

**UJI POTENSI LARUTAN DAUN MIMBA (*Azadirachta Indica*) SEBAGAI INSEKTISIDA
TERHADAP NYAMUK *Culex sp.* DEWASA
DENGAN METODE ELEKTRIK**

TUGAS AKHIR

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



Oleh :
Yosafat Starlet Hasan Airlangga
NIM : 0910714057

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
UJI POTENSI LARUTAN DAUN MIMBA (*Azadirachta Indica*)
SEBAGAI INSEKTISIDA TERHADAP NYAMUK *Culex sp.* DEWASA
DENGAN METODE ELEKTRIK

Oleh :

Yosafat Starlet Hasan Airlangga

NIM : 0910714057

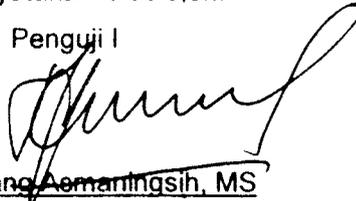
Telah diuji pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 1 juli 2015

dan dinyatakan lulus oleh:

Penguji I



dr. Endang Aemaningsih, MS

NIP. 080943206

Pembimbing I/Penguji II



dr. Sudjari, DTM&H.M.Si.SpPark

NIP. 19510421 198002 1003

Pembimbing II/Penguji III

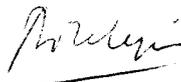


dr. Soemardini, MPd

NIK. 110446417

Mengetahui:

Ketua Jurusan Kedokteran



Prof. Dr. dr. Teguh Wahyu S., DTM&H., MSc., Sp.Park(K)

NIP. 19520410198002100

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Uji Potensi Larutan Daun Mimba (*Azadirachta Indica*) sebagai Insektisida terhadap Nyamuk *Culex Sp.* Dewasa dengan Metode Elektrik”.

Dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Yth. Dr. dr. Sri Andarini, MS., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya yang telah memberi motivasi dan kesempatan kepada penulis,
2. Yth. Prof. Dr. dr. Teguh Wahyu S., DTM&H., MSc., Sp.Park(K) selaku Ketua Jurusan Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya yang telah memberi motivasi dan kesempatan kepada penulis,
3. Yth. dr. Endang Asmaningsih, MS. selaku penguji I yang telah memberi koreksi, pengarahan dan saran kepada penulis,
4. Yth. dr. Sudjari, DTM&H., MSi., SpParK., selaku dosen pembimbing pertama yang telah membimbing penulis dengan teliti dan penuh kesabaran,
5. Yth. dr. Soemardini, MPd. selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing penulis dengan teliti dan memberi semangat,
6. Yth. segenap anggota Tim Pengelola Tugas Akhir FK UB dan Dr. Dra. Sri Winarsih, Apt, MSi.,
7. Yth. pak Budi dan mbak Icha serta segenap staf Laboratorium Parasitologi FK UB yang telah banyak membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian ini.
8. Keluargaku tercinta, ayah Subur Prajitno, ibu Lilik Djuari, kakak Cempaka, kakak Seroja, kakak Indah, kakak Lisa, oma Winiati, oma Tianawati dan opa

Lukas Djuari yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini,

9. Sahabat-sahabatku, Ivan Bagus, Rama, Nathan, Stevanus Gunawan, Thomas Prasetyo, Pak Budi dan Agustina yang telah memberikan dukungan dan bantuan serta pemberian semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini,
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna dan penulis menerima segala kritik serta saran demi lebih sempurnanya Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi masyarakat, bagi penulis dan bagi ilmu pengetahuan.

Malang, 1 Juli 2015

Penulis



ABSTRAK

Yosafat, 2015. Uji Potensi larutan daun Mimba (*Azadirachta Indica*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik. Tugas Akhir Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Pembimbing : (1) dr. Sudjari, DTM&H., MSi., SpPark. (2) dr. Soemardini, MPd.

Pengendalian populasi nyamuk *Culex sp.* yang efektif adalah memberantas nyamuk dewasa di dalam rumah pada malam hari dengan menggunakan insektisida, namun dalam skala nasional mempunyai resiko menimbulkan dampak negatif. Konferensi internasional menempatkan tanaman Mimba (*Azadirachata indica*) sebagai bahan pestisida nabati. Tujuan penelitian adalah mengetahui potensi larutan daun Mimba sebagai insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan *true experimental-post test only control group design*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang bulan Maret - April 2015 dengan mengamati data potensi insektisida larutan daun Mimba berkadar 20%, 25%, 30% pada lama paparan pada jam ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, ke-5, ke-6, serta ke-24. Hasil penelitian dianalisis menggunakan uji *One Way ANOVA* dan uji *Brown-Forsythe* didapatkan hasil adanya perbedaan yang bermakna potensi larutan daun Mimba pada kadar 20%, 25% dan 30% pada lama paparan jam ke-2, ke-3, ke-4, ke-5, ke-6, serta ke-24 ($p < 0,05$). Dengan uji regresi *linear* berganda didapatkan hasil adanya pengaruh yang bermakna antara lama paparan dan kadar terhadap potensi insektisida larutan daun Mimba ($p < 0,05$). Kesimpulan hasil penelitian adalah larutan daun Mimba mempunyai potensi sebagai insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik.

Kata Kunci: *Azadirachta indica*, *Culex sp.*, Insektisida, Metode elektrik.

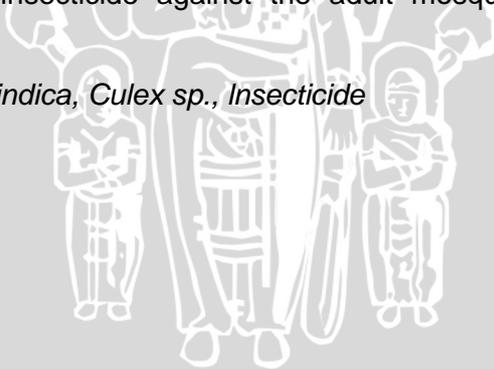


ABSTRACT

Yosafat, 2015. Potential test solution of Neem leaves (*Azadirachta indica*) as an insecticide against the adult mosquito *Culex* sp. with electrically method. Final Task, Education Program of Medical Education of Faculty of Medicine, University of Brawijaya. Supervisor : (1) dr. Sudjari, DTM&H., MSi., SpParK. (2) dr. Soemardini, MPd.

