

**UJI POTENSI EKSTRAK LADA HITAM (*Piper nigrum*)
SEBAGAI INSEKTISIDA TERHADAP NYAMUK CULEX SP
DENGAN METODE ELEKTRIK**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Kedokteran Umum**



Oleh

Vianggara Surya Harvianata

0810710109

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2012

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
UJI EFEKTIVITAS LADA HITAM (*Piper nigrum*)
SEBAGAI INSEKTISIDA TERHADAP NYAMUK *Culex sp.* DENGAN METODE
ELEKTRIK

Oleh :

Vianggara Surya

NIM : 0810710109

Telah diuji pada

Hari : Kamis

Tanggal : 4 Oktober 2012

Dinyatakan lulus oleh :

Penguji I

dr. Habibah Aurora, M. Biomed

NIP. 19840628 200812 2 003

Penguji II/Pembimbing I

Penguji III/Pembimbing II

Dr. Aswin D. Baskoro, MS, SpPark

NIP. 19480130 198003 1 001

Dr. Dra. Sri Winarsih, Apt, MSi

NIP. 19540823 198103 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kedokteran

Prof. Dr. dr. Teguh Wahyu Sardjono, DTM&H, MSc, SpPark

NIP. 19520410 198002 1 001

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT serta Nabi besar Muhammad SAW karena atas karunia dan petunjuk yang diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul Uji Efektivitas Ekstrak Lada Hitam (*Piper nigrum*) Sebagai Insektisida Terhadap Nyamuk *Culex sp* dengan Metode Elektrik. Tugas akhir ini merupakan bagian dari persyaratan memperoleh gelar sarjana kedokteran.

Ketertarikan penulis akan topik ini didasari oleh fakta bahwa semakin meningkatnya angka kejadian penyakit-penyakit yang disebarluaskan oleh nyamuk. Sementara itu, semakin banyak dampak negatif yang ditimbulkan oleh insektisida kimiawi. Oleh karena itu, penulis ingin mencari alternatif insektisida alami yang aman dan mudah diperoleh serta ramah lingkungan.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Allah SWT. Atas segala rahmat dan hidayahnya sehingga pengerjaan tugas ini bisa berjalan lancar.
2. Dr. dr. Karyono Mintaroem, Sp.PA selaku dekan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
3. dr. Aswin D. Baskoro, MS, SpPark selaku dosen pembimbing pertama atas segala bimbingan, pengarahan dan kesabarannya, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Dr. Dra. Sri Winarsih, Apt, MSi selaku dosen pembimbing kedua atas segala bimbingan, pengarahan dan kesabarannya, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Keluargaku tersayang, Bapak, Ibu, Eyang Hari, Eyang Kartini, Eyang Rahayu, adikku Riski atas cinta, kasih sayang, dan doa yang luar biasa.
6. Sahabat-sahabat seperjuangan Yessa, Budi, Cholis, Bagus, Pisces, Bobby, Hari, Satria, Yudha atas bantuan bahan-bahan rujukan dan bantuan tenaga waktunya.
7. Mas Budi, Mbak Heni, Mbak Icha beserta staf Laboratorium Parasitologi atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

8. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis membuka diri untuk segala saran dan kritik yang membangun. Akhirnya, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan mengenai insektisida nabati terhadap nyamuk dengan metode elektrik.

Akhir kata, Wassalamualaikum Wr. Wb.

Malang, September 2012

Penulis



ABSTRAK

Surya, Vianggara. 2012. **Uji Efektivitas Ekstrak Lada Hitam (*Piper nigrum*) Sebagai Insektisida Terhadap Nyamuk *Culex sp* Dengan Metode Elektrik**. Tugas Akhir Program Studi Pendidikan Dokter fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Pembimbing : (1) dr. Aswin D. Baskoro, MS, SpPark (2) Dr. Dra. Sri Winarsih, Apt, MSi

Pengendalian serangga termasuk nyamuk *Culex sp* dengan menggunakan penyemprotan insektisida kimia, dapat menimbulkan masalah baru yaitu pencemaran lingkungan dan dampak negatif lainnya. Alternatif solusinya adalah dengan memanfaatkan tumbuhan yang memiliki khasiat sebagai insektisida. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuktikan apakah ekstrak lada hitam (*Piper nigrum*) mempunyai efek insektisida terhadap nyamuk *Culex sp*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratories dengan rancangan *true experimental-post test only control group design*. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data dari hasil pengamatan di Laboratorium Parasitologi. Setelah itu, data dianalisa dengan menggunakan uji Anova. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa seluruh Nyamuk *Culex sp* yang diberi perlakuan menggunakan larutan ekstrak Lada Hitam mengalami kematian sejumlah 100% pada jam ke-24 pada konsentrasi 10% dan 15 %. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa lama waktu pengamatan mempunyai hubungan yang bermakna (signifikan) terhadap kematian pada nyamuk ($p < 0.05$). Kesimpulan hasil penelitian ini adalah Ekstrak Lada Hitam (*Piper nigrum*) memiliki efek insektisida terhadap nyamuk, dengan konsentrasi minimum yang mempunyai efek insektisida maksimum adalah 10%. Adanya peningkatan lama waktu pengamatan akan meningkatkan efek insektisida pada nyamuk.

Kata Kunci: *Piper nigrum*, *Culex sp*, Insektisida

ABSTRACT

Surya, Vianggara. 2012. **The Experiment of Black Pepper Effectiveness (*Piper nigrum*) as mosquito Insecticide (*Culex sp.*) Using electric Method.** Final assignment, Medical Program of University of Brawijaya.
Supervisor : (1) dr. Aswin D. Baskoro, MS, SpPark (2) Dr. Dra. Sri Winarsih, Apt, MSi

The insects controlling as well as mosquito (*Culex sp.*) using chemical insecticide spray, can bring new problems such as environmental pollution and other negative effects. The utilization of a plant that has efficacy as pesticide is an alternative solution. This study aims to prove that black pepper extract (*Piper nigrum*) has an insecticide effect to the mosquitos (*Culex sp.*). This study is an experimental laboratory research by using scheme of true experimental-posttest only controls group design. Data used in this study is an observation data of Parasitology Laboratory. Data analysis uses One-Way Anova. The result showed that the use of black pepper extract have a number of 100% deaths in 24th hours at concentration of 10% and 15%. It means black pepper have effects as the insecticide to mosquito (*Culex sp.*). The experiment showed that observation duration has meaningful relationship (significant) to the death of the mosquito ($p < 0,05$). The conclusion from this study is black pepper extract (*Piper nigrum*) has insecticide effect on mosquito, with the minimum concentration of 10%. The increase of duration will increase effect of insecticide on mosquito

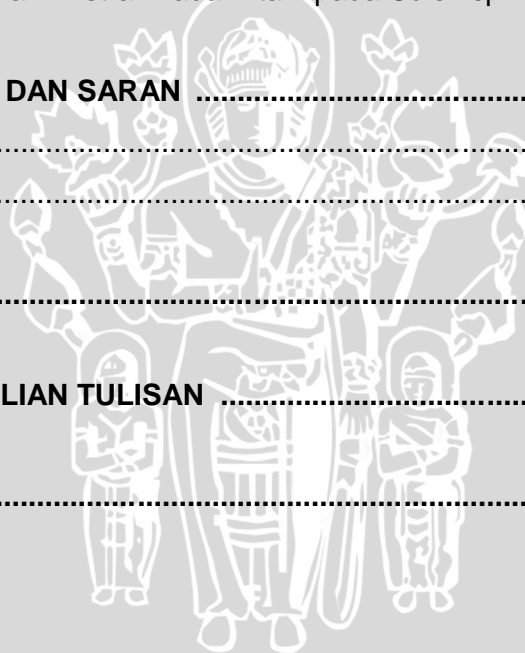
Keyword: *Piper nigrum*, *Culex sp*, *Insecticide*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Persetujuan	ii
Kata Pengantar	iii
Abstrak	v
Abstract	vi
Daftar isi	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Culex sp.	4
2.1.1 Taksonomi Culex sp	4
2.1.2 Morfologi Culex sp.	5
2.1.2.1 Telur	5
2.1.2.2 Larva	5
2.1.2.3 Pupa	6
2.1.2.4 Nyamuk Dewasa	6
2.1.3 Siklus Hidup	8
2.1.4 Tempat Perindukan Larva	10
2.1.5 Sifat Nyamuk Culex	10
2.1.6 Kepentingan Medis	10
2.1.6.1 Filariasis	10
2.1.6.2 Japanese Encephalitis	12
2.1.6.3 Demam Chikungunya	13

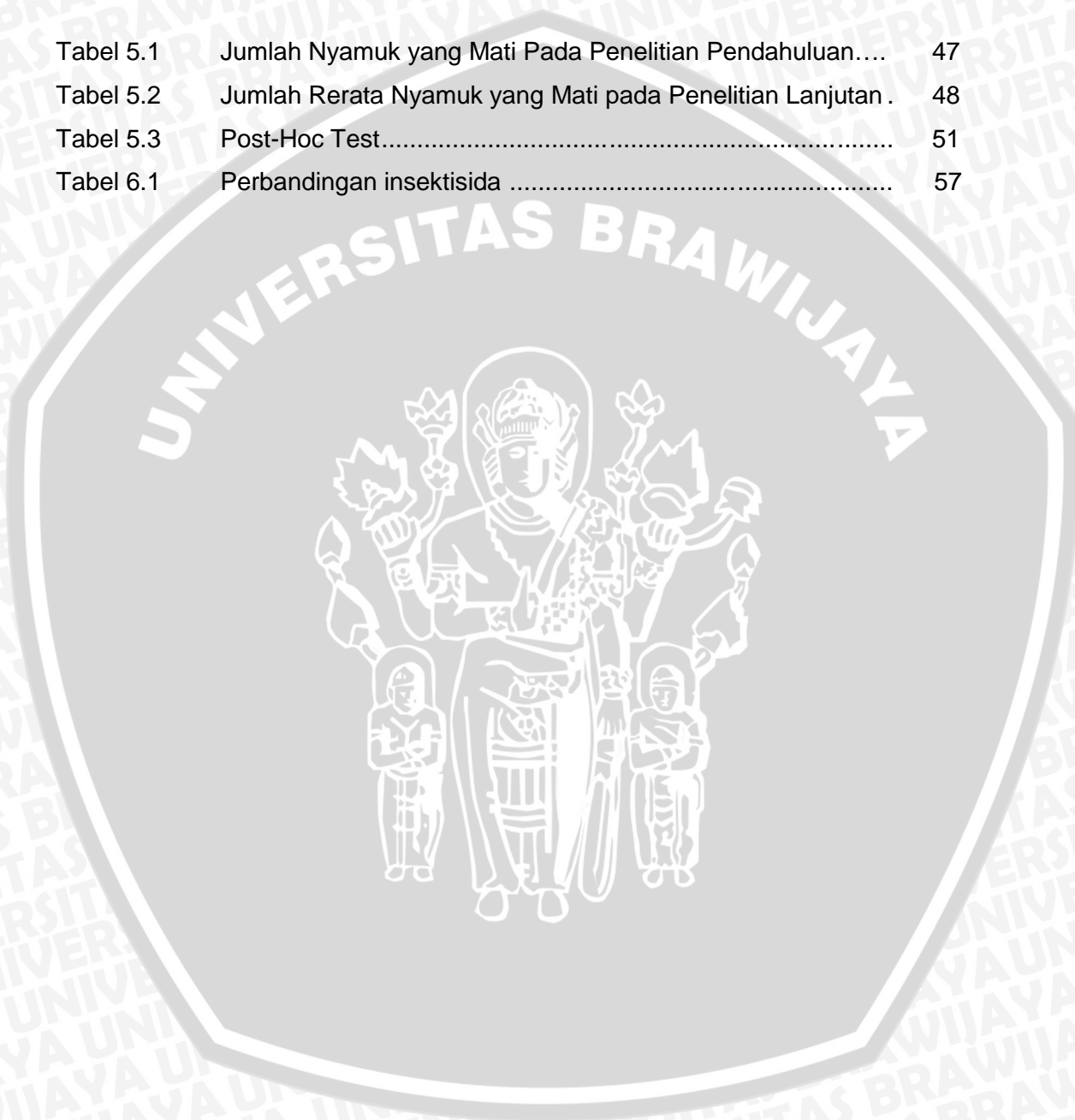
2.1.7	Pengendalian Culex	14
2.2	Insektisida	15
2.2.1	Klasifikasi Insektisida	15
2.2.2	Resistensi Insektisida	19
2.2.3	Syarat Insektisida yang baik	20
2.3	Lada Hitam (<i>Piper nigrum</i>)	20
2.3.1	Taksonomi dan Etimologi	21
2.3.2	Sejarah Lada Hitam	21
2.3.3	Morfologi Lada Hitam (<i>Piper nigrum</i>)	22
2.3.4	Khasiat Buah Lada	24
2.3.5	Kandungan Ekstrak Lada Hitam (<i>Piper nigrum</i>)	26
BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN		29
3.1	Kerangka Konsep	29
3.2	Hipotesa Penelitian	30
BAB 4 METODE PENELITIAN		31
4.1	Desain Penelitian	31
4.2	Subjek Penelitian	31
4.2.1	Populasi	31
4.2.2	Sampel	31
4.3	Tempat dan Waktu Penelitian	33
4.4	Variabel Penelitian	33
4.4.1	Variabel Bebas	33
4.4.2	Variabel Tergantung	33
4.5	Bahan dan Alat Penelitian	33
4.5.1	Bahan Penelitian	33
4.5.2	Alat-alat Penelitian	34
4.6	Definisi Operasional	35
4.7	Cara Kerja dan Pengumpulan Data	37
4.7.1	Pembuatan Ekstrak Lada Hitam	37
4.7.2	Aklimatisasi	38
4.7.3	Pembuatan Konsentrasi Larutan Ekstrak	38

4.7.4 Persiapan Nyamuk Culex sp.	39
4.7.5 Prosedur Penelitian	39
4.7.6 Diagram Atur Penelitian	42
4.7.7 Pengamatan.....	43
4.8 Pengumpulan dan Analisa Data	43
BAB 5 HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN	45
5.1 Hasil Penelitian Pendahuluan	45
5.2 Hasil Penelitian Lanjutan	45
BAB 6 PEMBAHASAN	52
6.1 Pengaruh Pemberian Ekstrak Lada Hitam pada Culex sp	52
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	57
7.1 Kesimpulan	57
7.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	61
LAMPIRAN	62



DAFTAR TABEL

Tabel 5.1	Jumlah Nyamuk yang Mati Pada Penelitian Pendahuluan....	47
Tabel 5.2	Jumlah Rerata Nyamuk yang Mati pada Penelitian Lanjutan .	48
Tabel 5.3	Post-Hoc Test.....	51
Tabel 6.1	Perbandingan insektisida	57



