5(n-1) \geq 15$$

$$5n-5 \geq 15$$

$$5n \geq 20$$

$$n \geq 4$$

Keterangan:

n= jumlah pengulangan atau jumlah sampel tiap kelompok

t= jumlah kelompok perlakuan

Berdasarkan rumus tersebut, pengulangan dilakukan sebanyak empat kali.

3.5 Identifikasi Variabel dan Definisi Operasional Variabel

3.5.1 Identifikasi Variabel

a. Variabel Independen

Berbagai konsentrasi fermentasi larutan kakao

b. Variabel Dependen

Jumlah nyamuk *Anopheles sp.* yang terperangkap

3.5.2 Definisi Operasional Variabel

Untuk memudahkan pelaksanaan penelitian dan agar penelitian tidak menjadi terlalu luas maka dibuat definisi operasional (Tabel 1).

Tabel 1. Definisi Operasional Variabel Penelitian

No	Variabel	Definisi	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
1.	Variabel Independen: Berbagai konsentrasi fermentasi kakao dan akuades.	Membuat fermentasi larutan kakao dengan konsentrasi 100%, 50%, 25%, 12,5% dan 6,25 % sebanyak 100 ml dan larutan akuades sebanyak 100 ml sebagai kontrol negatif.	Gelas ukur	Diukur konsentrasi atraktan dengan rumus: $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$	Didapatkan konsentrasi larutan fermentasi kakao yaitu 100%, 50%, 25%, 12,5% dan 6,25 % serta larutan akuades.	Kategorik.
2.	Variabel dependen: Jumlah nyamuk <i>Anopheles sp.</i> yang terperangkap	Akumulasi nyamuk <i>Anopheles sp.</i> yang masuk dalam perangkap	Mikroskop	Dihitung secara manual	Jumlah nyamuk (ekor)	Numerik .

3.6 Alat dan Bahan

3.6.1 Alat Penelitian

Alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Gelas ukur untuk mengukur jumlah air.
- b. Botol plastik bekas ukuran 1500 ml untuk membuat perangkap nyamuk.
- c. Cat hitam untuk mengecat botol plastik.
- d. Pisau pemotong (*cutter*) untuk memotong botol plastik.
- e. Mikroskop untuk mengamati jenis nyamuk yang masuk dalam perangkap.

3.6.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Buah kakao
- b. Air

3.7 Cara Kerja

Penelitian dibagi dalam 2 tahap, yaitu:

3.7.1 Tahap Persiapan

- a. Pembuatan alat perangkap nyamuk

Cara pembuatan alat perangkap nyamuk adalah sebagai berikut:

- 1) Disiapkan botol plastik bekas ukuran 1500 ml, kemudian bagian luar botol di cat warna hitam. Setelah itu ditunggu sampai cat mengering.
- 2) Kemudian botol dipotong menjadi dua bagian.

- 3) Bagian botol yang seperti corong diletakkan dalam posisi terbalik ke bagian potongan bawah botol.
 - 4) Kemudian setelah selesai, alat perangkap diisi dengan bahan atraktan.
- b. Pembuatan fermentasi kakao
- Cara pembuatan fermentasi kakao, yaitu:
- 1) Dilakukan fermentasi buah kakao selama enam hari.
 - 2) Kemudian diambil cairan yang dihasilkan dari fermentasi tersebut.
 - 3) Dihitung konsentrasi atraktan menggunakan rumus $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$ dengan konsentrasi 100%, 50%, 25%, 12,5% dan 6,25%.
 - 4) Lalu dimasukkan cairan hasil fermentasi sebanyak 100 ml tiap botolnya dengan menggunakan gelas ukur.
- c. Pembuatan larutan kontrol
- Pembuatan larutan kontrol yaitu dengan pemberian akuades sebanyak 100 ml tiap botolnya dengan menggunakan gelas ukur.
- d. Penelitian pendahuluan
- Melakukan penelitian pendahuluan di Laboratorium Mikrobiologi Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan tujuan menguji aktivitas atraktan fermentasi kakao dan menentukan konsentrasi.
- e. Pencarian lokasi
- Mencari lokasi pekarangan rumah yang akan dipasang alat perangkap nyamuk sebanyak 10 rumah di RT 5, Dusun Pematang Awi, Desa Sukajaya Punduh, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten

Pesawaran, Provinsi Lampung.

3.7.2 Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan dilakukan dengan memasang perangkap nyamuk pada pekarangan rumah warga di RT 5, Dusun Pematang Awi, Desa Sukajaya Punduh, Kecamatan Marga Punduh, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung sebanyak 10 rumah pada jam 17.00-07.00 WIB sebanyak 4 kali pengulangan.

3.8 Analisis Data

Data yang didapat dari penelitian ini adalah jumlah hinggapan nyamuk pada atraktan. Untuk menilai normalitas dan homogenitas data digunakan uji *Kolmogorov smirnov* lalu dilanjutkan analisis non parametrik *Kruskal-Wallis*.