Population control of the adult mosquito *Culex* sp. is effective to eradicate mosquitoes in house at night by using of insecticides, on a national scale have a risk of negative impact. The international conference put Neem plant (*Azadirachata indica*) as a botanical pesticide. The research objective is to determine the potential solution of Neem leaves as an insecticide against the mosquito *Culex* sp. adults with electrical methods. This is an experimental research laboratory design with true-post test only control group design. The research was conducted at the Laboratory of Parasitology, Faculty of Medicine, University of Brawijaya March - April 2015 by observing the data of potential insecticide at level of 20%, 25%, 30% on the exposure at 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th, 6th, and 24th hours. Results of the research were analyzed using One Way ANOVA and Brown-Forsythe test showed significant differences of potential as insecticide at level of 20%, 25% and 30% on exposure at 2nd, 3rd, 4th, 5th, 6th, and 24th hours ($p < 0.05$). With multiple linear regression test showed the significant correlation between the levels and exposure to the potential as insecticide ($p < 0.05$). Conclusion of this research is the solution of Neem leaves have potential as an insecticide against the adult mosquito *Culex* sp. with electrical methods.

Keyword: *Azadirachta indica*, *Culex* sp., Insecticide



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Abstrak	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti	4
1.4.2 Manfaat Bagi Lembaga	4
1.4.3 Manfaat Bagi Masyarakat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Culex sp.	5
2.1.1 Taksonomi Culex sp	6
2.1.2 Morfologi Culex sp.	6
2.1.2.1 Telur Culex sp.	7
2.1.2.2 Larva Culex sp.	8
2.1.2.3 Pupa Culex sp.	9

2.1.3 Siklus Hidup Culex sp.....	10
2.1.4 Tempat Perindukan Larva	12
2.1.5 Sifat Nyamuk Culex sp.	12
2.2 Kepentingan Medis	13
2.2.1 Japanese Encephalitis	13
2.2.2 Filariasis	14
2.2.3 Demam Chikungunya	15
2.3 Pengendalian Vektor	17
2.4 Insektisida	19
2.4.1 Klasifikasi Insektisida	20
2.4.1.1 Menurut Bentuknya	20
2.4.1.2 Menurut Cara Masuknya	21
2.4.1.3 Menurut Macam Bahan Kimia	22
2.4.2 Resistensi Serangga Terhadap Insektisida	22
2.5 Tanaman Mimba (<i>Azadiractha Indica</i>)	24
2.5.1 Tanaman Mimba (<i>Azadiractha Indica</i>) Dalam Berbagai Bahasa ..	24
2.5.2 Taksonomi	24
2.5.3 Distribusi Dan Penyebaran	25
2.5.4 Morfologi Tanaman Mimba	26
2.5.5 Kandungan Kimia Daun Mimba	27
2.5.5.1. <i>Azadirachtin</i>	27
2.5.5.2. Salanin	29
2.5.5.2. Saponin	30
2.5.6 Manfaat	31
2.6 Perangkat Obat Nyamuk Elektrik	32

BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN	33
3.1 Kerangka Konsep	33
3.2 Hipotesa Penelitian	34
BAB 4 METODE PENELITIAN	35
4.1 Desain Penelitian	35
4.2 Populasi Dan Sampel	35
4.2.1 Populasi	35
4.2.2 Sampel	35
4.2.3 Estimasi Besar Sampel	36
4.3 Tempat dan Waktu Penelitian	37
4.4 Variabel Penelitian	37
4.5 Bahan dan Alat Penelitian	37
4.6 Definisi Operasional	39
4.7 Cara Kerja dan Pengumpulan Data	40
4.7.1 Penyiapan Daun Mimba.....	40
4.7.2 Pembuatan Larutan Stok Daun Mimba	40
4.7.3 Pembuatan Larutan Uji Potensi Insektisida Daun Mimba	41
4.7.4 Aklimatisasi	42
4.7.5 Persiapan Nyamuk Culex sp. dewasa	42
4.7.6 Uji Potensi Insektisida	43
4.7.7 Alur Penelitian.....	45
4.7.8 Pengamatan	45
4.7.9 Pengumpulan Data	46
4.7.10 Analisis Data.....	46

BAB 5 HASIL PENELITIAN	51
5.1 Hasil Penelitian	51
5.2 Analisis Data	56
5.2.1 Interpretasi Hasil Analisis Penelitian	56
5.2.1.1 Uji normalitas distribusi data dengan menggunakan uji statistik <i>Kolmogorov-Smirnov 1 sampel</i>	56
5.2.1.2 Uji homogenitas dengan menggunakan <i>Levene test for homogeneity of variance</i>	57
5.2.1.3 Uji statistik <i>One Way ANOVA</i> Sampel Independen dan Brown Forsythe	58
5.2.1.4 Post-hoc test dengan menggunakan Tukey HSD test dan uji Games- Howell	59
5.2.1.5 Uji parametrik regresi linear berganda	61
BAB 6 PEMBAHASAN	64
6.1 Uji Potensi Larutan Daun Mimba (<i>Azadirachta Indica</i>) sebagai Insektisida terhadap Nyamuk <i>Culex sp.</i> Dewasa dengan Metode Elektrik	64
6.2 Manfaat penelitian Daun Mimba (<i>Azadirachta Indica</i>) sebagai Insektisida terhadap Nyamuk <i>Culex sp.</i> Dewasa	67
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	69
7.1 Kesimpulan	69
7.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	70
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	73
LAMPIRAN	74