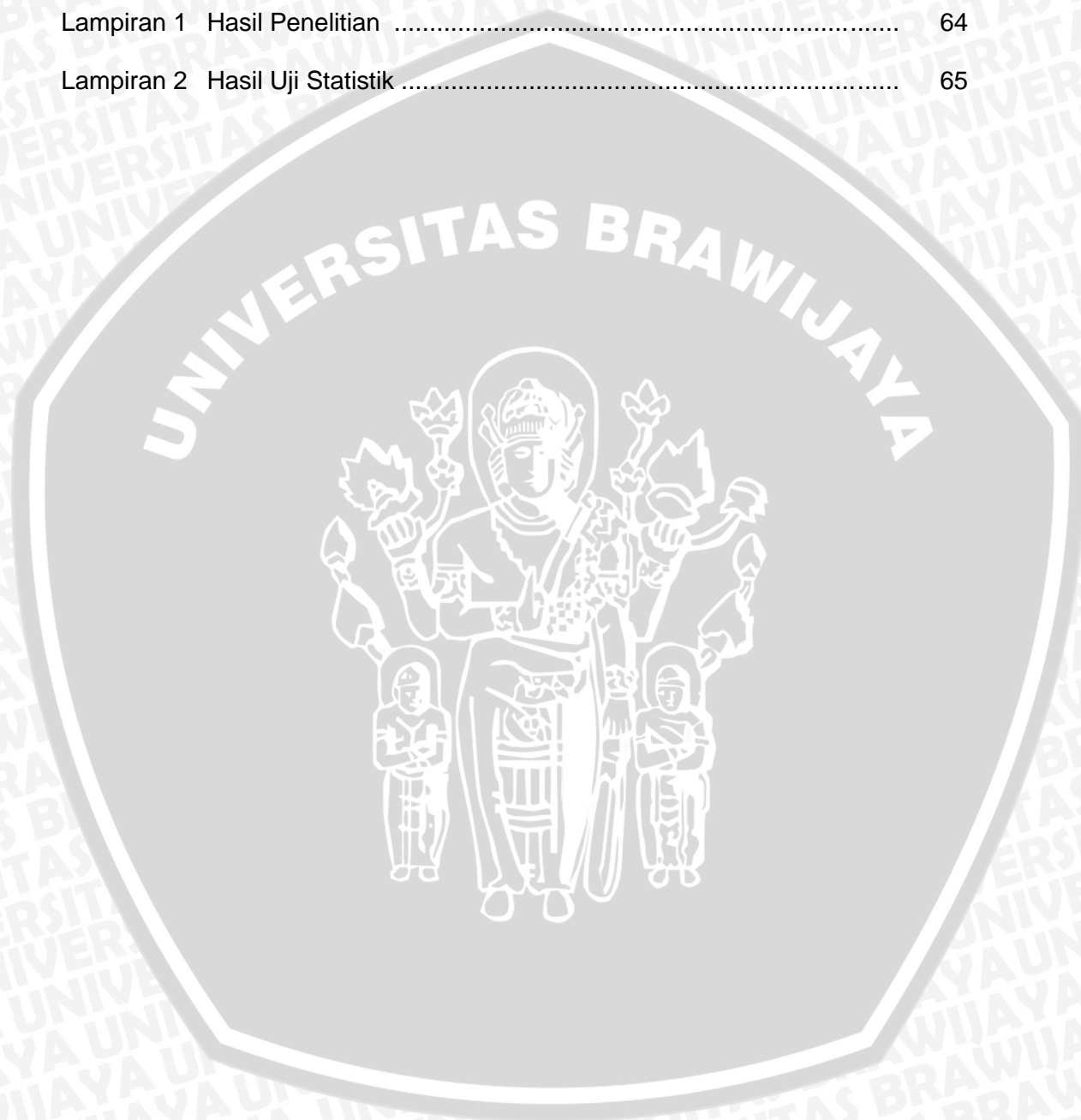
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Telur <i>Culex sp</i>	5
Gambar 2.2 Larva <i>Culex sp</i>	6
Gambar 2.3 Pupa <i>Culex sp</i>	6
Gambar 2.4 Nyamuk <i>Culex Tarasalis</i> Dewasa	8
Gambar 2.5 Nyamuk keluar dari air	8
Gambar 2.6 Siklus hidup <i>Culex sp.</i>	10
Gambar 2.7 Bentuk daun tanaman lada	25
Gambar 2.8 Buah lada hitam	25
Gambar 3.1 Kerangka Konsep.....	31
Gambar 4.1 Alur Penelitian	41
Gambar 5.1 Grafik jumlah nyamuk yang mati pada penelitian pendahuluan..	47
Gambar 5.2 Grafik jumlah rerata nyamuk yang mati pada penelitian lanjutan	48



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Penelitian	64
Lampiran 2 Hasil Uji Statistik	65



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nyamuk merupakan golongan *arthropoda* yang banyak menyita perhatian dibandingkan golongan *arthropoda* lainnya. Selain karena gigitannya yang menyebabkan iritasi kulit, nyamuk juga merupakan vector penyebar beberapa infeksi parasit dan virus seperti malaria, demam berdarah, *filariasis* dan *encephalitis* (Silver, John B. 2008).

Berdasarkan taksonominya, nyamuk termasuk dalam famili *Culicidae* yang terbagi menjadi beberapa genus yaitu *Anopheles*, *Culex*, *Aedes* dan *Mansonia*. *Culex* dapat menyebarkan berbagai macam penyakit, antara lain: *filariasis* dan *chikungunya*.

Beberapa tahun terakhir, penyakit yang ditularkan oleh nyamuk cenderung mengalami peningkatan jumlah kasus dan kematiannya. Jumlah penderita penyakit *Filariasis* yang terjadi di Jawa Timur, pada tahun 1931 di kabupaten Malang berjumlah 1 orang, kemudian tahun 1992 dilaporkan sebanyak 27 kasus terdapat di 7 kabupaten atau kota di Jawa Timur. Kemudian pada tahun 2003 dilaporkan sebanyak 175 kasus yang menyebar di 32 kabupaten atau kota. (Agustono, 2011). Penyakit Chikungunya yang juga dapat ditularkan oleh nyamuk *Culex* sp. Sebenarnya sudah ada beberapa tahun yang lalu, namun akhir-akhir ini kasus tersebut mengalami peningkatan dan penyebaran yang cukup drastis. Tahun 2002 di Jawa Timur dilaporkan kasus sejumlah 257 yang menyebar di 3 kabupaten atau kota dan tahun 2003 semakin

meningkat yaitu sejumlah 1510 kasus yang menyebar di 12 kabupaten atau kota. (Agustono, 2011).

Sebagai tindakan preventif terhadap penyakit yang ditularkan oleh nyamuk, dianjurkan menghindari gigitannya. Cara yang dapat dilakukan diantaranya dengan menyemprotkan pembasmi nyamuk (insektisida) dan membersihkan lingkungan (Suharsono, 2005). Tapi sayangnya, penggunaan insektisida ini tidak disertai dengan perhatian terhadap efek samping yang bisa terjadi. Penggunaan dosis yang subletal dapat merangsang terjadinya adaptasi diri serangga terhadap insektisida (Staf Pengajar Parasitologi. 2004). Selain itu, ternyata ada beberapa insektisida yang memiliki efek toksik terhadap manusia, misalnya DDT. DDT dapat menyebabkan gangguan endokrin dan diduga dapat menyebabkan kanker (Herms, W.B., 1996).

Adapun salah satu alternatif yang ramah lingkungan dan mudah ditemukan masyarakat adalah lada hitam (*Piper nigrum*). Pada saat ini sudah banyak terdapat tanaman lada hitam (*Piper nigrum*) di daerah tropis maupun sub-tropis. Lada hitam (*Piper nigrum*) merupakan salah satu alternatif bahan dasar dalam pembuatan insektisida nabati (Park et al., 2006).

Salah satu syarat insektisida yang baik adalah mudah digunakan. insektisida yang dapat didistribusikan dengan metode elektrik menjadi alternatif utama pilihan masyarakat Indonesia karena praktis dan dapat bekerja dengan watt yang rendah. Dari uraian diatas, maka penulis merasa perlu diadakan penelitian untuk melihat keefektifan ekstrak lada hitam (*piper nigrum*) sebagai insektisida nyamuk *Culex sp* dengan metode elektrik.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah ekstrak lada hitam (*Piper Nigrum*) mempunyai potensi sebagai insektisida terhadap nyamuk *Culex sp* dewasa?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Untuk membuktikan potensi ekstrak lada hitam (*Piper nigrum*) potensi sebagai insektisida nyamuk *Culex sp* dewasa.

1.3.2 Tujuan Khusus

- Mengetahui pengaruh beberapa konsentrasi ekstrak lada hitam (*Piper Nigrum*) terhadap tingkat kematian nyamuk *Culex sp* dewasa.
- Mengetahui konsentrasi minimum ekstrak lada hitam (*Piper nigrum*) yang mempunyai daya bunuh maksimum terhadap nyamuk *Culex sp*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Pengembangan penelitian mengenai insektisida alami terhadap nyamuk.
2. Memberikan dan menguatkan informasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan ekstrak lada hitam (*Piper nigrum*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Culex sp*.
3. Pengembangan alternatif baru metode pemakaian insektisida terhadap nyamuk *Culex sp*.
4. Motivasi pemanfaatan tanaman lada hitam di masyarakat.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Culex sp*

Culex sp merupakan salah satu vektor penting dari virus Chikungunya, Filariasis, dan Encephalitis (baik itu *Japanese Encephalitis* maupun *St Louis Encephalitis*). *Culex sp* memiliki kebiasaan menggigit malam hari (*night biters*). Nyamuk ini termasuk *zooantrophilic species* dan memiliki *breeding place* di segala macam air yang tergenang, terutama air yang kotor (*poluted water*) (Staf Parasitologi FKUB, 2004).

2.1.1 Taksonomi *Culex sp*

Taksonomi dari *Culex sp* adalah sebagai berikut:

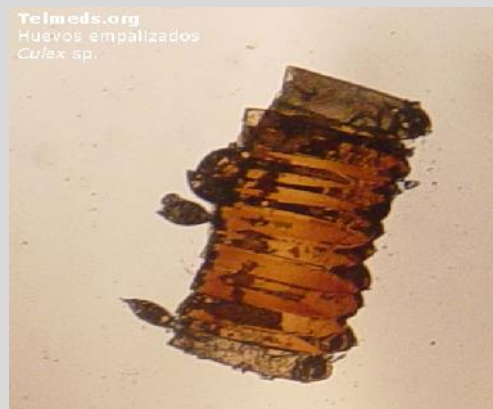
Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Class	: Hexapoda
Order	: Diphthera
Sub order	: Nematocera
Family	: Culicidae
Sub family	: Culicinae
Genus	: <i>Culex sp</i>

(Harbach, 2011)

2.1.2 Morfologi *Culex sp*

2.1.2.1 Telur

Telur *Culex sp* berbentuk *banana shape* yaitu lonjong seperti pisang berukuran sekitar 0,7 cm, dibungkus kulit berlapis 3 yang mempunyai saluran berupa corong. Telur *Culex sp* meruncing dengan puncak berupa mangkok yang melekat satu sama lain. Nyamuk *Culex sp* meletakkan telurnya di permukaan air secara berderet dan bergerombol dalam bentuk seperti rakit. Setiap bentukan rakit terdiri dari 100-200 telur (Staf Parasitologi FKUB, 2004).



Gambar 2.1 Telur *Culex sp* (Agustono, 2011).

2.1.2.2 Larva

Terdapat 4 stadium larva yaitu larva 1, larva 2, larva 3 dan larva 4. Larva terdapat di air dengan posisi membentuk sudut dengan permukaan air. Ciri-ciri morfologi larva dapat dipelajari dengan mudah pada larva stadium 3 dan larva stadium 4. Pada dasarnya larva terdiri dari bagian-bagian tubuh yaitu kepala, *thorax* dan abdomen. Larva *Culex sp* memiliki *siphon* yang tumbuh langsing dan *pecten* yang berbentuk sempurna. Pada umumnya, mereka memiliki lebih dari satu pasang kelompok rambut (*hair tuft*) (Hadi dkk, 2002).



Gambar 2.2 Larva *Culex* sp. (Andrew Williams, 2007)

2.1.2.3 Pupa

Suatu bentukan yang menyerupai koma, merupakan stadium yang “*non feeding*” (tidak makan). Kepalanya menyatu dengan *thorax*. Gerakannya khas (*jerky movement*), dan pada waktu istirahat akan mendekati permukaan air untuk bernafas dengan *breathing tube* yang terdapat pada bagian dorsal *thorax*. Pada segmen terakhir dari abdomen terdapat sepasang “*paddle*” untuk berenang (Staf Pengajar Parasitologi FKUB, 2004)



Gambar 2.3 Pupa *Culex annulirostris* (Agustono, 2011)

2.1.2.4 Nyamuk Dewasa

Secara umum, nyamuk *Culex* sp. memiliki ukuran tubuh kurang lebih 4 mm - 13 mm. Vena dan sisik sayapnya menyebar meliputi seluruh bagian sayap

sampai ke ujung ujungnya. Secara umum, morfologi nyamuk *Culex sp.* dewasa adalah sebagai berikut :

Kepala

- berbentuk *spheris* atau bulat

Mata

- satu pasang mata majemuk (jantan : *holoptic*, betina : *dichoptic*)

Antena

- satu pasang antena yang panjang terdiri dari 14-15 ruas, tiap ruas ditumbuhi bulu bulu lebat (jantan : *plumose*, betina : *pilose*).

Mulut

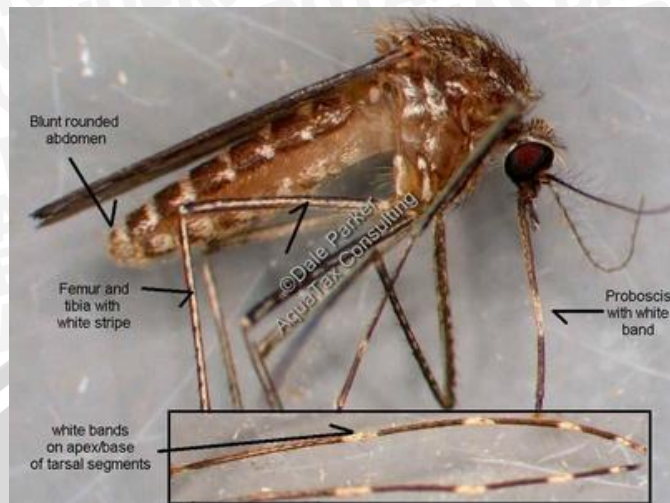
- memiliki tipe *piercing dan sucking*
- terdiri dai dua *palpus* dan satu *proboscis*
- *proboscis* merupakan alat penusuk
- bagian dari mulut nyamuk jantan untuk menusuk dan menghisap darah tidak berkembang.

Thorax

- terdiri dari 3 segmen, tiap segmen terdapat sepasang kaki.
- di *mesothorax* juga terdapat sepasang sayap
- di *metathorax* juga terdapat sepasang *halter*

Abdomen

- memanjang silindris
- terdiri dari 10 segmen, 2 segmen terakhir mengadakan modifikasi menjadi alat genitalia dan anus (Staf Pengajar Parasitologi FKUB, 2004).



Gambar 2.4 Nyamuk *Culex Tarsalis* Dewasa



Gambar 2.5 Nyamuk *Culex* keluar dari air

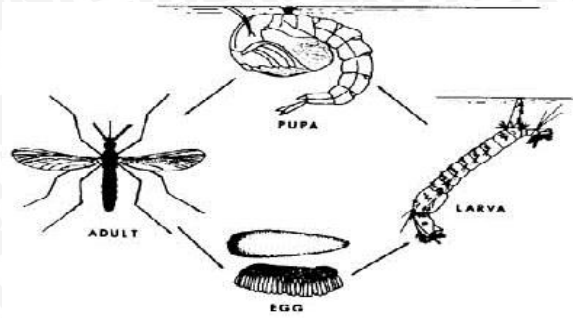
2.1.3 Siklus Hidup

Siklus hidup nyamuk *Culex* sp adalah tipe holometabolus (metamorfosis sempurna) yaitu melalui empat tahap stadium. Tiap stadium dapat dibedakan dengan mudah dari bentuk yang spesial di tiap-tiap stadiumnya. Stadium tersebut adalah: dewasa, telur, larva, dan pupa. Pergantian dari stadium yang satu menuju stadium yang lain didahului dengan proses moulting, yaitu melepaskan kulit yang terjadi sebanyak 4 kali. Proses moulting dan metamorfosis nyamuk dicetuskan dan dikordinasikan oleh *circulating hormones* yaitu hormon ecdysteroid dan hormon juvenil (McCafferty, 1998).

Nyamuk *Culex sp.* yang baru menetas/keluar dari pupa secara potensial sudah mampu untuk kawin, karenanya nyamuk-nyamuk tersebut sudah mampu untuk menghisap darah (McCafferty, 1998). *Culex sp.* mempunyai kebiasaan menghisap darah hospes pada malam hari saja. Nyamuk ini suka menggigit baik di dalam maupun di luar rumah. Tempat perindukan pada air keruh seperti sawah, rawa, kumpulan air hujan atau tempat – tempat yang mengandung lumut dalam air tawar maupun air payau. Jarak terbang *Culex sp.* antara tempat perindukan sampai sumber makanan darah maksimum 10 mil. *Culex sp.* meletakkan telurnya dalam air. Telur menetas 1-3 hari dalam suhu 30°C, tetapi pada suhu 16°C membutuhkan waktu 7 hari (Brown dan Belding, 1964).

Culex sp. Pada stadium larva mencapai stadium keempat sepanjang 10 mm, dengan kepala mempunyai mata majemuk, antena berbulu dan bagian mulut dipergunakan untuk menggigit. Kedelapan ruas abdomen terdapat *spirakel*. Lubang anus dikelilingi empat insang anal. Pada larva *Culex sp.* bergantung membentuk sudut, dan memperoleh makanan dengan menyapu bagian permukaan air atau menggigit benda busuk pada dasar air. Siklus larva berlangsung lebih dari 3 minggu pada keadaan baik, tetapi berkisar 6 bulan tergantung suhu dan persediaan makanan (Brown dan Belding, 1964).