3.9 Aspek Etik Penelitian

Penelitian ini telah diajukan kepada Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan nomor 450/UN26.8/DL/2017. Aspek etik yang dilakukan yaitu membuat *informed consent* (lembar persetujuan), yaitu lembar persetujuan untuk dilakukan penelitian di pekarangan rumah warga yang diedarkan sebelum penelitian dilaksanakan. Jika warga bersedia untuk menjadikan pekarangan rumahnya sebagai tempat penelitian, maka warga tersebut harus mencantumkan tanda tangan pada lembar persetujuan dengan terlebih dahulu diberi kesempatan untuk membaca isi persetujuan tersebut. Jika warga tersebut menolak pekarangan rumahnya dijadikan tempat penelitian, maka penulis tidak akan memaksa dan tetap menghormati hak-hak warga tersebut.

BAB 5

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian tentang aktivitas fermentasi larutan kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai atraktan nyamuk *Anopheles* sp. di Desa Sukajaya Punduh Kecamatan Marga Punduh Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan bermakna jumlah nyamuk *Anopheles* sp. terhadap atraktan yang berasal dari fermentasi larutan kakao (*Theobroma cacao* L.) pada semua kelompok.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyarankan agar:

1. Perlu adanya penelitian lanjut mengenai variasi konsentrasi fermentasi kakao saat digunakan sebagai senyawa atraktan.
2. Penelitian selanjutnya disarankan memilih tempat peletakan perangkap nyamuk pada daerah tempat perindukan nyamuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadinejad Z, Mansori S, Ziaee V, Alijani N, Aghighi Y, Parvaneh N. 2014. Periodic fever : a review on clinical, management and guideline for Iranian patients. Tehran: Iranian journal of pediatrics. 24(1):1–13.
- Arkeman H. 2006. Efek vitamin c dan e terhadap sel goblet saluran nafas pada tikus akibat pajanan asap rokok. *Universa medicine*. 25(2):61–66.
- Astuti EP, Nusa R. 2009. Efektifitas alat perangkap (trapping) nyamuk vektor demam berdarah dengue dengan fermentasi gula. Ciamis: Aspirator. 3(1):41–48.
- Bodi JM, Nsibu CN, Aloni MN, Luhute GN, Kunuanuna TS, Tshibassu PM, et al. 2014. Black water fever associated with acute renal failure among congolese children in kinshasa. Congo: Saudi journal of kidney diseases and transplantation. 25(6):1352–1358.
- CDC. 2015. *Anopheles mosquitoes*. Atlanta: CDC.
- CDC. 2016. *Malaria*. Atlanta: CDC.
- CDC. 2010. *Malaria Clinical Laboratory*. Atlanta: CDC.
- Dinas kesehatan kabupaten Pesawaran. 2015. Profil kesehatan kabupaten Pesawaran tahun 2014. Pesawaran: Pemerintah kabupaten Pesawaran.
- Ernawati K, Soesilo B, Duarsa A, Rifqatussaadah. 2011. Hubungan faktor risiko individu dan lingkungan rumah dengan malaria di Punduh pedada kabupaten Pesawaran provinsi Lampung Indonesia 2010. Jakarta: Makara kesehatan. 15(2):51–57.
- Frederick J, Jean YS, Lemoine JF, Dotson EM, Mace KE, Chang M, et al. 2016. Malaria vector research and control in Haiti : a systematic review. *Haiti: Malaria Journal*. 1–17.
- Hwang JH, Lee CS. 2014. Malaria-induced splenic infarction. Jeonju: American

journal of tropical medicine and hygiene. 91(6):1094–1100.

Indriyanti. 2011. Eksplorasi dan potensi senyawa olahan limbah sebagai atraktan lalat buah *Bactrocera carambolae*. Yogyakarta: UGM.

Jacquín, Jolly. 2004. Insect olfactory receptors: contribution of molecular biology to chemical ecology. <http://www.science.uva.nl>.

Jaeger MS, Briet OJT, Keating J, Ahorlu CK, Yukich JO, Oppong S, et al. 2016. Perceptions on the effect of small electric fans on comfort inside bed nets in southern Ghana : a qualitative study. Basel: Malaria Journal. 1–7.

Kamareddine L. 2012. The biological control of the malaria vector. Lebanon: Toxins.748–767.

Kardinan. 2007. Pengaruh campuran beberapa jenis minyak nabati terhadap daya tangkap lalat buah. Buletin balitro. 18: 60–66.

Khan SA, Hanif H, Abbas Z, Saeed MA, Ahmad M. 2015. Makeup ingredients (lactic acid, getyl alcohol, and citric acid) attract mosquitoes. Sargodha: International journal of mosquito research.

Langford S, Douglas N, Lampah D, Simpson J, Kenangalem E, Sugiarto P, et al. 2015. Plasmodium malariae infection associated with a high burden of anemia: a hospital-based surveillance study. Plos neglected tropical diseases. 9(12):1–16.

Leventhal R, Cheadle RF. 2012. Medical parasitology: a self instructional text 6th ed. Philadelphia: Davis company.