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perlakuan pada sampel	36
Tabel 4.2 Hasil Penelitian pendahuluan 27 Maret 2015	42
Tabel 4.3 Kotak Kasa dan Perlakuan	43
Tabel 4.4 Jumlah Kumulatif nyamuk yang hidup	46
Tabel 4.5 Rerata Jumlah nyamuk yang hidup dalam 4 pengulangan	46
Tabel 4.6 persentase potensi insektisida <i>Abbot</i>	47
Tabel 5.1 Jumlah nyamuk yang mati dengan pengulangan 4 kali	52
Tabel 5.2 Rerata jumlah nyamuk yang mati dengan pengulangan 4 kali	52
Tabel 5.3 Persentase jumlah nyamuk yang mati (dalam %)	53
Tabel 5.4 Rerata persentase jumlah nyamuk yang mati (dalam %)	53
Tabel 5.5 Persentase potensi insektisida <i>Abbot</i> (dalam %).....	54
Tabel 5.6 Rerata Persentase Potensi Insektisida <i>Abbot</i> (dalam %)	54
Tabel 5.7 Nilai p uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> 1 sampel data potensi insektisida larutan daun Mimba	56
Tabel 5.8 Nilai p <i>Levene test for homogeneity of variance</i> data potensi insektisida larutan daun Mimba	57
Tabel 5.9 Nilai p <i>One Way ANOVA</i> data potensi insektisida larutan daun Mimba antar kadar 20 %, 25 % dan 30 %	58
Tabel 5.10 Nilai p uji <i>Brown-Forsythe</i> data potensi insektisida larutan daun Mimba antar kadar 20 %, 25 % dan 30 %	59
Tabel 5.11 Hasil uji <i>Tukey HSD test</i> dan uji <i>Games-Howell</i> data potensi insektisida larutan daun Mimba	60
Tabel 5.12 Hasil uji regresi linear berganda data potensi insektisida larutan daun Mimba	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Morfologi <i>Culex sp.</i>	7
Gambar 2.2 Telur <i>Culex sp.</i>	8
Gambar 2.3 Larva <i>Culex sp.</i>	9
Gambar 2.4 Pupa <i>Culex sp.</i>	10
Gambar 2.5 Siklus Hidup <i>Culex sp.</i>	12
Gambar 2.6 Daun Mimba	25
Gambar 2.7 Tanaman Mimba	26
Gambar 2.8 Struktur Molekul Azadirachtin	28
Gambar 2.9 Struktur Molekul Saponin	30
Gambar 2.10 Obat Nyamuk Elektrik	32
Gambar 3.1 Kerangka Konsep.....	33
Gambar 4.1 Kotak Kasa	44
Gambar 4.2 Skema Alur Penelitian	45
Gambar 4.3 Skema Pengolahan Data	50
Gambar 5.1 Grafik rata-rata potensi insektisida larutan daun Mimba	55

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nyamuk genus *Culex sp.* merupakan golongan serangga penular (vektor). Nyamuk dari genus *Culex sp.* dapat menyebarkan penyakit *Japanese encephalitis* (radang otak), dan Filariasis. Gangguan yang ditimbulkan oleh nyamuk *Culex sp.* selain dapat menularkan penyakit juga dapat sangat mengganggu dengan dengungan dan gigitannya sehingga bagi orang - orang tertentu dapat menimbulkan phobi (entomopobhia) serta dapat menyebabkan dermatitis dan urticaria. Beberapa penyakit yang penularannya lewat gigitan nyamuk *Culex sp.* : Filariasis limfatik, Japanese Encephalitis, St. Louis Encephalitis, West Nile Virus (WNV). (Sholichah Z., 2009).

Nyamuk *Culex sp.* mempunyai aktivitas pada malam hari dan beraktivitas di dalam ruangan, permukaan istirahat yang mereka sukai adalah di bawah furniture, benda yang tergantung seperti baju dan korden. Tempat-tempat yang disenangi nyamuk *Culex sp.* untuk hinggap dan beristirahat adalah kamar tidur, kamar mandi, kamar kecil, dan di dapur. Tempat perindukan pada air keruh seperti sawah, rawa, kumpulan air hujan atau tempat-tempat yang mengandung lumut dalam air tawar maupun air payau. (Gandahusada dkk, 2003).

Salah satu cara pengendalian populasi nyamuk *Culex sp.* dewasa yang efektif adalah di dalam rumah pada malam hari dengan menggunakan obat nyamuk semprot, obat nyamuk bakar, obat nyamuk oles, obat nyamuk elektrik dengan insektisida. Pemakaian insektisida tersebut secara terus menerus oleh sebagian besar masyarakat dalam jumlah yang besar pada skala nasional dapat

mengganggu lingkungan hidup. Pengendalian populasi nyamuk *Culex sp.* dewasa dapat dilakukan secara sederhana dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dengan menggunakan insektisida alami yang berasal dari tumbuh-tumbuhan serta ramah lingkungan.

Semakin mahalny insektisida kimia dan beresiko negatif terhadap keseimbangan alam, insektisida nabati adalah alternatif yang paling tepat. Banyak bahan tanaman yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati, salah satunya adalah tanaman mimba (*Azadirachata indica*). Di Asia tanaman ini banyak terdapat di India, Burma, Cina Selatan dan Indonesia. Di Indonesia tanaman mimba dijumpai di Jawa dan Bali, terutama di sepanjang pantai utara Jawa. (Kartono, 2012).

Beberapa konferensi internasional telah banyak diselenggarakan untuk membahas masalah tanaman mimba, di antaranya yang diadakan di Jerman, India, Filipina, Kenya, Australia, Thailand dan Indonesia. Semua konferensi menempatkan mimba sebagai prioritas pertama untuk bahan pestisida nabati. Di negara-negara tersebut, mimba telah terdaftar sebagai pestisida. Di India sendiri telah terdaftar sekitar 200 formula pestisida yang berasal dari mimba. Dalam hal ini Indonesia masih jauh ketinggalan dibandingkan negara tetangga yang sudah lebih dahulu sadar akan lingkungan. Tanaman mimba mampu mengendalikan sekitar 127 jenis hama dan mampu berperan sebagai fungisida, bakterisida, antivirus, nematisida, serta moluskisida, khasiat / kandungan pestisida yang dimiliki tanaman mimba boleh dibilang telah mendapat pengakuan secara internasional. (Kardinan A., 2015).