Stadium pupa berlangsung 2 – 5 hari dan dapat diperpanjang 10 hari pada suhu rendah. Waktu menetas, kulit pupa tersobek oleh gelembung udara dan oleh kegiatan insekta bentuk dewasa yang melepaskan diri (Brown dan Belding, 1964).



Gambar 2.6 Siklus Hidup *Culex sp.* (Peairs dan Cranshaw, 2006)

2.1.4 Tempat Perindukan Larva

Tempat perindukan larva nyamuk *Culex sp.* adalah tempat – tempat yang tergenang air, terutama air kotor (*polluted water*), misalnya: selokan dan per sawahan (Staf Pengajar Parasitologi FKUB, 2004).

2.1.5 Sifat Nyamuk Culex

Nyamuk *Culex sp.* mempunyai beberapa sifat penting antara lain :

- Jarak terbang 1,25 km - 5,1 km
- *Zooanthrophylic*
- Mengigit pada malam hari (*night biters*)

(Staf Pengajar Parasitologi FKUB, 2004)

2.1.6 Kepentingan Medis

2.1.6.1 Filariasis

Di Indonesia ditemukan 3 jenis parasit nematoda penyebab filariasis limfatik pada manusia, yaitu *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* dan *Brugia timori*. Parasit ini tersebar diseluruh kepulauan di Indonesia oleh berbagai spesies nyamuk yang termasuk dalam genus *Aedes*, *Anopheles*, *Culex*,

Mansonia, *Coquilettidia* dan *Armigeres*. Beberapa spesies *Anopheles*, *Culex* dan *Aedes* telah dilaporkan menjadi vektor *filariasis bancrofti* di perkotaan atau di pedesaan. Vektor utama filariasis di daerah perkotaan adalah *Culex quinquefasciatus*, sedangkan di pedesaan *filariasis bancrofti* dapat ditularkan oleh berbagai spesies *Anopheles* seperti *Anopheles aconitus*, *Anopheles bancrofti*, *Anopheles farauti*, *Anopheles punctulatus* dan *Anopheles subpictus*, atau dapat pula ditularkan oleh nyamuk *Aedes kochi*, *Culex bitaeniorrhynchus*, *Culex annulirostris* dan *Armigeres obsturbans*. Vektor utama *Filariasis malayi* ialah berbagai spesies *Anopheles*, *Mansonia* dan *Coquilettidia*, seperti *Mansonia uniformis*, *Coquilettidia crassipes*, *Anopheles barbirostris*, *Anopheles nigerrimus* (Gandahusada dkk, 2003).

Adapun Kriteria klinisnya yaitu sebagai berikut:

- Demam dan peradangan saluran maupun kelenjar limfe inguinal. Demam berlangsung 2-5 hari dan dapat sembuh sendiri meskipun tanpa diobati.
- Peradangan kelenjar limfe dapat menimbulkan *limfangitis retrograd*. Peradangan pada saluran limfe tampak garis merah yang menjalar ke bawah dan bisa menjalar ke jaringan sekitarnya. Pada stadium ini tungkai bawah bisa membengkak dan mengalami *limfadema*.
- *Limfadenitis* lama-kelamaan menjadi bisul dan apabila pecah akan membentuk *ulkus*.
- Berbeda dengan Filariasis yang disebabkan oleh *Wucheria Bancrofti*, Filariasis yang disebabkan oleh *Brugia* tidak pernah menyerang sistem limfe alat genital. *Limfadema* hilang setelah gejala peradangan tidak ada, tetapi bila terjadi serangan berulang-ulang lama kelamaan pembengkakan

pada tungkai tidak hilang meskipun sudah tidak ada peradangan lagi. Hal ini dapat menimbulkan *elefantiasis* (Nugroho, 2008)

2.1.6.2 Japanese Encephalitis

Penyakit ini adalah *acute mosquito-borne flaviviral infection*, yang dapat mengenai CNS (*Central Nervous System*). *Japanese Encephalitis* (JE) atau dikenal juga dengan *Japanese B encephalitis* atau *Russian Autumn Encephalitis* ini pertama kali diisolasi dari jaringan otak pasien tahun 1924, saat wabah hebat melanda Jepang untuk pertama kalinya. *Japanese encephalitis* ini disebut juga *Summer encephalitis*, yaitu penyakit musim panas. Dan karena di negara tropis musim panas terjadi terus menerus sepanjang tahun, maka *Japanese encephalitis* menjadi penyakit endemik di daerah tropis (Soeharsono, 2002).

Masa inkubasi JE berkisar antara 6-16 hari. Gejala klinik dapat berupa demam, sakit kepala, kedinginan, nafsu makan turun, mual dan muntah. Pada anak-anak gejala yang menonjol adalah nyeri abdominal dan diare. Gejala ini diikuti dengan otot distensi, fotofobia, penurunan kesadaran, gerakan mata bergetar (*termulous*), kaki gemetar, parese dan inkoordinasi gerak (Soeharsono, 2002).

Di daerah endemik, JE umumnya menyerang anak umur 3-15 tahun. Hal ini dikarenakan orang dewasa di daerah endemik sudah mempunyai kekebalan alami, sedangkan anak-anak belum punya karena lebih sedikit terpapar nyamuk *Culex sp.* Selain usia, insiden JE lebih sering mengenai pria daripada wanita. Setelah manusia tergigit oleh nyamuk yang terinfeksi, virus akan bereplikasi dan masuk ke dalam pembuluh darah. Dengan mengikuti arah aliran pembuluh darah, virus dapat menembus *blood brain barrier*. Walaupun dalam jumlah yang

kecil, bila sudah menembus *blood brain barrier*, tetap akan merusak parenkim otak yang kemudian dapat menimbulkan *encephalitis* (Soeharsono, 2002).

2.1.6.3 Demam Chikungunya

Demam Chikungunya disebabkan oleh virus Chikungunya (CHIKV). CHIKV termasuk keluarga *Togaviridae*, Genus *alphavirus*. Penyebaran CHIKV dapat ditularkan melalui gigitan nyamuk. Kera dan beberapa binatang buas lainnya juga diduga dapat sebagai perantara (reservoir) penyakit ini. Masa inkubasi terjadinya Demam Chikungunya sekitar dua sampai empat hari, sementara manifestasinya timbul antara tiga sampai sepuluh hari. Gejala utama terkena penyakit Chikungunya adalah tiba-tiba tubuh terasa demam diikuti dengan linu di persendian. Bahkan, karena salah satu gejala yang khas adalah timbulnya rasa pegal-pegal, ngilu, juga timbul rasa sakit pada tulang-tulang, ada yang menamainya sebagai demam tulang atau flu tulang. Dalam beberapa kasus didapatkan juga penderita yang terinfeksi tanpa menimbulkan gejala sama sekali atau *silent virus chikungunya* (Judarwanto, 2006).

Virus Chikungunya akan berkembang biak di dalam tubuh manusia. Virus menyerang semua usia, baik anak-anak maupun dewasa di daerah endemis. Secara mendadak penderita akan mengalami demam tinggi selama lima hari, sehingga dikenal pula istilah demam lima hari. Pada anak kecil dimulai dengan demam mendadak, kulit kemerahan. Ruam-ruam merah muncul setelah 3-5 hari. Mata biasanya merah disertai tanda-tanda seperti flu. Sering dijumpai anak kejang demam. Gejala lain yang ditimbulkan adalah mual, muntah kadang disertai diare. Pada anak yang lebih besar, demam biasanya diikuti rasa sakit pada otot dan sendi, serta terjadi pembesaran kelenjar getah bening. Pada orang dewasa, gejala nyeri sendi dan otot sangat dominan dan sampai menimbulkan kelumpu-

han sementara karena rasa sakit bila berjalan. Kadang-kadang timbul rasa mual sampai muntah. Pada umumnya demam pada anak hanya berlangsung selama tiga hari dengan tanpa atau sedikit sekali dijumpai perdarahan maupun syok (Judarwanto, 2006).

Penyakit ini tidak sampai menyebabkan kematian. Nyeri pada persendian tidak akan menyebabkan kelumpuhan. Setelah lima hari demam akan mereda, rasa ngilu maupun nyeri pada persendian dan otot berkurang, dan penderitanya akan sembuh seperti semula. Penderita dalam beberapa waktu kemudian bisa menggerakkan tubuhnya seperti semula. Meskipun dalam beberapa kasus kadang rasa nyeri masih tertinggal selama berhari-hari sampai berbulan-bulan. Biasanya kondisi demikian terjadi pada penderita yang sebelumnya mempunyai riwayat sering nyeri tulang dan otot (Judarwanto, 2006).

2.1.7 Pengendalian Culex

Pada prinsipnya terdapat 4 macam cara untuk mengontrol nyamuk, yaitu (Ellis, 2004):

- Memberantas tempat pertumbuhan nyamuk dan jentik-jentiknya (*breeding place*), dengan cara pengelolaan dan modifikasi lingkungan pada tempat yang dijadikan perindukan nyamuk. Misalnya, saluran air harus selalu mengalir, dan tidak boleh terdapat genangan air di lingkungan sekitar rumah.
- Pengontrolan nyamuk secara biologis (*biological control*), dengan penebaran ikan pemakan jentik nyamuk ke dalam tempat perindukan nyamuk dengan menggunakan ikan kepala timah, ikan guppy, atau ikan nyamuk (*Gambusia affinis*) ataupun dengan tanaman penolak nyamuk.

- Pengontrolan nyamuk secara kimiawi (*chemical control*), dengan penggunaan Abate untuk membunuh jentik nyamuk atau dengan teknik pengasapan (*hot fogging*) atau pengabutan (*cold aerosol*) untuk nyamuk dewasa
- Pengontrolan nyamuk secara fisis (*physical control*), Yakni melakukan proteksi dengan memasang penghalang fisik pada semua akses masuk nyamuk ke dalam rumah. Misalnya, menggunakan kelambu pada saat tidur.

2.2 Insektisida

Sejak penemuan insektisida organik pada tahun 1940an, insektisida merupakan cara utama untuk mengontrol lalat. Khasiat insektisida untuk membunuh serangga sangat bergantung pada bentuk, cara masuk ke dalam badan serangga, macam bahan kimia, konsentrasi dan jumlah (dosis) insektisida. Di samping itu faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam upaya membunuh serangga dengan insektisida adalah mengetahui species serangga yang akan dikendalikan, ukurannya, susunan badannya, stadiumnya, sistem pernapasannya dan bentuk mulutnya. Juga penting mengetahui habitat dan perilaku serangga dewasa termasuk kebiasaan makannya (Nugraha, 2011).

Di samping itu faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam upaya membunuh serangga dengan insektisida adalah mengetahui species serangga yang akan dikendalikan, ukurannya, susunan badannya, stadiumnya, sistem pernapasannya dan bentuk mulutnya. Juga penting mengetahui habitat dan perilaku serangga dewasa termasuk kebiasaannya (Gandahusada dkk, 2003).

2.2.1 Klasifikasi Insektisida

2.2.1.1 Menurut Bentuknya

Menurut bentuknya, insektisida dapat berupa bahan padat, larutan, dan gas.

- Bahan padat :
 - serbuk (*dust*), berukuran 35-200 mikron dan tembus 20 mesh screen
 - granula (*granules*), berukuran sebesar butir-butir gula pasir dan tidak tembus 20 mesh screen
 - *pellets*, berukuran kira-kira 1 cm.
- Larutan :
 - aerosol dan *fog*, berukuran 0,1-50 mikron
 - kabut (*mist*), berukuran 50-100 mikron
 - semprotan (*spray*), berukuran 100-500 mikron.
- Gas :
 - asap (*fumes* dan *smokes*), berukuran 0,001-0,1 mikron;
 - uap (*vapours*), berukuran kurang dari 0,001 mikron(Nugroho, 2008)

2.2.1.2 Menurut Cara Masuknya

Menurut cara masuknya ke dalam badan serangga, insektisida dibagi dalam:

- Racun kontak (*contact poisons*)

Insektisida masuk melalui *eksoskeleton* ke dalam badan serangga dengan perantaraan *tarsus* (jari-jari kaki) pada waktu istirahat di permukaan yang mengandung residu insektisida. Pada umumnya dipakai untuk memberantas serangga yang mempunyai bentuk mulut tusuk isap.
- Racun perut (*stomach poisons*)

Insektisida masuk ke dalam badan serangga melalui mulut, jadi harus dimakan. Biasanya serangga yang diberantas dengan menggunakan insektisida ini mempunyai bentuk mulut untuk menggigit, lekat isap, kerat isap dan bentuk mengisap.

- Racun pernapasan (*fumigants*)

Insektisida masuk melalui sistem pernapasan (*spirakel*) dan juga melalui permukaan badan serangga. Insektisida ini dapat digunakan untuk memberantas semua jenis serangga tanpa harus memperhatikan bentuk mulutnya. Penggunaan insektisida ini harus hati-hati sekali terutama bila digunakan untuk pemberantasan serangga di ruang tertutup (Agustono, 2011).

2.2.1.3 Mekanisme Kerja

Klasifikasi Insektisida berdasarkan mekanisme kerjanya menurut IRAC :

- Penghambat *asetilkolinesterase*, contoh: *carbamates* dan *organophosphates*.
- *GABA-gated chloride channel antagonist*, contoh: *cyclodienes* dan *fiproles*.
- Modulator kanal sodium, contoh: *pyrethroids* dan *pyrethrins*.
- Modulator reseptor *asetilkolin*, contoh: *spinosyns*.
- *Juvenile hormone mimics*, contoh: *methoprene*, *hydroprene*, *fenoxy carb* dan *pyriproxifen*.
- *Fumigants*, contoh: *methyl bromide*, *aluminium phosphide* dan *sulfuryl fluoride*.
- *Selective feeding blocker*, contoh: *cryolite* dan *pymetrozine*.

- Penghambat pertumbuhan, contoh: *clofentezine*, *hexythiazox* dan *etoxazole*.
- Penghambat proses oksidasi fosforilasi (sehingga tidak terbentuk ATP), contoh: *diafenthiuron* dan *organotin miticides*.
- Penghambat kopling oksidasi fosforilasi, contoh: *chlorfenapyr*.
- Penghambat magnesium stimulated *ATPase*, contoh: *propargite*.
- Penghambat biosintesa *chitin*, contoh: *benzoylureas*.
- Penghambat biosintesa *Chitin type 1-Homopteran*, contoh: *buprofezin*.
- Penghambat biosintesa *Chitin type 2-Dipteran*, contoh: *cyromazine*.
- *Ecdysone agonist*, contoh: *tebufenazole*.
- *Octopaminergic agonist*, contoh: *amitraz*.
- Penghambat transport elektron site I, contoh: *hydromethydon* dan *dicofol*.
- Penghambat transport elektron site II, contoh: *rotenone*, *METI acaricides*.
- Penghambat kanal natrium, contoh: *indoxacarb*.

2.2.1.4 Asalnya

Berdasarkan asalnya, insektisida dapat dibagi menjadi beberapa golongan yaitu :

- Insektisida sintetik terdiri dari golongan organik klorin (*DDT*, *dieldrin*, *kloroden*, *BHC*, *linden*), golongan organik fosfor (*malathion*, *parathion*, *diazinon*, *fenitrothion*, *temefos*, *DDVP*, *diptereks*), golongan organik nitrogen (*dinitrofenol*), golongan sulfur (*karbamat*), dan golongan tiosianat (*letena*, *Tanit*) (Gandahusada dkk, 2003).
- Insektisida organik dari alam terdiri dari golongan insektisida berasal dari tumbuh-tumbuhan (*piretrum*, *rotenon*, *nikotin*, *sabadila*) dan golongan insektisida berasal dari bumi (minyak tanah, minyak solar, minyak pe-

lumas). Pengendalian secara kimia cukup menguntungkan yaitu dapat dilakukan dengan segera dan menekan populasi serangga dalam waktu singkat (Agustono, 2011).

2.2.2 Resistensi Insektisida

Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan insektisida adalah penggunaannya harus sebijaksana mungkin, karena selain masalah keamanan terhadap penggunaannya dan efek sampingnya, masih ada masalah lain yang mengganggu dalam pengendalian populasi nyamuk yaitu resistensi (Hadi, 2002). Resistensi adalah proses adaptasi dari nyamuk agar dapat bertahan dari pengaruh insektisida yang biasanya mematikan. Penyebab tersering adalah pemberian dosis yang sub letal sehingga sebagian nyamuk dapat menyesuaikan diri yang akhirnya sifat ini akan menurun kegenerasi selanjutnya (Hadi, 2002).