Mala M, Imam M, Hassan K. 2016. Interaction between parasite and vector for malaria disease transmission-a review on malaria. Bangladesh: Progressive agriculture. 27(2).168–174.

Murhandarwati EE, Fuad A, Nugraheni M, Suyanto S, Wijayanti M, Widartono B, et al. 2015. Change of strategy is required for malaria elimination: a case study in Purworejo District, Central Java Province, Indonesia. Purworejo: Malaria journal. 14:1–14.

Muslim. 2009. Parasitologi untuk keperawatan. Jakarta: EGC.

Natadisastra D. 2009. Parasitologi kedokteran: ditinjau dari organ tubuh yang diserang. Jakarta: EGC.

Nkumama IN, Omeara WP, Osier FH. 2016. Changes in malaria epidemiology in Africa and new challenges for elimination. Kenya: Elsevier.

Notoatmodjo S. 2012. Metode penelitian kesehatan. Jakarta: Rineka Cipta.

- Nugroho AD. 2013. Kematian larva *Aedes aegypti* setelah pemberian abate dibandingkan dengan pemberian serbuk serai. Semarang: Jurnal kesehatan masyarakat. 8(2):113–120.
- Pedada P. 2015. Laporan bulanan penemuan dan pengobatan malaria tahun 2015. Lampung: Puskesmas Pedada.
- Perkins DJ, Were T, Davenport G, Kempalah P, Hitter J, Ongecha J. 2011. Severe malarial anemia: innate immunity and pathogenesis. Nairobi: International journal of biological sciences. 7(9):1427–1442.
- Phill. 2006. Therapies and healing remedies. <http://www.emsol.multiply>.
- Pintar B. 2010. Budi daya kakao. Jakarta: Agromedia.
- Rahayu S, Bayu W, Lailly DN, Mubarok MA. 2015. Uji keefektifan atraktan *Oryza sativa*, *Capsicum annum*, *Trachisperum roxburgianum* pada trapping nyamuk *Aedes aegypti*. Semarang: Ejournal Undip.1–11.
- Rahmayati YP. 2014. Ketertarikan lalat buah *Bactrocera* sp. pada senyawa atraktan yang mengandung campuran protein dan metil eugenol. Semarang: UNS.
- Raini M. 2009. Toksikologi insektisida rumah tangga dan pencegahan keracunan. Media penelitian dan pengembangan kesehatan. 19:27–33.
- Renia L, Goh YS. 2016. Malaria parasites : the great escape. Singapore: Frontiers in Immunology. 7:1–14.
- Safar R. 2010. Parasitologi kedokteran. Padang: CV yrama widya.
- Santoni A, Nurdin H, Manjang Y, Achmad S. 2009. Minyak atsiri dari toona sinensis dan uji aktivitas insektisida. Padang: J ris kim. 2(2):1–6.
- Sofizadeh A, Moosa-kazemi SH, Dehghan H. 2016. Original article larval habitats characteristics of mosquitoes (diptera : Culicidae) in North- East of Iran. Tehran: J Arthropod-Borne Dis.
- Sudjatha W. 2015. Teknologi pengolahan kakao. Bali: Buku arti.
- Suwito, Hadi UK, Sigit SH, Sukowati S. 2010. Hubungan iklim, kepadatan nyamuk *Anopheles* dan kejadian penyakit malaria. Lampung: Jurnal entomologi Indonesia. 7(1).42–53.
- Taran SJ, Taran R, Bhandari V. 2016. Knowledge awareness and practice study for mosquito borne diseases among school children of Malwa region of India. Madhya pradesh: Original article. 3(2):125–128.

- Warisno. 2009. Inspirasi usaha membuat aneka nata. Jakarta: Agro media pustaka.
- Widiarti, Heriyanto B, Boewono D, Widyastuti U, Mujiono L, Yuliadi. 2011. Peta resistensi vektor demam berdarah dengue *Aedes aegypti* terhadap insektisida kelompok organofosfat, karbamat dan pyrethroid di propinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Yogyakarta: Buletin penelitian kesehatan. 39(4):176–189.
- Widoyono. 2008. Penyakit tropis: epidemiologi, penularan, pencegahan, dan pemberantasannya. Jakarta: Erlangga.
- Widya I, Sudjari, Aurora H. 2015. Uji perbandingan potensi penambahan ragi tape dan ragi roti pada larutan gula sebagai atraktan nyamuk *Aedes sp.* Semarang: Majalah kesehatan FKUB. 2(4):181–185.
- Wilke ABB, Marrelli MT. 2012. Genetic control of mosquitoes : population suppression strategies. Sao Paulo: Medtrop. 54(5):287–292.
- Yusuf M. 2010. Aktivitas enzim b-1,3-glukanase kandungan fenol dan karbohidrat pada kakao hasil mutasi menggunakan ethyl methane sulfonate. Jember: Universitas Jember.
- Zeibig E. 2012. Clinical parasitology 2nd ed. Missouri: Elsevier Saunders.