Daun mimba tersedia sepanjang tahun dalam jumlah yang melimpah. Pohon mimba dapat menghasilkan kurang lebih 360 kg daun segar setiap tahun

atau 7 kali buahnya. Daun mimba mengandung azadirachtin A dan azadirachtin B. Selain itu daun mimba juga mengandung salanin dan meliantriol yang berfungsi sebagai repelen, dan zat nimbim/nimbodin yang mempunyai efek anti virus. Zat-zat racun yang ada di dalam tanaman mimba bermanfaat untuk insektisida, repelen, akarisida, penghambat pertumbuhan, neumatisida, fungisida, anti virus. Racun tersebut sebagai racun perut dan sistemik. (Pracaya, 2010). Dengan demikian daun mimba merupakan bahan insektisida alami yang mudah didapat oleh masyarakat dalam jumlah yang banyak dan tak terbatas.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

Apakah larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) mempunyai Potensi sebagai Insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Mengetahui potensi larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik.

1.3.2 Tujuan khusus

1. Mengetahui perbedaan Potensi larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) sebagai Insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa.
2. Mengetahui pengaruh kadar larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) terhadap potensi Insektisida pada nyamuk *Culex sp.* dewasa.
3. Mengetahui pengaruh lama paparan daun Mimba (*Azadirachta indica*) terhadap potensi Insektisida pada nyamuk *Culex sp.* dewasa.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti

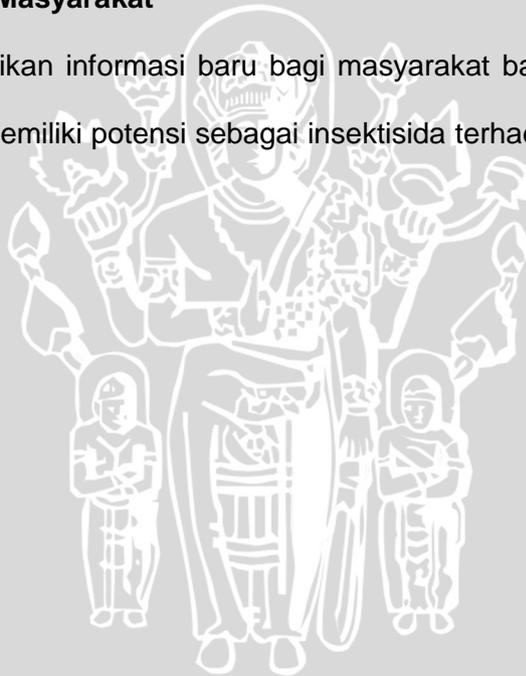
Menambah pengetahuan peneliti mengenai toksisitas larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa.

1.4.2 Manfaat Bagi Lembaga

Untuk memberikan sumbangan pemikiran **sebagai motivasi** untuk melakukan penelitian lanjut mengenai segala hal yang berkaitan dengan daun Mimba (*Azadirachta indica*).

1.4.3 Manfaat Bagi Masyarakat

Untuk memberikan informasi baru bagi masyarakat bahwa daun Mimba (*Azadirachta indica*) memiliki potensi sebagai insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Culex sp.*

Nyamuk termasuk *Class Insecta*, *Ordo Diptera* dan *Family Culicidae*. Serangga ini selain mengganggu manusia dan binatang melalui gigitannya, juga dapat berperan sebagai vektor penyakit pada manusia dan binatang yang penyebabnya terdiri atas berbagai macam parasit. (Gandahusada, dkk. 2006).

Sub Family Culicinae terdiri tiga tribus (*tribes*), yaitu Tribus *Anophelini* (*Genus Anopheles*), Tribus *Culicini* (*Genus Culex, Aedes, Mansonia*) dan Tribus *Megharinini* (*Genus Toxorhynchites*) (Brown and Belding, 1964).

Nyamuk *Culex sp.* banyak terdapat pada genangan air kotor (comberan, got, parit, dan lain-lain). Nyamuk *Culex sp.* lebih menyukai meletakkan telurnya pada genangan air berpolutan tinggi, berkembang biak di air keruh dan lebih menyukai genangan air yang sudah lama daripada genangan air yang baru. Aktif menggigit pada malam hari. Tempat yang gelap, sejuk dan lembab merupakan tempat yang disukai untuk beristirahat. Nyamuk betina dewasa menggigit dengan abdomen terletak sejajar dengan permukaan induk semang yang sedang digigit. Gangguan yang ditimbulkan oleh nyamuk *Culex sp.* selain dapat menularkan penyakit juga dapat sangat mengganggu dengan dengungan dan gigitannya sehingga bagi orang-orang tertentu dapat menimbulkan *phobi (entomopobia)* serta dapat menyebabkan dermatitis dan urticaria. Beberapa penyakit yang penularannya lewat gigitan nyamuk *Culex sp.* : Filariasis limfatik, *Japanese Encephalitis*, *St. Louis Encephalitis*, *West Nile Virus (WNV)*. (Sholichah Z., 2009).