Mekanisme resistensi suatu serangga terhadap insektisida dapat dibagi menjadi 3 cara, yaitu :

- Peningkatan detoksifikasi insektisida karena bekerjanya enzim-enzim tertentu seperti enzim *dihidroklorinase* (terhadap DDT), enzim *mikrosomal oksidase* (terhadap *karbamat*, *organofosfat*, dan *piretroid*), *glutathion transferase* (terhadap *organofosfat*), *hidrolase* dan *esterase* (terhadap *organo fosfat*).
- Penurunan kepekaan tempat insektisida pada tubuh serangga seperti *asetilkolin esterase* (terhadap *organofosfat* dan *karbamat*), sistem syaraf seperti terhadap DDT dan *piretroid*.
- Penurunan laju insektisida melalui kulit atau integumentum seperti yang terjadi pada ketahanan terhadap kebanyakan insektisida.

Ketahanan serangga terhadap suatu jenis atau beberapa jenis insektisida disebabkan oleh lebih dari satu penyebab dan mekanisme ketahanan. Ada beberapa jenis serangga yang cepat membentuk populasi yang resisten tetapi ada yang lambat, ada juga jenis-jenis insektisida yang cepat menimbulkan reaksi ketahanan dari banyak jenis serangga (Untung, 2007).

2.2.3 Syarat Insektisida yang Baik

Tidak semua bahan bisa digunakan sebagai insektisida. Ada syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatu bahan sehingga bisa digunakan sebagai insektisida, antara lain:

1. Efektif yaitu memiliki daya bunuh hama yang tinggi
2. Aman bagi manusia terutama operator, juga hewan ternak dan komponen kehidupan lainnya
3. Ekonomis dan efisien (broad spectrum, spesifik, dan relatif tidak mahal)
4. Susunan kimia yang stabil dan tidak mudah terbakar
5. Tidak berwarna dan tidak berbau yang merangsang
6. Mudah didapat, mudah digunakan, dan mudah dicampur dengan bahan pelarutnya, (Tarumingkeng, 2001).

2.3 Lada Hitam (*Piper nigrum*)

Lada hitam atau merica adalah rempah-rempah berwujud biji-bijian yang dihasilkan oleh tumbuhan lada. Di luar negeri terdapat berbagai macam sebutan untuk lada hitam, namun yang paling umum adalah "pepper". "pepper" berasal dari bahasa sansekerta, diperoleh dari kata pippali yang ditujukan untuk *long pepper* (Katzer, 2006). Berikut nama-nama sebutan untuk lada hitam di berbagai negara, antara lain;

- Pepper

- Wuh Jiu (China-kanton), Hu Jiao (China-Mandarin)
- Biber, Papur (Kroasia)
- Peper (Belanda)
- Poivre (Perancis)
- Pfeffer (Jerman)
- Bors (Hungaria)
- Pepe (Italia)
- Paminta (Tagalog)
- Prik Thai (Thailand)
- Black Pepper (Amerika)
- Kushou, Kosho (Jepang) (Katzner, 2006)

2.3.1 Taksonomi dan Etimologi

Taksonomi dari lada hitam (*Piper nigrum*) adalah;

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Spermatophyta* (Tumbuhan biji)

Subdivisi : *Angiospermae* (Tumbuhan biji tertutup)

Kelas : *Dicotyledoneae* (Tumbuhan dikotil)

Ordo : *Monochlamydeae* (*Apetale*)

Famili : *Piperale*

Genus : *Piper*

Spesies : *Piper nigrum* L (Haggerty, 2003)

2.3.2 Sejarah Lada Hitam (*Piper nigrum*)

Lada hitam termasuk jenis rempah-rempah. Di antara keluarga rempah-rempah, lada hitam (*Piper nigrum*) atau *black pepper* adalah jenis rempah-rempah yang paling populer. Ditemukan pertama kali di Malabar, pantai barat

India bagian Selatan sekitar 2000 taun yang lalu. Sekarang lada banyak ditanam di wilayah Asia, terutama Malaysia dan Indonesia.

Lada termasuk salah satu jenis tanaman yang telah lama diusahakan. Dan hasilnya pun telah lama pula diperdagangkan. Semenjak tahun 372 SM, orang Yunani telah mengenal adanya dua jenis lada, yakni *Piper nigrum* (black pepper) dan *Piper longum* (long pepper). Pada tahun 1920 telah diadakan pula hubungan dagang lada antara Jawa dan Cina. Laju perdagangan lada di Indonesia ini menjadi lebih pesat lagi, setelah Colombus pada tahun 1492 bisa menemukan India Barat, di Kepulauan Timur yang banyak rempah-rempahnya. Dan kemudian disusul oleh Vasco da Gama yang menemukan jalan baru, lewat ujung Afrika pada tahun 1498.

Pada abad pertengahan, lada merupakan raja perdagangan dan merupakan rempah-rempah yang maha penting dan berharga pada waktu itu. Bahkan bagi kerajaan Genua dan Venesi, lada menjadi sumber kekayaan. Karena pada waktu itu lada dianggap sangat berharga sehingga pada abad XIV dan XV, di Jerman lada tersebut dipergunakan sebagai nilai tukar seperti halnya uang. Lada juga dipergunakan untuk membayar gaji pegawai, pajak dan lain sebagainya (Kanisius, 1980).

2.3.3 Morfologi Lada Hitam (*Piper nigrum*)

Tanaman ini berdiri sendiri dan panjangnya dapat mencapai 10 m akan tetapi biasanya tanaman lada yang sudah dewasa tidak di biarkan mencapai ketinggian yang lebih dari 10 m melainkan dibentuk atau dibuat dengan ketinggian 4-5 m (Kanisius, 1980)

Akar tanaman lada terdiri atas akar yang terdapat diatas permukaan tanah dan akar yang berada di dalam tanah. Akar lada yang tumbuh di atas per-

mukaan tanah disebut juga dengan akar panjat atau akar lekat karena fungsinya untuk melekatkan batang tanaman di tajar atau tiang kayu tempat melilit (memanjat) (Sutarno, 2005).

Dilihat dari bentuk dan susunan luar (morfologi), batang tanaman lada mempunyai karakteristik bentuk peralihan antara *Dicotyledonae* dan *Monocotyledonae*, yaitu jaringan pengangkut terletak dalam dua lingkaran pembuluh atau lebih. Tanaman yang masih relatif muda atau berumur sekitar satu tahun, memiliki batang yang panjangnya sekitar 1,5 meter dengan jumlah ruas sekitar 20 buah (Sutarno, 2005). Batang muda yang umumnya berwarna ungu kehijauan sampai hijau kecokelat-cokelatan dan memiliki banyak cabang yang tumbuh secara vertikal dan horizontal. Setiap cabangnya mempunyai ruas-ruas yang berukuran panjang antara 48-68 mm, tergantung varietasnya (Rukamana, 2003).

Daun lada bentuknya sederhana akan tetapi dapat bervariasi tergantung letak tumbuhnya, tunggal, bentuk bulat telur, ujungnya meruncing, bertangkai panjangnya 2-5 cm dan membentuk alur dibagian atasnya. Ukuran daun 8-20 x 4-12 cm, berurat 5-7 helai, warnanya hijau tua berkilau di bagian atas dan pucat di bagian bawah. Di bagian bawah ini nampak titik-titik kelenjar (Rismunandar, 1987).



Gambar 2.7 Bentuk daun tanaman lada (toptropical, 2006)

Buah lada merupakan produk utama dari budi daya tanaman ini. Buah lada berbentuk bulat dengan biji keras dan berkulit lunak. Saat masih muda, kulit buah lada berwarna hijau tua, kemudian berangsur-angsur menguning dan berwarna merah cerah jika sudah saatnya dipetik. Buah lada terdiri dari biji yang berkulit keras dengan diameter 3-4 mm dan dilindungi oleh daging buah yang tebalnya sekitar 2 cm. Pengolahan buah lada menjadi komoditas yang diperdagangkan sebagai lada hitam, buah lada tua yang masih utuh cukup dijemur sampai kering dan berwarna hitam. Sementara itu, jika ingin diperdagangkan sebagai lada putih, buah lada perlu dikupas dan biji-bijinya dikeringkan sampai berwarna putih (Sutarno, 2005).



Gambar 2.8 Buah lada hitam

2.3.4 Khasiat Buah Lada

Produk utama yang diperoleh dari tanaman lada dan memiliki nilai komersial adalah buah yang sudah tua dan masak. Buah yang dipanen ketika sudah tua diolah menjadi lada hitam, sedangkan buah yang dipanen saat masak diolah menjadi lada putih. Produk yang berupa lada hitam dan lada putih ini dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan (*multy function*). Secara garis besar, pemanfaatan lada dibedakan menjadi empat, yaitu sebagai bumbu masak, sebagai bahan

campuran obat-obatan, sebagai campuran pembuatan minuman kesehatan dan penghangat tubuh, serta sebagai bahan pembuatan parfum (Sarpian, 2003).

1. Bahan campuran bumbu masak

Ibu rumah tangga, restoran, rumah makan, ataupun pabrik mie instant menggunakan lada sebagai campuran bumbu. Dalam suatu masakan, misalnya soto, gulai, nasi goreng, mie rebus, rendang, dendeng, dan lain-lainnya. Lada tidak hanya berfungsi sebagai sumber rasa pedas, namun juga sebagai penyedap rasa dan aroma. Jika dibandingkan dengan cabai rawit yang juga memiliki rasa pedas, lada dapat memberikan rasa dan aroma yang jauh lebih istimewa dan lezat. Hal ini disebabkan karena lada mengandung zat resin, piperin, amidon, dan selulosa yang bersifat khas, yang tidak terdapat dalam cabai rawit (Sarpian, 2003).

2. Bahan campuran obat-obatan

Lada dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran dalam pembuatan obat-obatan tradisional maupun modern. Misalnya obat tradisional seperti jamu jawa sedangkan secara modern dapat berbentuk tablet maupun kapsul (Sarpian, 2003). Adapun beberapa khasiat lada antara lain sebagai berikut; sebagai stimulan pengeluaran keringat (*diaphoretic*), untuk mengeluarkan angin (*carminativ*), sebagai peluruh air kencing (*diuretic*), meningkatkan selera/nafsu makan, meningkatkan aktivitas kelenjar-kelenjar pencernaan, mempercepat pencernaan zat lemak. Bahkan banyak yang memanfaatkan bubuk lada dicampur dengan telur ayam setengah matang sebagai obat kuat dan meningkatkan vitalitas (Rismunanda, 1987). Lada dapat pula digunakan untuk membuat obat gosok (balsem) (Sarpian, 2003).

3. Bahan pembuatan minuman kesehatan

Masyarakat di negara-negara Eropa dan daerah kutub banyak memanfaatkan lada untuk membuat minuman kesehatan dan penguat tubuh, baik yang berupa minuman beralkohol maupun minuman tidak beralkohol. Minuman ini memiliki fungsi utama untuk menyegarkan dan menghangatkan tubuh, serta untuk menjaga agar suhu tubuh tetap normal, meskipun suhu udara kurang dari 0 C (Sarpian, 2003).

4. Bahan pembuatan parfum

Lada yang dapat dimanfaatkan untuk membuat parfum adalah lada hitam. Lada putih tidak dapat disuling untuk diambil minyaknya karena tidak memiliki kulit luar (epikarp) yang mengandung resin. Pada lada hitam, epikarp tersebut masih ada, bila disuling, resin akan keluar menjadi minyak lada yang beraroma merangsang dan eksklusif. Minyak lada digunakan sebagai bahan dasar (bibit) pembuatan parfum. Dalam pembuatan parfum, minyak ini dicampur dengan bahan-bahan lainnya, misal alkohol dan zat-zat lain yang diperlukan sehingga memenuhi syarat sebagai minyak wangi. Pada umumnya, parfum yang dibuat dari minyak lada dikenal sebagai produk yang mahal dan eksklusif, yang biasanya ditujukan untuk golongan masyarakat menengah ke atas (Sarpian, 2003).

2.4.5 Kandungan ekstrak Lada Hitam (*Piper nigrum*)

Ekstrak lada hitam yang dihasilkan dengan pelarut tertentu akan mengandung suatu senyawa yang disebut alkaloid. Alkaloid merupakan suatu molekul nitrogenous organic yang memiliki sifat pharmacological efek terhadap manusia serta hewan. Alkaloid merupakan senyawa yang mengandung nitrogen

biasanya merupakan derivat dari asam amino, rasanya pahit, berbentuk kristal putih. Selain itu senyawa alkaloid bersifat basah dan umumnya beraksi dengan asam membentuk garam yang larut dalam air. Alkaloid ditemukan dalam tumbuhan seperti kentang, lada, tomat, dan lain-lain, hewan seperti dalam kulit ikan, dan jamur.

Ekstrak biji lada mengandung beberapa senyawa alkaloid seperti *piperine*. Piperine adalah alkaloid alami yang ditemukan pada tanaman family *piperaceae* yaitu *Piper nigrum*, yang biasa disebut dengan *black pepper*. Zat piperine bertanggung jawab atas rasa biji lada. Buah lada mengandung 4-10% piperine. Melalui hidrolisa dengan zat asam atau alkali piperine mengurai menjadi piperine dan asam piperic, yang agak larut dalam air dan larut dalam alkohol. Dalam istilah kimia dinyatakan, bahwa piperine adalah piperidida dari asam piperic (Rismunandar, 2007). Piperine juga mempunyai efek antikarsinogen, antikonvulsan, dan antiinflamasi. Terdapat penelitian yang mengidentifikasi pengaruh antara *piperine* terhadap kematian sel-sel saraf otak, yang menghasilkan suatu kesimpulan bahwa *piperine* memiliki efek neurotoksik terhadap sel-sel saraf otak. Kematian sel-sel tersebut kemungkinan disebabkan melalui suatu mekanisme non apoptosis yang melibatkan membran lipid peroksida di radikal bebas (Ungchuen, 1998).

Oleoresin dari lada hitam pada umumnya mengandung senyawa-senyawa, antara lain; *piperine*, *chavicine*, *piperidies*. *Piperine* merupakan alkaloid yang mudah menguap dan hanya tersedia dalam jumlah kuantitas yang kecil. Diperkirakan sekitar 40% oleoresin dari lada hitam adalah *piperine*. Ekstrak *Piper nigrum*. Mengandung senyawa piperin yang akan masuk ke dalam tubuh nyamuk *Culex sp.* melalui spirakel, mulut dan kulit nyamuk. Piperin yang masuk melalui

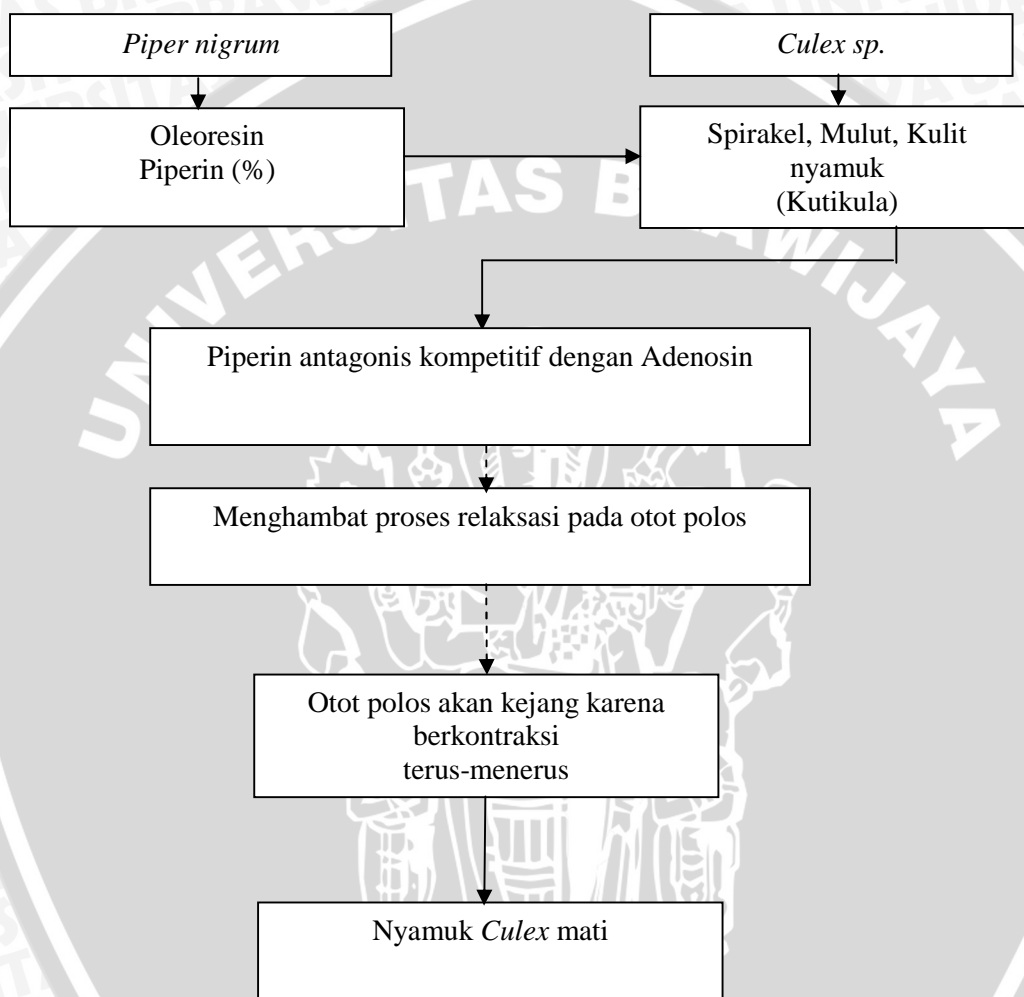
spirakel disalurkan ke trakea, lalu menuju ke trakeolus. Dari trakeolus piperin akan didistribusikan keseluruh jaringan tubuh dan organ-organ tubuh bagian dalam nyamuk *Culex sp.*. Pada normalnya adenosin berikatan dengan reseptor A_{2A} mengaktifasi G-Protein, G-protein menstimulasi *adenylyl cyclase*, terjadi peningkatan cAMP dan aktifasi protein kinase. Itu semua menstimulasi saluran K_{ATP} , mengakibatkan hyperpolarisasi otot polos yang berakibat terjadinya relaksasi. Di dalam sel mitokondria, piperin antagonis kompetitif dengan adenosin sehingga piperin mengambil alih receptor adenosin. Oleh karena itu fungsi reseptor adenosin terganggu, maka yang terjadi adalah hambatan proses relaksasi pada otot polos. Otot polos akan berkontraksi terus-menerus, sehingga terjadi kelelahan pada otot. Semua hal diatas mengakibatkan nyamuk *Culex sp.* akan mati (Richard, 2011).