2.1.1 Taksonomi dari *Culex sp.*

Taksonomi dari *Culex sp.* adalah sebagai berikut :

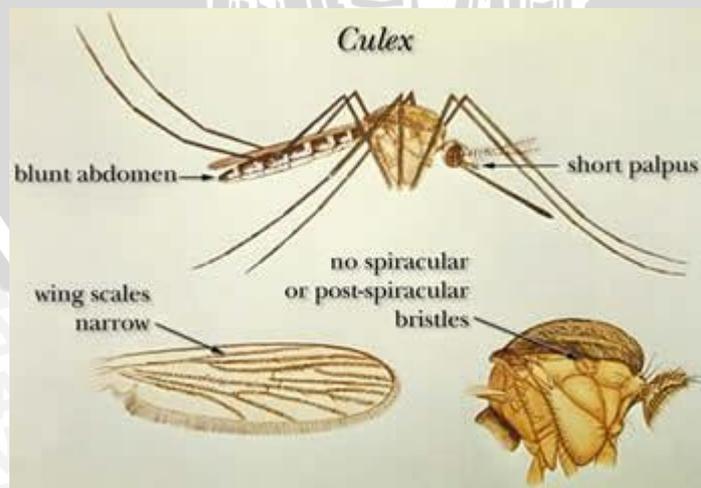
<i>Kingdom</i>	: <i>Animalia</i>
<i>Phylum</i>	: <i>Arthropoda</i>
<i>Class</i>	: <i>Hexapoda</i>
<i>Order</i>	: <i>Diptera</i>
<i>Sub order</i>	: <i>Nematocera</i>
<i>Family</i>	: <i>Culicidae</i>
<i>Sub family</i>	: <i>Culicinae</i>

Genus : *Culex sp.*

(Lehane M.J., 2005).

2.1.2 Morfologi *Culex sp.*

Nyamuk berukuran kecil (4-13 mm) dan rapuh. Kepalanya mempunyai probosis halus dan panjang yang melebihi panjang kepala. Pada nyamuk betina probosis dipakai sebagai alat untuk menghisap darah, sedangkan pada nyamuk jantan untuk menghisap bahan-bahan cair seperti cairan tumbuh-tumbuhan, buah-buahan dan juga keringat. Di kiri kanan probosis terdapat palpus yang terdiri atas 5 ruas dan sepasang antena yang terdiri atas 15 ruas. Antena pada nyamuk jantan berambut lebat (*plumose*) dan pada nyamuk betina jarang (*pilose*). Sebagian besar toraks yang tampak (*mesonotum*), diliputi bulu halus. Bulu ini berwarna putih / kuning dan membentuk gambaran yang khas untuk masing-masing spesies. Posterior dari *mesonotum* terdapat skutelum yang pada *Culicini* membentuk tiga lengkungan (*trilobus*). Sayap nyamuk panjang dan langsing, mempunyai vena yang permukaannya ditumbuhi sisik-sisik sayap (*wings scales*) yang letaknya mengikuti vena. Pada pinggir sayap terdapat sederetan rambut yang di sebut *fringe*. Abdomen berbentuk silinder dan terdiri atas 10 ruas. Dua ruas terakhir berubah menjadi alat kelamin. Nyamuk mempunyai 3 pasang kaki (*heksapoda*) yang melekat pada toraks dan tiap kaki terdiri atas 1 ruas femur, 1 ruas tibia dan 5 ruas tarsus. (Gandahusada, dkk. 2006).



Gambar 2.1 Morfologi *Culex sp.*

(Centers for Disease Control and Prevention, 2015)

2.1.2.1 Telur *Culex Sp.*

Nyamuk mengalami metamorfosis sempurna : telur – larva – pupa – dewasa. Stadium telur, larva dan pupa hidup di dalam air sedangkan stadium dewasa hidup di udara. Nyamuk dewasa betina biasanya menghisap darah manusia dan binatang. Telur yang baru di letakkan berwarna putih tetapi sesudah 1-2 jam berubah menjadi hitam. Pada *genus Culex* telur diletakkan saling berlekatan sehingga membentuk rakit (*raft*). Telur *Culex Sp.* diletakkan di atas permukaan air. Setelah 2-4 hari telur menetas menjadi larva yang selalu hidup di dalam air. Tempat perindukan (*breeding place*) untuk masing-masing spesies berlainan, misalnya rawa, kolam, sungai, sawah, dan tempat-tempat yang dapat digenangi air seperti got, saluran air, bekas jejak kaki binatang, lubang-lubang dipohon dan kaleng-kaleng. (Gandahusada, dkk. 2006).

Telur *Culex sp.* berbentuk seperti pisang (*banana shape*) yang berujung runcing dan mempunyai puncak berupa mangkok yang melekat satu sama lain. Nyamuk *Culex sp.* meletakkan telurnya di permukaan air secara berderet dan bergerombol sehingga berbentuk seperti rakit. (WHO, 2013).



Gambar 2.2 Telur *Culex Sp.* (Sean McCann, 2012)

2.1.2.2 Larva *Culex Sp.*

Larva terdiri atas 4 substadium (*instar*) dan mengambil makanan dari tempat perindukannya. Pertumbuhan larva *instar* I sampai dengan *instar* IV berlangsung 6-8 hari pada *Culex Sp.* Larva tumbuh menjadi pupa yang tidak

makan, tetapi masih memerlukan oksigen yang diambilnya melalui pernafasan (*breathing trumpet*). Untuk tumbuh menjadi dewasa diperlukan waktu 1-3 hari sampai beberapa minggu. (Gandahusada, dkk. 2006).

Pada stadium larva III dan larva IV, ciri-ciri morfologi dari larva nyamuk *Culex sp.* dapat dengan mudah diamati dan dipelajari. Morfologi larva *Culex sp.* terdiri dari 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*). Larva terdapat di air dengan posisi membentuk sudut dengan permukaan air. (WHO, 2013).



Gambar 2.3 Larva *Culex Sp.* (CSIRO, 2015)

2.1.2.3 Pupa *Culex Sp.*

Pupa merupakan stadium terakhir dari nyamuk yang berlangsung selama dua sampai lima hari yang berada di dalam air, merupakan stadium *non-feeding* (tidak memerlukan makanan) dan pada stadium ini terjadi pembentukan sayap. Pada stadium ini terdapat gerakan khas yang disebut *jerky movement*. *Breathing tube* yang terdapat pada bagian dorsal *thorax* merupakan alat untuk bernapas. Pada segmen terakhir dari abdomen terdapat sepasang *paddle* untuk berenang (WHO, 2013 ; Gandahusada, dkk. 2006).