Lada hitam juga mengandung zat yang jarang dijumpai pada buah umbi tanaman lainnya, yaitu alkaloid (piperine), eteris, resin. Buah lada hitam mengandung 4-10% *piperine*. Piperine merupakan sejenis alkaloida berbentuk kristal dan tidak larut dalam air. Piperine adalah zat yang dapat disamakan dengan nikotin, arecoline, conicine. Zat ini tidak berdampak negatif terhadap kesehatan bila dikonsumsi dalam jumlah yang tidak berlebihan. Eteris adalah sejenis minyak yang dapat memberikan aroma sedap dan rasa enak pada masakan, bila digunakan sebagai bumbu masakan. Resin adalah zat yang dapat memberikan aroma harum dan khas bila dipakai sebagai bumbu ataupun parfum (Sarpian, 2003).

BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

1.1 Kerangka Konsep



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

Keterangan:

- : Diteliti
- - - - -> : Berfungsi



Ekstrak *Piper nigrum*. Mengandung senyawa piperin yang akan masuk ke dalam tubuh nyamuk *Culex sp.* melalui spirakel, mulut dan kulit nyamuk *Culex sp.*. Piperin yang masuk melalui spirakel disalurkan ke trakea, lalu menuju ke trakeolus. Dari trakeolus piperin akan didistribusikan keseluruh jaringan tubuh dan organ-organ tubuh bagian dalam nyamuk *Culex sp.*. Pada normalnya adenosin berikatan dengan reseptor A_{2A} mengaktifasi G-Protein, G-protein menstimulasi *adenylyl cyclase*, terjadi peningkatan cAMP dan aktifasi protein kinase. Itu semua menstimulasi saluran K_{ATP} , mengakibatkan hyperpolarisasi otot polos yang berakibat terjadinya relaksasi. Di dalam sel mitokondria, piperin antagonis kompetitif dengan adenosin sehingga piperin mengambil alih receptor adenosin. Oleh karena itu fungsi reseptor adenosin terganggu, maka yang terjadi adalah hambatan proses relaksasi pada otot polos. Otot polos akan berkontraksi terus-menerus, sehingga terjadi kelelahan pada otot. Semua hal diatas mengakibatkan nyamuk *Culex sp.* akan mati (Richard, 2011).

3.2 Hipotesis Penelitian

Ekstrak lada hitam (*Piper nigrum*) memiliki efek insektisida terhadap nyamuk rumah (*Culex sp.*)

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratories dengan rancangan *true experimental-post test only control group design* yang bertujuan untuk mengetahui potensi insektisida ekstrak lada hitam (*piper nigrum*) terhadap nyamuk *Culex sp* dengan metode elektrik.

4.2 Subjek Penelitian

4.2.1 Populasi

Populasi penelitian ini adalah nyamuk dewasa *Culex sp.* yang memenuhi syarat seperti dibawah ini :

- Kriteria Inklusi
 1. Nyamuk *Culex* dewasa (masih hidup)
 2. Masih bergerak secara aktif dan terbang
- Kriteria Ekslusi
 1. Nyamuk *Culex* dewasa tidak bergerak aktif

4.2.2 Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah nyamuk *Culex sp* dewasa, yang di tangkap di taman Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya pada sore dan malam hari. Nyamuk *Culex sp.* Di tangkap dengan menggunakan umpan manusia (human bite) dan langsung di tangkap dengan menggunakan botol bekas air mineral. Dianggap nyamuk yang hinggap adalah nyamuk *Culex sp.* dewasa.

Percobaan pendahuluan ini meliputi 5 perlakuan dengan pengulangan minimal 4 kali dan penentuan konsentrasi bersifat trial and error (coba-coba) yaitu :

- Kontrol (-) : Tanpa pemberian ekstrak Lada hitam (gabus berisi aquades steril).
- Kontrol (+) : Tanpa pemberian ekstrak Lada hitam (gabus berisi d-aletin 78 mg/mat)
- Perlakuan I : Pemberian ekstrak Lada hitam a %
- Perlakuan II : Pemberian ekstrak Lada hitam b %
- Perlakuan III : Pemberian ekstrak Lada hitam c%

Rumus untuk estimasi banyaknya pengulangan yaitu:

$$P(n-1) = 16$$

$$P(n-1) = 16$$

$$5(n-1) = 16$$

$$5n - 5 = 16$$

$$5n = 21$$

$$n = 4,2 \sim 4 \quad (\text{Tjokronegoro, 2001}).$$

Keterangan: p: jumlah perlakuan yang dilakukan

n: jumlah pengulangan

Jadi dari hasil perhitungan didapatkan bahwa pengulangan yang dilakukan dalam penelitian ini minimal adalah 4 kali. Tiap perlakuan menggunakan 20 ekor nyamuk *Culex sp* dewasa. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak: $4 \times 5 \times 20 = 400$ ekor nyamuk *Culex*.

4.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang pada bulan Mei-Juli 2012.

4.4 Variabel Penelitian

Ada beberapa variabel dalam penelitian ini, yaitu:

- Variabel *independen* (variabel bebas) adalah konsentrasi ekstrak lada hitam (dalam % v/v). Akan digunakan tiga macam konsentrasi dalam penelitian ini. Konsentrasi ditentukan melalui penelitian pendahuluan.
- Variabel *dependen* penelitian ini adalah jumlah nyamuk *Culex sp* yang mati.

4.5 Bahan dan Alat Penelitian

4.5.1 Bahan Penelitian

1. Bahan-bahan untuk proses ekstraksi lada hitam, yaitu:
 - Lada hitam yang telah dikeringkan
 - Pelarut ekstrak (*etanol*)
 - Acetone
 - Aquades
2. Bahan untuk persiapan nyamuk dewasa *Culex sp* :
 - Air selokan
 - Botol aqua
3. Bahan untuk uji efek insektisida ekstrak lada hitam terhadap nyamuk dewasa *Culex sp*:
 - Ekstrak lada hitam
 - Nyamuk dewasa *Culex sp*

- Obat nyamuk electric
- Gabus obat nyamuk elektrik steril
- Aquades steril

4.5.2 Alat-alat Penelitian

1. Alat-alat untuk proses ekstraksi lada hitam, yaitu :

- Alat penggerus / blender
- Tabung untuk merendam lada hitam yang sudah digerus
- Satu set alat evaporasi
- Klem statis
- Selang plastik
- Waterbath
- Waterpump
- Bak penampung aquades
- Botol penampung hasil ekstraksi
- Oven
- Timbangan analitik
- Freezer / lemari es

2. Alat-alat untuk persiapan nyamuk dewasa *Culex sp* :

- Sangkar kaca (100 cm x 100 cm x 60 cm)
- Jaring serangga

3. Alat-alat untuk uji efek ekstrak lada hitam terhadap nyamuk dewasa *Culex*

sp:

- Sangkar kaca (100 cm x 100 cm x 60 cm)
- Alat pemanas obat nyamuk elektrik
- Timer

- Gelas Ukur
- Spet 6 ml / cc

4.6 Definisi Operasional

1. Serbuk lada hitam diperoleh dari laboratorium farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, ditimbang dan didapatkan berat kering 300 gram yang telah dikeringkan dengan menjemurnya dibawah sinar matahari selama 7 hari yang kemudian diekstraksi dengan menggunakan metode maserasi yang hasil akhirnya berupa larutan ekstrak lada hitam.
2. Nyamuk *Culex sp.* dewasa adalah nyamuk yang memiliki morfologi dan sifat seperti nyamuk *Culex sp* dewasa, dengan kriteria inklusi yaitu nyamuk hidup dan masih bergerak secara aktif, dan dengan kriteria eksklusi yaitu nyamuk sudah tidak bergerak aktif.
3. Potensi insektisida adalah rerata jumlah kematian nyamuk yang dihitung berdasarkan rumus presentase insektisida abbott (Komisi Pestisida Deptan, 1995)

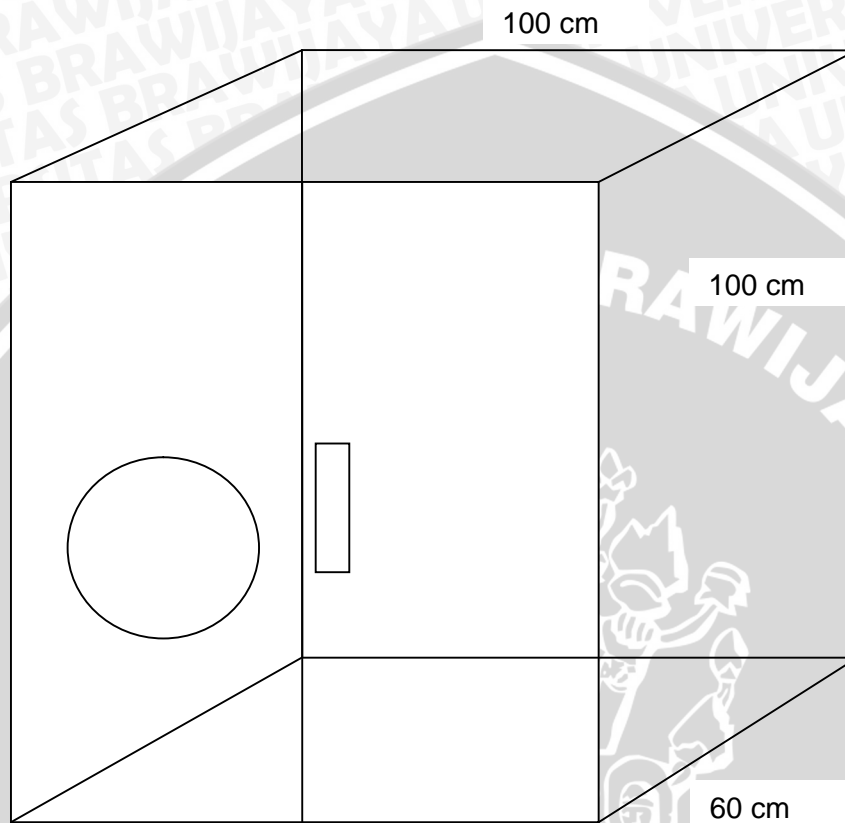
$$A_1 = \frac{A-B}{100-B} \times 100\%$$

Keterangan:

- A_1 = Prosentase kematian nyamuk setelah koreksi
 A = Prosentase jumlah nyamuk yang mati setelah perlakuan ekstrak lada hitam (*Piper nigrum*)
 B = Persentase jumlah nyamuk yang mati pada kontrol negatif

4. Digunakan pembanding sebagai kontrol negatif adalah air, kontrol positif adalah d-aletrin 78 mg/mat.
5. Kotak nyamuk yang digunakan berukuran 100x100x60 cm³ dimana pada ketiga sisinya ditutup oleh kaca dan pada sisi depan tertutup plastik hanya

saja terdapat sebuah pintu kecil yang terbuat dari kasa (untuk meletakkan alat elektrik).



6. Nyamuk mati: Bila dilakukan sentuhan / gangguan pada bagian *abdomen* atau bagian tubuh yang lainnya pada nyamuk dan tidak didapatkan pergerakan nyamuk *Culex sp* dewasa (WHO, 2006).
7. Cara pemberian obat nyamuk elektrik: alat dinyalakan kemudian dimasukkan ke dalam kandang terlebih dahulu. Setelah 15 menit, nyamuk dimasukkan ke dalam kandang. Perhitungan waktu dimulai saat nyamuk dimasukkan ke dalam kandang. Pemilihan interval waktu yaitu menit ke 60, 120, 180, 240, 300, 360, dan 1440.

4.7 Cara Kerja dan Pengumpulan Data

4.7.1 Pembuatan Ekstrak Lada Hitam

Proses ekstraksi serbuk lada hitam dilakukan dengan cara maserasi dengan pelarut etanol 96%. Adapun prosesnya sebagai berikut:

- Serbuk kering lada hitam (Piper nigrum) ditimbang dan didapatkan berat kering 300 gram
- Serbuk lada hitam yang telah kering kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass ukuran 1 liter untuk direndam dalam etanol
- Pelarut etanol dimasukkan ke dalam tabung tersebut sampai serbuk terendam pelarut etanol, didiamkan selama kurang lebih 1 minggu. Sebelumnya dikocok terlebih dahulu
- Hasilnya kemudian dievaporasi

Proses selanjutnya adalah proses evaporasi yang bertujuan memisahkan hasil ekstrak yang didapat dengan pelarut etanolnya. Adapun prosesnya adalah sebagai berikut:

- Evaporator dipasang pada tiang permanen agar dapat tergantung dengan kemiringan 30 – 40°, terhadap meja percobaan
- Hasil rendaman etanol dipindahkan ke labu pemisah ekstraksi
- Labu pemisah ekstraksi dihubungkan pada bagian bawah evaporator, pendingin spiral dihubungkan pada bagian atas evaporator, pendingin spiral dihubungkan dengan vakum melalui selang plastik, dan dihubungkan pula dengan *waterpump* juga melalui selang plastik
- *Waterpump* ditempatkan dalam bak yang berisi aquades, kemudian *water pump* dihubungkan dengan sumber listrik sehingga aquades akan mengalir memenuhi pendingin spiral (ditunggu hingga air mengalir rata)

- Satu set alat evaporasi diletakkan sedemikian rupa, sehingga sebagian labu pemisah ekstraksi terendam aquades pada *waterbath*
- Vakum dan *waterbath* dihubungkan dengan sumber listrik dan suhu *waterbath* dinaikkan sekitar 0-10°C (sesuai dengan titik didih etanol)
- Biarkan sirkulasi berjalan sehingga hasil evaporasi tersisa dalam labu pemisah ekstraksi selama kurang lebih 2 – 3 jam
- Dilanjutkan dengan pemanasan dalam oven dengan suhu 50 – 60 °C selama 1 – 2 hari
- Hasil akhir ekstrak lada hitam berupa minyak kental dan beraroma khas lada inilah yang akan digunakan dalam percobaan
- Hasil ekstrak ini ditimbang dengan timbangan analitik dan disimpan di dalam lemari es untuk memperlambat kerusakan.

4.7.2 Aklimatisasi

Aklimatisasi nyamuk dewasa selama 2 – 3 hari dengan kondisi laboratorium.

4.7.3 Pembuatan Konsentrasi Larutan Ekstrak

Satu persen adalah dosis dimana terdapat 1 ml zat terlarut dalam 99 ml larutan. Cairan pelarut ekstrak lada hitam yang digunakan adalah larutan aseton 1%. Larutan stok ekstrak lada hitam dibuat untuk mempermudah proses penyiapan larutan uji.

Larutan stok ekstrak lada hitam akan diencerkan dengan aseton 1 % sehingga didapatkan dosis yang diinginkan dengan menggunakan rumus pengenceran:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

Keterangan:

M_1 : Konsentrasi larutan stok ekstrak lada hitam

M_2 : Konsentrasi larutan ekstrak lada hitam yang diinginkan

V_1 : Volume larutan stok yang harus dilarutkan

V_2 : Volume larutan perlakuan yang diperlukan

Volume akhir larutan perlakuan yang diperlukan untuk setiap konsentrasi adalah 30 ml. Jadi, setelah diambil dari larutan stok kemudian ditambahkan dengan larutan aseton 1 % sampai mencapai volume 30 ml.

4.7.4 Persiapan Nyamuk *Culex sp*

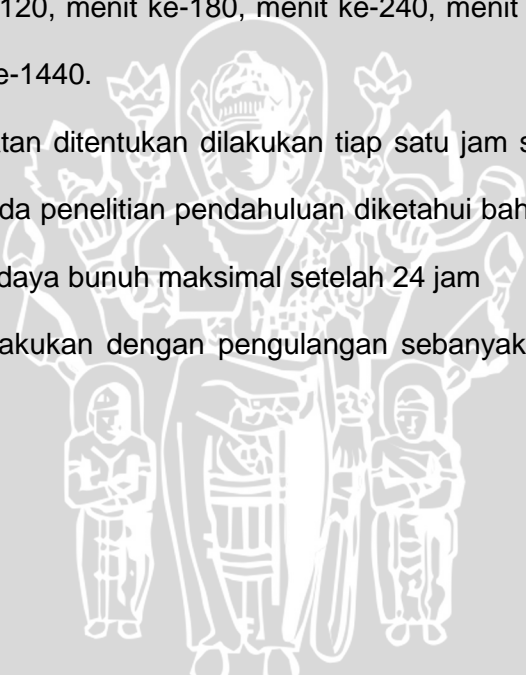
Nyamuk dewasa *Culex sp* dewasa, yang di tangkap di taman Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya pada sore dan malam hari. Nyamuk yang telah disiapkan diletakkan dalam sangkar kaca yang berukuran 100 cm x 100 cm x 60 cm. Nyamuk dewasa yang telah diidentifikasi sebelumnya diletakkan dalam sangkar kaca yang telah disediakan untuk kemudian digunakan sebagai sampel.

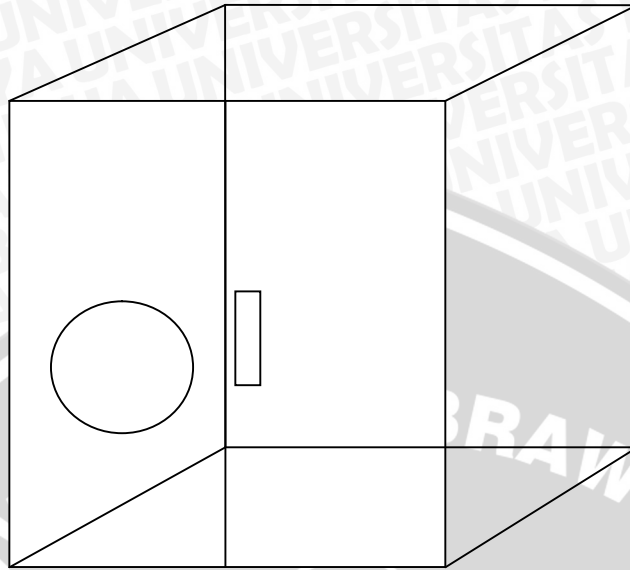
4.7.5 Prosedur Penelitian

1. Percobaan dilakukan dengan menggunakan 5 buah kotak plastik berbentuk bujur sangkar berukuran 100x100x60 cm³ yang diletakkan diruang penelitian laboratorium parasitologi lantai 1.
2. Siapkan larutan ekstrak lada hitam dengan konsentrasi a%; b%; c%, rendam gabus obat nyamuk elektrik yang sudah steril ke setiap larutan.
3. Siapkan gabus yang direndam aquades sebagai kontrol negatif dan gabus yang berisi d-aletin 78 mg/mat sebagai kontrol positif.
4. Masing-masing gabus dimasukkan ke dalam obat nyamuk elektrik, kemudian dimasukkan ke dalam masing-masing kandang lalu

dihubungkan dengan aliran listrik 220V sehingga indikator akan menyala tanda bahwa alat telah aktif.

- Kandang 1 menggunakan gabus berisi aquades (kontrol negatif)
 - Kandang 2 menggunakan gabus berisi d-aletin (kontrol positif)
 - Kandang 3 menggunakan gabus berisi ekstrak lada hitam a%
 - Kandang 4 menggunakan gabus berisi ekstrak lada hitam b%
 - Kandang 5 menggunakan gabus berisi ekstrak lada hitam c%
4. Jumlah nyamuk yang mati pada setiap perlakuan dihitung setelah menit ke-60, menit ke-120, menit ke-180, menit ke-240, menit ke-300, menit ke-360 dan menit ke-1440.
 5. Waktu pengamatan ditentukan dilakukan tiap satu jam sekali sampai jam ke 24 karena pada penelitian pendahuluan diketahui bahwa potensi insektisida mencapai daya bunuh maksimal setelah 24 jam
 6. Penelitian ini dilakukan dengan pengulangan sebanyak 4 kali untuk tiap perlakuan.

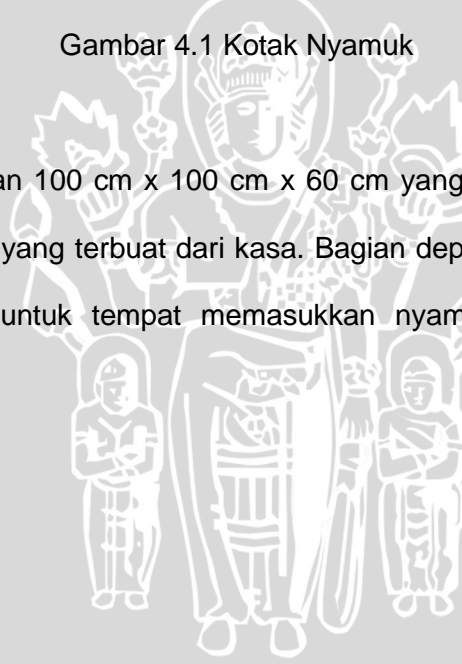




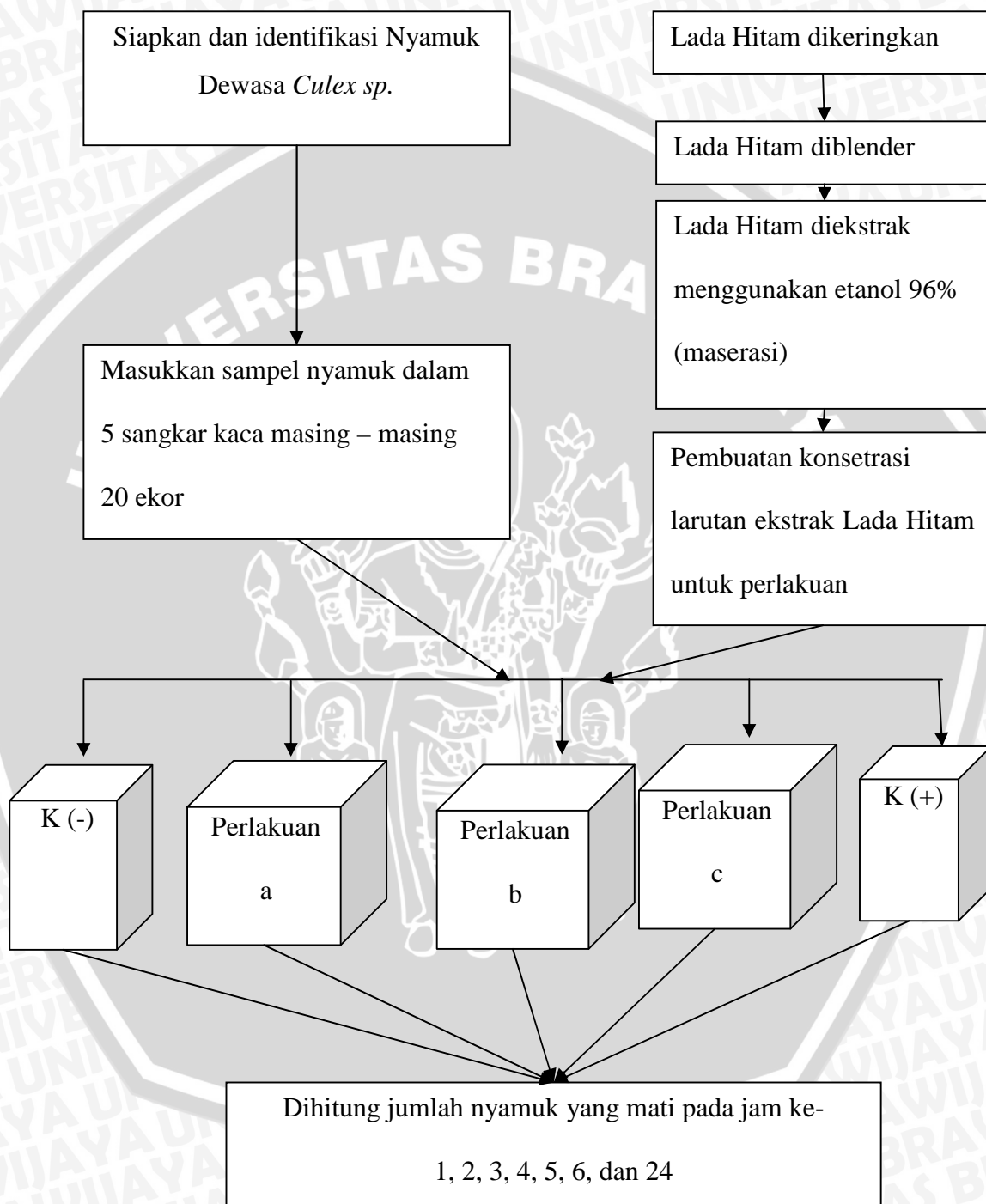
Gambar 4.1 Kotak Nyamuk

Keterangan :

Kotak berukuran 100 cm x 100 cm x 60 cm yang dibuat dengan rangka dari kayu dan dinding yang terbuat dari kasa. Bagian depan kanan diberi lubang yang bertutup kasa untuk tempat memasukkan nyamuk dan obat nyamuk elektrik.



4.7.6 Diagram Alur Penelitian



Gambar 4.1 Alur Penelitian

4.7.7 Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada menit ke-60, menit ke-120, menit ke-180, menit ke-240, menit ke-300, menit ke-360 dan menit ke-1440. Keadaan semua kelompok perlakuan diamati untuk mencari perubahan jumlah nyamuk yang mati. Jumlah nyamuk yang mati dihitung dan dimasukkan dalam tabel.

4.8 Pengumpulan dan Analisa Data

Data hasil yang telah diperoleh dari pengamatan dimasukkan dalam tabel dan diklasifikasikan menurut perlakuan, jumlah nyamuk yang mati, dan waktu pengulangan. Dari tabel tersebut, hasilnya akan dianalisis dan dimasukkan.

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan adalah jumlah nyamuk yang mati untuk setiap perlakuan setelah pengamatan jam. Data kematian nyamuk akan diolah dengan menggunakan formula *Abbot* menjadi data potensi insektisida yang disajikan dalam bentuk tabel. Analisis data yang digunakan adalah uji ANOVA dengan menggunakan program SPSS (*Statistical Product Service Solution*) Edisi 13. Sebelum dianalisis dalam One Way ANOVA dilakukan beberapa test sebagai syarat agar data dapat dianalisis dengan One Way ANOVA yaitu test of homogeneity of variance menunjukkan data memiliki varian yang homogen dan pada uji statistik Kolmogorov - Smirnov menunjukkan data memiliki distribusi yang normal. Syarat yang harus dipenuhi dalam menggunakan uji *anova* adalah sebagai berikut:

1. Skala pengukuran variabel: Skala pengukuran variabel harus variabel numerik
2. Sebaran data : sebaran data harus normal
3. Varians data :

- a. Kesamaan varians tidak menjadi syarat untuk uji kelompok yang berpasangan
- b. Kesamaan varians adalah syarat tidak mutlak untuk 2 kelompok tidak berpasangan artinya, varians data boleh sama boleh juga berbeda

Jika salah satu syarat tidak terpenuhi maka One Way ANOVA tidak dapat digunakan dan selanjutnya data dianalisis menggunakan uji beda non parametrik *Kruskal Wallis*. Dalam penelitian ini, besar interval kepercayaan yang dipakai adalah 95% atau pada tingkat signifikansi () = 0,05. Uji statistik korelasi bertujuan untuk menentukan kekuatan dan arah hubungan antara konsentrasi ekstrak Lada Hitam (*Piper nigrum*) terhadap jumlah kematian nyamuk *Culex sp.*



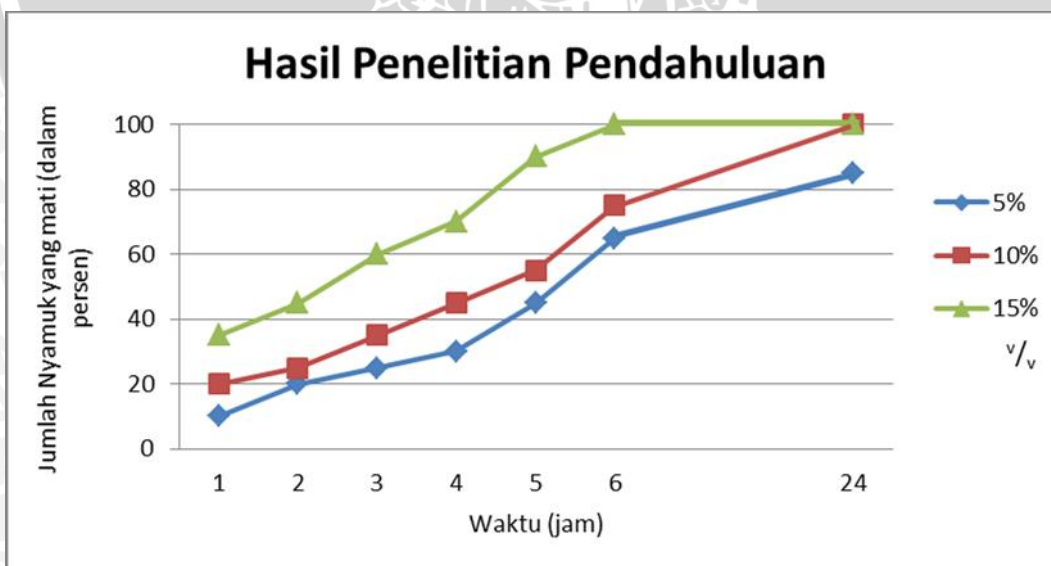
BAB 5
HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

5.1 Hasil Penelitian Pendahuluan

Sebelum dilakukan penelitian, maka dilakukan penelitian pendahuluan dengan menggunakan ekstrak lada hitam (*Piper nigrum*) dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% untuk mengetahui konsentrasi yang sesuai untuk membunuh nyamuk *Culex sp* dewasa selama 24 jam. Berikut adalah tabel hasil penelitian pendahuluan.