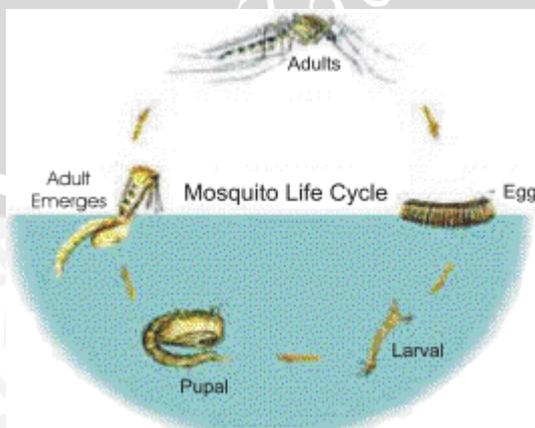
Gambar 2.4 Pupa *Culex* Sp. (Russell, 1996).

2.1.3 Siklus Hidup *Culex* Sp.

Culex sp merupakan nyamuk rumah mempunyai kebiasaan meletakkan telurnya di permukaan air secara bergerombol berbentuk seperti rakit. Dalam beberapa saat setelah kena air hingga dua sampai tiga hari setelah berada di air telur akan menetas menjadi jentik. Jentik nyamuk ini akan mengalami 4 masa pertumbuhan (*instar I-IV*) dan menjadi pupa yang berlangsung selama 8-14 hari. Dalam waktu 1-2 hari pupa akan menetas menjadi nyamuk. Setelah menetas, dalam waktu 2 X 24 jam nyamuk betina melakukan perkawinan yang biasanya terjadi pada waktu senja dan kemudian pergi mencari darah untuk pematangan telur. Pada masa telur sampai menjadi pupa berada di lingkungan air, sedangkan setelah menjadi nyamuk kehidupannya berada di darat dan udara. Dalam kehidupan nyamuk terdapat tiga macam tempat yang diperlukan untuk kelangsungan hidupnya. Ketiga tempat tersebut merupakan suatu sistem yang satu dengan lainnya saling terkait; yaitu tempat untuk berkembangbiak, tempat untuk istirahat dan tempat untuk mencari darah. (Sholichah Z., 2009).

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 meliputi stadium 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 dikoordinasikan oleh *circulating hormones* yaitu hormon *ecdysteroid* dan hormon *juvenil*. (Brown and Belding, 1964).

Nyamuk *Culex sp.* yang baru menetas atau keluar dari pupa secara potensial sudah mampu untuk kawin, karenanya nyamuk-nyamuk tersebut sudah mampu untuk menghisap darah. *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. Pada stadium keempat nyamuk *Culex sp.* memiliki panjang 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 dengan permukaan air, 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. 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. Setelah muncul dari pupa, nyamuk jantan dan betina akan kawin dan nyamuk betina yang sudah dibuahi akan menghisap darah dalam waktu 24-36 jam. Darah merupakan sumber protein yang esensial untuk mematangkan telur. Perkembangan telur hingga dewasa memerlukan waktu sekitar 10 sampai 12 hari. (Lehane M.J., 2005).



Gambar 2.5 Siklus Hidup Culex Sp. (Halton, 2014)

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 persawahan (Sholichah Z., 2009).

2.1.5 Sifat Nyamuk *Culex sp.*

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

- Jarak terbang 1,25 km - 5,1 km
- *Zooanthrophyllic*
- Mengigit pada malam hari (*night biters*)
- Memiliki usia kira-kira 2 minggu

(Sholichah Z., 2009).

2.2 Kepentingan Medis

2.2.1 Japanese Encephalitis

Penyakit ini adalah *acute mosquito-borne flaviviral infection*, yang dapat mengenai CNS (*Central Nervous System*). *Japanese encephalitis* 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. *Japanese encephalitis* ini tersebar mulai dari Jepang, China, Taiwan, Korea, Filipina, India, Thailand dan kemudian Indonesia. (WHO, 2006).

Di Indonesia isolasi virus *Japanese encephalitis* pertama kali dilaporkan tahun 1975 oleh *Van Peenen*, didapatkan dari nyamuk *C. Triatuaenirhynchis* (di Indonesia diketahui sebagai vektor utama). Di daerah endemik, *Japanese encephalitis* 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 *Japanese encephalitis* lebih sering mengenai pria daripada wanita. Masa inkubasi *Japanese encephalitis* 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).

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*. (Bennett and Plum, 1996).

2.2.2 Filariasis

Di Indonesia ditemukan 3 jenis parasit nematoda penyebab filariasis limfatik pada manusia, yaitu *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* dan *Brugia timori*. Parasit ini tersebar di seluruh 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*. (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2001;2002).

Adapun kriteria klinisnya yaitu demam dan peradangan saluran maupun kelenjar limfe inguinal. Demam berlangsung 2-5 hari dan dapat sembuh sendiri walaupun tidak 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 membengkak dan mengalami *limfadema*. *Limfadenitis* lama-kelamaan menjadi bisul dan apabila pecah akan membentuk ulkus. Berbeda dengan *Filariasis bancrofti*, pada *Filariasis 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 walaupun sudah tidak terjadi peradangan. Hal ini dapat menimbulkan gejala kaki gajah / *elefantiasis*. (WHO, 2013; Tjokroprawiro dkk, 2007).

2.2.3 Demam *Chikungunya*

Chikungunya berasal dari bahasa *Shawill* berdasarkan gejala pada penderita, yang berarti posisi tubuh meliuk atau melengkung (*that which contorts or bends up*), mengacu pada postur penderita yang membungkuk akibat nyeri sendi hebat (*arthralgia*). Nyeri sendi ini terjadi pada lutut, pergelangan kaki, persendian tangan dan kaki. Demam *Chikungunya* disebabkan oleh virus *Chikungunya* (*CHIKV*). *CHIKV* termasuk keluarga *Togaviridae*, Genus *alphavirus*. Penyebaran *CHIKV* dapat ditularkan melalui gigitan nyamuk. Nyamuk dapat menjadi berpotensi menularkan penyakit bila pernah menggigit penderita demam *Chikungunya*. Kera dan beberapa binatang buas lainnya juga diduga dapat sebagai perantara (*reservoir*) penyakit ini. (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2012).

Masa inkubasi terjadinya demam *Chikungunya* sekitar 2 - 4 hari, sementara manifestasinya timbul antara 3 - 10 hari. Gejala utama terkena demam *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*. (Soedarto, 2007).

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-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

kelumpuhan sementara karena rasa sakit bila berjalan. Kadang-kadang timbul rasa mual sampai muntah. Pada umumnya demam pada anak hanya berlangsung selama 3 hari dengan tanpa atau sedikit sekali dijumpai perdarahan maupun syok. Penyakit ini tidak sampai menyebabkan kematian. Nyeri pada persendian tidak akan menyebabkan kelumpuhan. Setelah 5 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. (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2012).

2.3. Pengendalian Vektor

Pengendalian vektor adalah upaya menurunkan faktor risiko penularan oleh vektor dengan meminimalkan habitat perkembangbiakan vektor, menurunkan kepadatan dan umur vektor, mengurangi kontak antara vektor dengan manusia serta memutus rantai penularan penyakit.

Berbagai metode Pengendalian Vektor yaitu:

a. Kimiawi

Pengendalian vektor cara kimiawi dengan menggunakan insektisida merupakan salah satu metode pengendalian yang lebih populer di masyarakat dibanding dengan cara pengendalian lain. Sasaran insektisida adalah stadium dewasa dan pra-dewasa. Karena insektisida adalah racun, maka penggunaannya harus mempertimbangkan dampak terhadap lingkungan dan organisme bukan sasaran termasuk mamalia. Disamping itu penentuan jenis insektisida, dosis, dan metode aplikasi merupakan syarat yang penting untuk dipahami dalam kebijakan pengendalian vektor. Aplikasi insektisida yang berulang di satuan ekosistem akan menimbulkan terjadinya resistensi serangga sasaran.

Golongan insektisida kimiawi untuk pengendalian vektor adalah :

- Sasaran nyamuk dewasa adalah : Organophospat (*Malathion, methyl pirimiphos*), Pyrethroid (*Cypermethrine, lamda-cyhalotrine, cyflutrine, Permethrine & S-Bioalethrine*). Yang ditujukan untuk stadium dewasa yang

diaplikasikan dengan cara pengabutan panas/Fogging dan pengabutan dingin/ULV

- Sasaran jentik dengan menggunakan larvasida : golongan Organophospat (*Temephos*).

b. Biologi

Pengendalian vektor dengan biologi menggunakan agent biologi seperti predator/pemangsa, parasit, bakteri, sebagai musuh alami stadium pra dewasa vektor Jenis predator yang digunakan adalah Ikan pemakan jentik (cupang, tampalo, gabus, guppy, dan lain-lain), sedangkan larva Capung, *Toxorhyncites*, *Mesocyclops* dapat juga berperan sebagai predator walau bukan sebagai metode yang lazim untuk pengendalian vektor .

c. Manajemen lingkungan

Lingkungan fisik seperti tipe pemukiman, sarana-prasarana penyediaan air, vegetasi dan musim sangat berpengaruh terhadap tersedianya habitat perkembangbiakan dan pertumbuhan vektor. Manajemen lingkungan adalah upaya pengelolaan lingkungan sehingga tidak kondusif sebagai habitat perkembangbiakan atau dikenal sebagai *source reduction* seperti memelihara ikan predator, menabur larvasida dan lain-lain, dan menghambat pertumbuhan vektor (menjaga kebersihan lingkungan rumah, mengurangi tempat-tempat yang gelap dan lembab di lingkungan rumah dan lain-lain).

d. Pemberantasan Sarang Nyamuk / PSN

Pengendalian Vektor yang paling efisien dan efektif adalah dengan memutus rantai penularan melalui pemberantasan jentik. Pelaksanaannya di masyarakat dilakukan melalui upaya Pemberantasan Sarang Nyamuk. Tingkat pengetahuan, sikap dan perilaku yang sangat beragam sering menghambat suksesnya gerakan ini. Untuk itu sosialisasi kepada masyarakat/individu untuk melakukan kegiatan ini secara rutin serta penguatan peran tokoh masyarakat untuk mau secara terus menerus menggerakkan masyarakat harus dilakukan melalui kegiatan promosi kesehatan, penyuluhan di media masa, serta reward bagi yang berhasil melaksanakannya.

e. Pengendalian Vektor Terpadu (*Integrated Vektor Management*)

IVM merupakan konsep pengendalian vektor yang diusulkan oleh WHO untuk mengefektifkan berbagai kegiatan pemberantasan vektor oleh berbagai

institusi. IVM dalam pengendalian vektor saat ini lebih difokuskan pada peningkatan peran serta sektor lain melalui kegiatan Pokjnal, Kegiatan PSN anak sekolah dan lain-lain.

(Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2012)

2.4 Insektisida

Insektisida adalah bahan yang mengandung persenyawaan kimia yang digunakan untuk membunuh serangga. Insektisida yang baik (ideal) mempunyai sifat sebagai berikut :

- 1) Mempunyai daya bunuh yang besar dan cepat serta tidak berbahaya bagi binatang vertebrata termasuk manusia dan ternak
- 2) Murah harganya dan mudah di dapat dalam jumlah besar
- 3) Mempunyai susunan kimia yang stabil dan tidak mudah terbakar
- 4) Mudah di pergunakan dan dapat di campur dengan berbagai macam bahan pelarut
- 5) Tidak berwarna dan tidak berbau yang tidak menyenangkan.