Tabel 5.1 Jumlah Nyamuk yang Mati Sesudah Diberi Perlakuan Ekstrak Lada Hitam dengan metode elektrik (Pada Penelitian Pendahuluan)

Konsentrasi (%v)	Jam ke-						
	1	2	3	4	5	6	24
5%	1	1	2	4	6	9	13
10%	2	3	3	5	8	12	20
15%	4	5	6	8	9	13	20



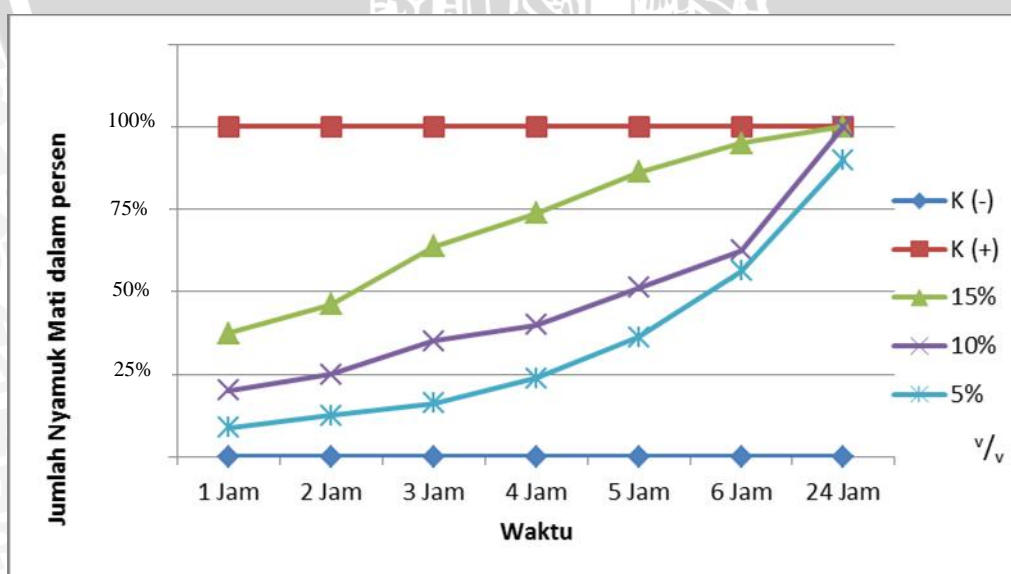
Gambar 5.1 Grafik jumlah nyamuk yang mati pada penelitian pendahuluan

5.2 Hasil Penelitian Lanjutan

Dalam penelitian uji potensi ekstrak lada hitam sebagai insektisida nyamuk *Culex sp.* Dewasa ini ada lima macam perlakuan yaitu perlakuan dengan menggunakan gabus yang berisi d-alterin 78 mg/mat sebagai kontrol positif, gabus yang berisi aquades sebagai kontrol negatif dan tiga konsentrasi ekstrak lada hitam yang berbeda. Berdasarkan penelitian pendahuluan, konsentrasi ekstrak lada hitam (*Piper nigrum*) yang dipakai adalah 5%, 10%, dan 15%. Berikut adalah tabel jumlah rerata nyamuk yang mati setelah diberi perlakuan ekstrak lada hitam dengan metode elektrik.

Tabel 5.2 Jumlah Rerata Nyamuk yang Mati Setelah Diberi Perlakuan Ekstrak Lada Hitam dengan metode elektrik

	1 Jam	2 Jam	3 Jam	4 Jam	5 Jam	6 Jam	24 Jam
K (-)	0 ± 0.000	0 ± 0.000	0 ± 0.000	0 ± 0.000	0 ± 0.000	0 ± 0.000	0 ± 0.000
K (+)	20 ± 0.000	20 ± 0.000	20 ± 0.000	20 ± 0.000	20 ± 0.000	20 ± 0.000	20 ± 0.000
15%	7.500 ± 0.500	9.250 ± 0.577	12.750 ± 0.500	14.75 ± 0.500	17.25 ± 2.630	19 ± 4.349	20.0 ± 0.000
10%	4.000 ± 2.449	5.000 ± 2.160	7.000 ± 3.367	8 ± 3.367	10.25 ± 2.754	12.5 ± 2.082	20.0 ± 0.000
5%	1.750 ± 3.317	2.500 ± 2.630	3.250 ± 2.500	4.75 ± 2.630	7.25 ± 1.708	11.25 ± 1.155	18.0 ± 0.000



Gambar 5.2 Jumlah Rerata Nyamuk yang Mati Setelah Diberi Perlakuan Ekstrak Lada Hitam

Penelitian ini bertujuan untuk melihat banyaknya nyamuk yang mati akibat diberi perlakuan. Perlakuan yang digunakan terdiri dari 2 macam yaitu konsentrasi ekstrak lada hitam dibandingkan dengan penyemprotan larutan malathion (K+) serta konsentrasi ekstrak Cabe Jawa dibandingkan dengan penyemprotan larutan akuades steril (K-). Konsentrasi lada hitam yang digunakan adalah 5%, 10%, dan 15% sehingga perlakuan yang digunakan untuk melihat lalat yang mati adalah K(+) atau K(-), konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Masing-masing perlakuan juga dikombinasikan dengan lama jam penelitian yaitu jam ke-1, jam ke-2, jam ke-3, jam ke-4, jam ke-5, jam ke-6 dan jam ke-24. Penelitian untuk melihat nyamuk yang mati akibat kombinasi perlakuan konsentrasi dengan lama jam penelitian ini diulang sebanyak 4 kali sehingga rancangan percobaan yang digunakan adalah ANOVA satu arah kombinasi perlakuan.

Sebelum dilakukan pengujian dengan menggunakan ANOVA, data yang diperoleh untuk setiap perlakuan dianalisa kehomogenan ragamnya dengan menggunakan uji *homogeneity of variance* (uji levene) dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang digunakan mempunyai ragam yang sama. Pada hasil pengujian menunjukkan nilai dari levene test sebesar 0,384 dengan nilai signifikansi sebesar 0,683 yang lebih besar dari alpha 0,05. oleh karena nilai $p > 0,05$, maka H_0 diterima dan dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan mempunyai ragam yang homogen. Selain uji kehomogenan ragam juga dilakukan pengujian normalitas data untuk mengetahui apakah data yang diuji mempunyai distribusi yang normal atau tidak dengan menggunakan uji *kolmogorof smirnof test*. Dari hasil pengujian normalitas pada Tabel 5.4 menunjukkan nilai dari *kolmogorof smirnof test* dengan nilai signifikansi (p)

sebesar 0,052. Oleh karena nilai $p > 0,05$, maka H_0 diterima dan dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan mempunyai distribusi yang tersebar dengan normal. Dengan demikian pengujian dengan menggunakan ANOVA dapat dilanjutkan karena kedua asumsi sudah terpenuhi.

Untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang bermakna antar perlakuan dan menguji apakah ada perbedaan yang bermakna antara perlakuan konsentrasi satu dengan konsentrasi yang lain, maka dilakukan analisis dengan menggunakan anova. Berdasarkan pada hasil analisis ANOVA pada lampiran didapatkan bahwa nilai F hitung pada jam ke-1 sebesar 5,841 dan $p=0.024$, nilai F hitung pada jam ke-2 sebesar 11,727 dan $p=0.003$, nilai F hitung pada jam ke-3 sebesar 15,407 dan $p=0.001$, nilai F hitung pada jam ke-4 sebesar 16,878 dan $p=0.001$, nilai F hitung pada jam ke-5 sebesar 18,144 dan $p=0.001$, nilai F hitung pada jam ke-6 sebesar 8,451 dan $p=0,009$, nilai F hitung pada jam ke-24 sebesar 2,667 dan $p=0,123$. sedangkan F tabel pada $df_1 = 2$; $df_2 = 9$ sebesar 4,256. Karena untuk pengamatan jam ke-1 sampai jam ke-6 mempunyai nilai $p < 0,05$ dan $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka tolak H_0 , yang berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan (lampiran 2) pada tingkat kepercayaan 5%. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah nyamuk yang mati dapat disebabkan oleh konsentrasi perlakuan pada ekstrak perlakuan. Namun untuk pengamatan jam 24 tidak memberikan nilai yang signifikan karena hasil pengamatan semua perlakuan untuk keempat ulangan hampir semua mati.

Untuk mengetahui perbedaan penyebab kematian, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan *tukey* dengan hasil pengujian pada tabel berikut

Tabel 5.3 Post-Hoc Test

Dependent Variable	(I) Konsentrasi	(J) Konsentrasi	Beda rerata	Sig.	Keterangan
1 Jam	5%	10%	-2.250	0.416	Tidak Berbeda Nyata
		15%	-5.750	0.020	Berbeda Nyata
	10%	5%	2.250	0.416	Tidak Berbeda Nyata
		15%	-3.500	0.153	Tidak Berbeda Nyata
		5%	5.750	0.020	Berbeda Nyata
2 Jam	5%	10%	3.500	0.153	Tidak Berbeda Nyata
		15%	-2.500	0.232	Tidak Berbeda Nyata
	10%	15%	-6.750	0.003	Berbeda Nyata
		5%	2.500	0.232	Tidak Berbeda Nyata
		15%	-4.250	0.035	Berbeda Nyata
3 Jam	5%	5%	6.750	0.003	Berbeda Nyata
		10%	4.250	0.035	Berbeda Nyata
	10%	5%	-3.750	0.129	Tidak Berbeda Nyata
		15%	-9.500	0.001	Berbeda Nyata
		5%	3.750	0.129	Tidak Berbeda Nyata
4 Jam	5%	15%	-5.750	0.021	Berbeda Nyata
		10%	9.500	0.001	Berbeda Nyata
	10%	5%	5.750	0.021	Berbeda Nyata
		15%	-3.250	0.208	Tidak Berbeda Nyata
		15%	-10.000	0.001	Berbeda Nyata
5 Jam	5%	10%	3.250	0.208	Tidak Berbeda Nyata
		15%	-6.750	0.010	Berbeda Nyata
	10%	5%	10.000	0.001	Berbeda Nyata
		15%	6.750	0.010	Berbeda Nyata
		5%	-3.000	0.236	Tidak Berbeda Nyata
6 Jam	5%	10%	-10.000	0.001	Berbeda Nyata
		15%	3.000	0.236	Tidak Berbeda Nyata
	10%	5%	-7.000	0.007	Berbeda Nyata
		15%	10.000	0.001	Berbeda Nyata
		5%	7.000	0.007	Berbeda Nyata
24 Jam	5%	10%	-1.250	0.814	Tidak Berbeda Nyata
		15%	-7.750	0.010	Berbeda Nyata
	10%	5%	1.250	0.814	Tidak Berbeda Nyata
		15%	-6.500	0.026	Berbeda Nyata
		5%	7.750	0.010	Berbeda Nyata
24 Jam	5%	10%	6.500	0.026	Berbeda Nyata
		15%	0.000	1.000	Tidak Berbeda Nyata
	10%	5%	-2.000	0.168	Tidak Berbeda Nyata
		15%	-2.000	0.168	Tidak Berbeda Nyata
		5%	2.000	0.168	Tidak Berbeda Nyata
24 Jam	15%	5%	2.000	0.168	Tidak Berbeda Nyata
		10%	0.000	1.000	Tidak Berbeda Nyata

Dari hasil uji post hoc dapat ditarik kesimpulan bahwa konsentrasi 5% berbeda secara nyata dengan konsentrasi 15% pada jam ke-1, 2, 3, 4, 5, dan 6. Namun konsentrasi 5% tidak berbeda secara nyata dengan konsentrasi 10% pada jam ke-1, 2, 3, 4, 5, dan 6. Konsentrasi 10% berbeda secara nyata dengan konsentrasi 15% pada jam ke-2, 3, 4, 5, dan 6. Tidak didapatkan perbedaan yang nyata pada jam ke-24 di semua variabel, hal ini disebabkan karena pada jam tersebut semua nyamuk sudah mati.

Analisis Regresi Linier Berganda

Analisis regresi ini digunakan untuk menghitung besarnya pengaruh antara variabel bebas yaitu Waktu (X_1), Konsentrasi (X_2), terhadap variabel terikat yaitu jumlah nyamuk yang mati (Y).

1. Persamaan Regresi Linier Berganda

Dengan menggunakan bantuan *SPSS for Windows ver 13.00* (Lampiran 2) didapat model regresi yang dapat dilihat pada lampiran. Dari hasil tersebut dapat dibuat persamaan berikut:

$$Y = -4,545 + 0,739 X_1 + 0,582 X_2$$

Dari persamaan di atas dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

- $a = -4,545$ artinya jumlah nyamuk yang mati rata – rata sebesar -4,545 satuan jika tidak ada variabel X_1 (Waktu) dan X_2 (Konsentrasi).
- $x_1 = 0,739$ artinya jumlah nyamuk yang mati akan meningkat sebesar 0,739 satuan untuk setiap tambahan satu satuan X_1 (Konsentrasi) dengan asumsi variabel yang lainnya konstan. Jadi apabila Konsentrasi mengalami peningkatan, maka jumlah nyamuk yang mati juga akan mengalami peningkatan.

- $x_2 = 0,582$ artinya jumlah nyamuk yang mati akan meningkat sebesar 0,582 satuan untuk setiap tambahan satu satuan X_2 (Waktu) dengan asumsi variabel yang lainnya konstan. Jadi apabila Waktu mengalami peningkatan, maka jumlah nyamuk yang mati juga akan mengalami peningkatan.

2. Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi digunakan untuk melihat kontribusi variabel bebas terhadap variabel terikat. Dari analisa perhitungan diperoleh nilai R^2 (koefisien determinasi) dan koefisien korelasi (R). Koefisien determinasi digunakan untuk menghitung besarnya pengaruh atau kontribusi variabel bebas yang terhadap variabel terikat. Hasil pengolahan data melalui program SPSS dapat dilihat pada lampiran.

Dari analisis yang tercantum dalam lempiran 2, diperoleh hasil R^2 (koefisien determinasi) sebesar 0,799. Artinya bahwa 79,9% variabel jumlah nyamuk yang mati akan dipengaruhi oleh variabel bebasnya, yaitu waktu dan konsentrasi. Sedangkan sisanya 20,1% variabel jumlah nyamuk yang mati akan dipengaruhi oleh variabel-variabel yang lain yang tidak dibahas dalam penelitian ini.

BAB 6

PEMBAHASAN

6.1 Pengaruh Pemberian Ekstrak Lada hitam pada *Culex sp*

Pada penelitian ini didapatkan seluruh nyamuk *Culex sp* yang diberi perlakuan menggunakan larutan ekstrak Lada hitam dengan metode elektrik mengalami kematian sejumlah 100% pada jam ke-24 pada konsentrasi 10% dan 15% dan kematian rerata sebesar 90% pada jam ke-24 pada konsentrasi 5%.

Dari hasil uji post hoc dapat ditarik kesimpulan bahwa konsentrasi 5% berbeda secara nyata dengan konsentrasi 15% pada jam ke-1, 2, 3, 4, 5, dan 6. Namun konsentrasi 5% tidak berbeda secara nyata dengan konsentrasi 10% pada jam ke-1, 2, 3, 4, 5, dan 6. Konsentrasi 10% berbeda secara nyata dengan konsentrasi 15% pada jam ke-2, 3, 4, 5, dan 6.

Hipotesis pada penelitian ini bahwa ekstrak Lada hitam (*Piper nigrum*) memiliki efek insektisida terhadap nyamuk rumah (*Culex sp*) terpenuhi. Hal ini dapat dilihat dari jumlah kematian nyamuk pada pemberian Ekstrak Lada hitam (*Piper nigrum*) dengan konsentrasi 10% dan konsentrasi 15% mencapai angka 100% pada jam ke-24. Pada penelitian didapatkan hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak Lada hitam (*Piper nigrum*) yang digunakan, semakin tinggi pula angka kematian nyamuk rumah (*Culex sp*). Serta didapatkan hasil bahwa semakin lama paparan ekstrak Lada hitam (*Piper nigrum*) terhadap nyamuk rumah (*Culex sp*), semakin tinggi pula angka kematian nyamuk rumah (*Culex sp*).

Metode ANOVA digunakan untuk menganalisa apakah ada perbedaan nyata jumlah kematian nyamuk *Culex sp* akibat adanya pemberian ekstrak lada hitam secara elektrik. Patokan yang digunakan adalah dengan melihat nilai signifikansi yang didapat dari perhitungan statistik. Jika nilai signifikansi yang diperoleh > 0.05 maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, sedangkan apabila nilai signifikansi < 0.05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hipotesis yang dirumuskan untuk pengujian ANOVA pada penelitian ini adalah :

- H_0 = Rerata hasil penelitian menunjukkan bahwa 4 macam perlakuan tidak menunjukkan adanya pengaruh perlakuan yang berbeda secara signifikan terhadap Kematian nyamuk
- H_1 = Terdapat pengaruh perlakuan yang menunjukkan perbedaan di antara variasi konsentrasi dengan ekstrak lada hitam dan kontrol yang diuji terhadap Kematian nyamuk

Dari hasil perhitungan dengan metode *One-Way* ANOVA untuk perlakuan pada setiap waktu pengamatan mulai menit ke-60, menit ke-120, menit ke-180, menit ke-240, menit ke-300, menit ke-360 dan menit ke-1440 didapatkan nilai p yang berkisar antara p (sig) = 0.001 sampai dengan p (sig) = 0.024 pada menit ke-60 sampai menit ke-360 dan p (sig) = 0.123 pada menit ke-1440. Oleh karena $p < 0.05$ pada menit ke-60 sampai menit ke-360; maka H_0 ditolak atau terdapat perbedaan diantara pemberian variasi konsentrasi ekstrak lada hitam. Dari Hipotesis alternatif yang diterima dapat disimpulkan bahwa terbukti secara meyakinkan ekstrak lada hitam memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kematian nyamuk.

Ekstrak Lada hitam (*Piper nigrum*) bersifat tidak toksik terhadap manusia. Salah satu kandungan Lada hitam (*Piper nigrum*) adalah piperin. Lada hitam

mengandung 4-6% piperine. Piperin di bidang industri pestisida digunakan sebagai insektisida, karena piperin diketahui lebih poten terhadap nyamuk dibanding piretrum, dalam hal ini 0,05% piperin dan 0,01% piretrum diketahui lebih poten dibanding 0,10% piretrum tunggal (Stecher, 1968).

Ekstrak *Piper nigrum*. Mengandung senyawa piperin yang akan masuk ke dalam tubuh nyamuk *Culex sp.* melalui spirakel, mulut dan kulit nyamuk *Culex sp.*. Piperin yang masuk melalui spirakel disalurkan ke trakea, lalu menuju ke trakeolus. Dari trakeolus piperin akan didistribusikan keseluruh jaringan tubuh dan organ-organ tubuh bagian dalam nyamuk *Culex sp.*. Pada normalnya adenosin berikatan dengan reseptor A_{2A} mengaktifasi G-Protein, G-protein menstimulasi *adenylyl cyclase*, terjadi peningkatan cAMP dan aktifasi protein kinase. Itu semua menstimulasi saluran K_{ATP} , mengakibatkan hyperpolarisasi otot polos yang berakibat terjadinya relaksasi (Richardd, 2011). Di dalam sel mitokondria, piperin antagonis kompetitif dengan adenosin sehingga piperin mengambil alih receptor adenosin. Oleh karena itu fungsi reseptor adenosin terganggu, maka yang terjadi adalah hambatan proses relaksasi pada otot polos. Otot polos akan berkontraksi terus-menerus, sehingga terjadi kelelahan pada otot. Semua hal diatas mengakibatkan nyamuk *Culex sp.* akan mati.

Syarat insektisida yang utama adalah efektif. Dalam penelitian ini, pemakaian ekstrak lada hitam sebagai insektisida dengan menggunakan metode elektrik telah terbukti efektif. Selain itu, syarat insektisida yang lain adalah dapat disimpan lama dan tidak mengurangi kualitas insektisida. ekstrak Lada hitam (*Piper nigrum*) memiliki syarat insektisida tersebut jika penyimpanan dilakukan dengan cara menutup dengan almunium foil dan diletakkan ditempat yang sejuk. Namun hal ini tentu masih kurang jika dibandingkan dengan kemudahan

menyimpan insektisida dengan bahan aktif d-alettrin yang dijual bebas dipasaran. Insektisida ini bias bertahan berbulan-bulan asalkan kemasan tidak dibuka dan disimpan pada suhu ruangan serta terhindar dari sinar matahari langsung. Hal ini penting karena bila tidak dapat disimpan lama dan kualitas insektisida berkurang maka dapat berpengaruh terhadap jumlah kematian nyamuk.

Perbedaan laju kematian dari setiap jenis insektisida pun dipengaruhi oleh perbedaan dosis dan persentase zat aktif insektisida. Disamping itu juga dipengaruhi oleh senyawa-senyawa sinergis dalam insektisida tersebut yang merupakan daya racun yang tinggi dan cara kerja yang cepat. Oleh karena itu, d-alettrin lebih efektif sebagai insektisida dibandingkan dengan ekstrak Lada hitam (*Piper nigrum*).

Maka dapat dibuat tabel kelebihan dan kekurangan Lada hitam dibanding d-alettrin dapat dilihat pada tabel 6.1

Tabel 6.1 Perbandingan insektisida

Syarat insektisida	d-alettrin	Ekstrak Lada hitam
Efektif	+	+
Ramah lingkungan	-	+
Mudah didapatkan	+	+
Dapat disimpan lama dan tidak mengurangi kualitas	+	-

Salah satu kelemahan dari pemakaian lada hitam sebagai sumber zat aktif adalah kemungkinan timbulnya bau yang kurang menyenangkan sebagai akibat penguapan zat-zat yang ada pada lada hitam. Aroma khas dari lada hitam akan memenuhi ruangan segera setelah alat obat nyamuk elektrik diaktifkan.

Bagi orang yang tidak suka aroma khas lada hitam, tentu hal ini akan mengganggu aktifitas mereka.

Kelemahan pada penelitian ini adalah Keterbatasan dalam penelitian ini adalah alat, bahan, dan biaya. Alat yang dimaksud adalah gabus serta kandang yang dapat mempengaruhi jumlah nyamuk yang mati. Sebagai contoh, jika proses pembersihan gabus yang kurang sempurna maka akan terdapat peningkatan jumlah nyamuk yang mati. Kondisi ventilasi kandang yang tidak sepenuhnya identik juga akan berdampak pada jumlah kematian nyamuk. Percobaan dilakukan pada kotak khusus yang terbuat dari kayu dengan dinding kasa yang berukuran $100 \times 100 \times 60 \text{ cm}^3$ dan pada salah satu sisinya terdapat lubang yang tertutup kasa sebagai tempat penyemprotan, sedangkan pada aplikasi di masyarakat nyamuk cenderung berada diruang terbuka. Dengan demikian, untuk bisa digunakan di lapangan/diaplikasikan pada kehidupan sehari-hari, perlu diadakan penelitian sejenis pada ruang terbuka. Bahan yang dimaksud adalah ekstrak lada hitam yang digunakan. Jika proses ekstraksi kurang sempurna, maka konsentrasi zat aktif yang terdapat dalam ekstrak tentu lebih sedikit. Hal ini akan berakibat pada penurunan potensi ekstrak tersebut. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut apakah ada pengaruh dari kualitas bahan segar sebelum diproses.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

7.1.1 Ekstrak Lada hitam (*Piper nigrum*) mempunyai efek insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak Lada hitam (*Piper nigrum*) maka semakin tinggi potensi insektisida.

7.1.2 Konsentrasi minimum ekstrak Lada hitam yang memiliki daya bunuh maksimum terhadap nyamuk rumah adalah konsentrasi 10%.

7.1.3 Semakin lama waktu kontak (paparan) insektisida dengan nyamuk *Culex sp.* dewasa maka semakin besar potensi ekstrak Lada hitam (*Piper nigrum*).

7.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah dikemukakan di atas, maka saran-saran yang dapat dikemukakan untuk penelitian yang akan datang adalah sebagai berikut:

- Dilakukan penelitian dengan metode lain seperti metode *fogging* ataupun metode *mosquito net*
- Konsentrasi ekstrak piperin yang minimal untuk mendapatkan daya bunuh maksimal dengan waktu paparan 24 jam adalah 10%.
- Pada penelitian yang akan datang, disarankan untuk mengamati potensi insektida ekstrak lada hitam pada ruangan terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustono, Hari Wahyu, 2011. Uji Potensi Air Perasan Buah Jeruk Nipis (*Citrus Aurantiifolia*.) Sebagai Insektisida Terhadap Nyamuk *Culex* sp. Dewasa Dengan Metode Elektrik. Skripsi. Malang: FKUB
- Aksi Agraris Kanisius, 1980. *Bercocok Tanam Lada*. Yogyakarta: Kanisius
- Baskoro AD, Sudjari, Rahajoe S, Poeranto S, Sardjono TW, Fitri LE dan Widayat M. 2005. *Parasitologi Arthropoda*. Malang : Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
- Brown H.W. dan Belding D.L. 1964. *Basic Clinical Parasitology* 2nd Ed. New York: Meredith Publishing Company. P.247-249.
- Ellis, Roy, 2004. *Municipal Mosquito Control Guidelines* (Online) http://www.bccdc.ca/NR/rdonlyres/2F7152D2-AB7F-4ED1-A48A-80DFFF97E151/0/WNV_MunicipalMosquitoControlGuidelines.pdf. Diakses 20 Maret 2012
- Gandahusada S, Ilahude H.D dan Pribadi W, 2006. *Parasitologi Kedokteran*, Edisi 3, Jakarta : FKUI
- Hadi KU, Soviana S. 2002. Ektoparasit: Pengenalan, Diagnosis dan Pengendaliannya. Bogor: Lab. Entomologi Bag. Parasitologi & Patologi. Fakultas Kedokteran Hewan IPB. Hal 22-25, 107-109.
- Haggerty, Adam, 2011. *Black Pepper – Piper Nigrum* (Online). http://bioweb.uwlax.edu/bio203/2011/haggerty_adam/taxonomy.html. diakses pada 18 Maret 2012.
- Herms, W.B. dan James, M.T., 1996. *Medical Entomology: Fifth Edition*. New York: The Macmillan Company.
- Harbach, Ralph, 2011. *Mosquito Taxonomic Inventory*. http://mosquito-taxonomic-inventory.info/sites/mosquito-taxonomic-inventory.info/files/Culex%20classification_9.pdf, diakses pada tanggal 9 Oktober 2012

Judarwanto, Widodo. 2006. Penatalaksanaan Demam Chikungunya, (Online), (<http://www.medicastore.com> , diakses 26 januari 2012).

Katzer, G., 2006. *Spices Pages Pepper*. (Online), http://www.uni-graz.at/~katzer/engl/Pipe_nig.html, diakses pada tanggal 20 Maret 2012.

McCafferty, W.P., 1998. Biological Note On Mosquito. (Online), (<http://www.mosquitoes.org/LifeCycle.html>, diakses pada tanggal 2 Februari 2012)

Nugraha, T. Yudha, Efektivitas Daya Knockdown time (Jatuh) Insektisida Alami Ekstrak Lada Hitam (*Piper nigrum*) Terhadap Lalat Rumah (*Musca domestica*). Skripsi. Malang: FKUB

Nugroho, Hari Adityo, 2008. Knockdown Time Dekok Daun The (*Camellia sinensis*) Sebagai Insektisida Nyamuk *Culex sp.* Dewasa Menggunakan Metode Semprotan. Skripsi. Malang: FKUB

Park I.K. et al., 2002. *Larvicidal Activity of Isobutylamides Identified in Piper nigrum Fruits Againsts*. (Online), <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/utils/lofref.fcgi?PrId=3001&uid=11902925&db=PubMed&url>, diakses pada tanggal 20 Januari 2012.

Richard E, Klabunde. 2011. *Chardiovascular Physiology Concept*. Athens: Ohio University.

Rismunandar, 1987. *Lada Budidaya dan Tata Niaganya*. Jakarta: Penebar Swadaya. Hal 1-25.

Sarpian, T., 2003. *Pedoman Berkebun Lada ada Analisis Usaha Tani*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius. Hal 15-19

Staf Pengajar Parasitologi. 2004. *Parasitologi Arthropoda*. Malang : Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Univesitas Brawijaya

Silver, John B., 2008. *Mosquito Ecology: Field Sampling Methods* (online). http://books.google.co.id/books?id=VM8MA4E_VT8C&printsec=frontcover&hl=id. Diakses tanggal 21Juni 2012. Pukul 22.30 WIB.

- Soeharsono. 2002. Zoonosis, Penyakit Menular Dari Hewan Ke Manusia. Kanisius. Yogyakarta Hal 96-99
- Sutarno dan Andoko A., 2005. *Budidaya Lada Si Raja Rempah-rempah*. Jakarta: Agro Media Pustaka. Hal 4-14.
- Stecher P.G. (Editor), 1968, *The Merc Index: an Encyclopedia of Chemicals and Drugs.*, Merck & Co, Inc, USA., P. 822-823
- Tarumingkeng, R.C. 2001. *Pestisida dan Penggunaannya*. (Online), [Http://tumoutu.net/TOX/PESTISIDA.htm](http://tumoutu.net/TOX/PESTISIDA.htm), diakses pada tanggal 20 Januari 2012.
- Tjokronegoro, A. S. 2001. *Metodologi Penelitian Bidang Kedokteran*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI. Hal 148 – 150.
- Unchen, S et al., 1988. *Death of Cerebellar Granule Neurons Induced by Piperine is Distinct from that Induced by Low Potassium Medium*. (Online), http://www.ncbi.nlm.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=Pubmed&list_uids=9482273&dopt=Abstract, diakses pada tanggal 28 Januari 2012.
- Untung, K 2007. *Manajemen Resistensi Pestisida Sebagai Penerapan Pengelolaan Hama Terpadu*. (Online), <http://kasumbogo.staff.ugm.ac.id/index.php?satoewarna=index&winoto=base&action=listmenu&skins=1&id=127&tk=2>, diakses pada tanggal 28 Januari 2012.
- WHO. 2006. *Guidelines for testing mosquitos Adulticides for Indoor Residual Spraying and Treatment of Mosquitos Nest* (Online), <http://wholibdoc.who.int/hq/2006/WHOCDSNTDWHOPESGCDPP2006.3eng.pdf>, diakses 12 Juni 2012.

Lampiran 1

Waktu	Konsentrasi	Ulangan				Total	Rata-rata
		1	2	3	4		
Jam ke-1	K(+)	20	20	20	20	80	20
	5%	1	2	2	2	7	1.750
	10%	2	2	7	5	16	4.000
	15%	5	5	12	8	30	7.500
	K(-)	0	0	0	0	0	0
Jam ke-2	K(+)	20	20	20	20	80	20
	5%	2	2	3	3	10	2.500
	10%	4	3	8	5	20	5.000
	15%	8	7	13	9	37	9.250
	K(-)	0	0	0	0	0	0
Jam ke-3	K(+)	20	20	20	20	80	20
	5%	3	3	3	4	13	3.250
	10%	5	5	12	6	28	7.000
	15%	10	13	16	12	51	12.750
	K(-)	0	0	0	0	0	0
Jam ke-4	K(+)	20	20	20	20	80	20
	5%	4	5	5	5	19	4.750
	10%	6	6	13	7	32	8.000
	15%	11	17	16	15	59	14.750
	K(-)	0	0	0	0	0	0
Jam ke-5	K(+)	20	20	20	20	80	20
	5%	5	10	5	9	29	7.250
	10%	12	7	13	9	41	10.250
	15%	15	19	17	18	69	17.250
	K(-)	0	0	0	0	0	0
Jam ke-6	K(+)	20	20	20	20	80	20
	5%	5	12	15	13	45	11.250
	10%	15	10	13	12	50	12.500
	15%	18	20	18	20	76	19.000
	K(-)	0	0	0	0	0	0
Jam ke-24	K(+)	20	20	20	20	80	20
	5%	17	15	20	20	72	18.000
	10%	20	20	20	20	20	20.000
	15%	20	20	20	20	20	20.000
	K(-)	0	0	0	0	0	0



Lampiran 2

Test of Homogeneity of Variances

Jumlah Nyamuk mati

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.384	2	81	.683

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Jumlah Nyamuk mati
N		84
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	10.2857
	Std. Deviation	6.22775
Most Extreme Differences	Absolute	.147
	Positive	.147
	Negative	-.086
Kolmogorov-Smirnov Z		1.349
Asymp. Sig. (2-tailed)		.052

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Jam	Between Groups	67.167	2	33.583	5.841	.024
	Within Groups	51.750	9	5.750		
	Total	118.917	11			
2 Jam	Between Groups	93.167	2	46.583	11.727	.003
	Within Groups	35.750	9	3.972		
	Total	128.917	11			
3 Jam	Between Groups	183.167	2	91.583	15.407	.001
	Within Groups	53.500	9	5.944		
	Total	236.667	11			
4 Jam	Between Groups	208.167	2	104.083	16.878	.001
	Within Groups	55.500	9	6.167		
	Total	263.667	11			
5 Jam	Between Groups	210.667	2	105.333	18.144	.001
	Within Groups	52.250	9	5.806		
	Total	262.917	11			
6 Jam	Between Groups	138.500	2	69.250	8.451	.009
	Within Groups	73.750	9	8.194		
	Total	212.250	11			
24 Jam	Between Groups	10.667	2	5.333	2.667	.123
	Within Groups	18.000	9	2.000		
	Total	28.667	11			



Analisis Regresi dengan SPSS for Windows ver 13.00

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-4.545	2.417		-1.881	.076
	Konsentrasi	.739	.152	.516	4.879	.000
	Waktu	.582	.084	.730	6.911	.000

a. Dependent Variable: Jumlah Nyamuk mati

Koefisien Determinasi

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.894 ^a	.799	.777	2.83449

a. Predictors: (Constant), Waktu, Konsentrasi



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vianggara Surya Harvianta
NIM : 0810710109
Program Studi : Program Studi Kedokteran Umum

Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir yang saya tulis ini benar-benar hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya aku sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila di kemudian hari dapat dibuktikan bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 3 September 2012

Yang membuat Pernyataan,

Vianggara Surya Harvianta
NIM. 0810710109