Beberapa istilah yang berhubungan dengan insektisida adalah :

- 1) Ovisikda = Insektisida untuk membunuh stadium telur
- 2) Larvisida = insektisida untuk membunuh stadium larva atau nimfa
- 3) Adultisida = insektisida untuk membunuh stadium dewasa
- 4) Akarisida (mitisida) = insektisida untuk membunuh tungau
- 5) Pedikulisida (lousisida) = insektisida untuk membunuh tuma

Khasiat insektisida untuk membunuh serangga sangat bergantung pada bentuk, cara masuk kedalam badan serangga, macam bahan kimia, konsentrasi dan jumlah (dosis) insektisida. Disamping itu faktor-faktor yang harus di perhatikan dalam upaya membunuh serangga dengan insektisida ialah mengetahui spesies serangga yang akan di kendalikan, ukurannya, susunan badannya, stadiumnya, sistem pernafasannya dan bentuk mulutnya. Juga penting mengetahui habitat dan perilaku serangga dewasa termasuk kebiasaan makannya. (Gandahusada, dkk. 2006).

2.4.1 Klasifikasi Insektisida

2.4.1.1 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 cm³.
- 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

(Gandahusada, dkk. 2006).

2.4.1.2 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 diruang tertutup.

(Gandahusada, dkk. 2006).

2.4.1.3 Menurut Macam Bahan Kimia

Berdasarkan macam bahan kimia, insektisida dapat dibagi menjadi beberapa golongan yaitu :

- Insektisida sintetik terdiri dari golongan organik klorin (*DDT, dieldrin, klorden, BHC, linden*), golongan organik fosfor (*malathion, parathion, diazinon, fenitrothion, temefos, DDVP, diptereks*), golongan organik nitrogen (*dinitrofenol*), golongan sulfur (*karbamat*), dan golongan tiosianat (*letena, Tanit*).
- 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 pelumas). Pengendalian secara kimia cukup menguntungkan yaitu dapat dilakukan dengan segera dan menekan populasi serangga dalam waktu singkat.
- Insektisida botani atau insektisida nabati adalah bahan nabati yang bersifat racun, yang dapat digunakan sebagai pestisida. Dari semua tumbuhan-tumbuhan yang dapat ditemukan di masyarakat, larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) dapat juga digunakan sebagai insektisida nyamuk dewasa.

(Gandahusada, dkk. 2006).

2.4.2 Resistensi Serangga Terhadap Insektisida

Resistensi serangga terhadap insektisida diartikan sebagai kemampuan suatu populasi serangga untuk bertahan terhadap pengaruh insektisida yang biasanya mematikan. Resistensi serangga dibagi dalam resistensi bawaan dan resistensi yang di dapat.

a. Resistensi Bawaan

Dari suatu populasi serangga ada anggota-anggota yang pada dasarnya sudah resisten terhadap suatu insektisida. Sifat ini turun temurun sehingga selanjutnya terjadi populasi yang resisten seluruhnya. Resistensi bawaan juga terjadi karena perubahan gen yang menyebabkan mutasi. Mutan ini dan keturunannya resisten semuanya. Menurut mekanismenya resistensi bawaan dibagi dalam resistensi fisiologik bawaan dan resistensi kelakuan bawaan.

Resistensi fisiologik bawaan disebabkan oleh :

- 1) daya absorpsi insektisida yang sangat lambat, sehingga serangga tidak mati

- 2) daya penyimpanan insektisida dalam jaringan yang tidak vital, seperti jaringan lemak, sehingga alat-alat vital terhindar dan serangga tidak mati
- 3) daya ekskresi insektisida yang cepat, sehingga tidak sampai membunuh serangga
- 4) detoksikasi insektisida oleh enzim menyebabkan serangga tidak mati.

Resistensi kelakuan bawaan disebabkan oleh :

- 1) perubahan habitat serangga, sehingga terhindar dari pengaruh insektisida keturunannya mempertahankan habitat yang baru ini
- 2) *avoidance*, sifat menghindarkan diri dari pengaruh insektisida sehingga tidak terbunuh, tanpa mengubah habitat.

b. Resistensi yang didapat

Dari suatu populasi serangga, anggota-anggota yang rentan menyesuaikan diri terhadap pengaruh insektisida, sehingga tidak mati dan membentuk populasi baru yang resisten. Resistensi fisiologik yang didapat disebabkan timbulnya toleransi terhadap insektisida, karena sebelumnya telah mendapat dosis yang subletal. Resistensi kelakuan yang didapat disebabkan serangga dapat menghindarkan diri sebagai akibat dosis subletal insektisida. Resistensi silang (*cross resistance*) terjadi jika suatu spesies serangga resisten terhadap dua insektisida baik kedua insektisida tersebut termasuk dalam satu golongan (*malation* dan *paration*) ataupun dalam satu seri (*dieldrin* dan *klorden*). Jika suatu spesies serangga resisten terhadap dua insektisida (kedua insektisida tersebut termasuk dalam dua golongan atau dua seri), sehingga tersebut dinyatakan mengalami resistensi ganda (*double resistance*).

(Gandahusada, dkk. 2006)

2.5 Tanaman Mimba (*Azadiractha Indica*)

2.5.1 Tanaman Mimba (*Azadiractha Indica*) Dalam Berbagai Bahasa

Latin	: <i>Azadiractha indica</i> A. Juss.
Inggris	: <i>Margosier</i> , <i>Margosatree</i> , <i>Neem tree</i> (Inggris/Belanda)
Indonesia	: Mimba, Nimba (sunda), Intaran (Bali, Nusa Tenggara)

2.5.2 Taksonomi

<i>Kingdom</i>	: <i>Plantae</i>
<i>Subkingdom</i>	: <i>Tracheobionta</i>
<i>Superdivision</i>	: <i>Spermatophyta</i>
<i>Division</i>	: <i>Magnoliophyta</i>

Class : Magnoliopsida
Subclass : Rosidae
Order : Sapindales
Family : Meliaceae
Genus : Azadirachta
Species : Azadirachta indica A. Juss

(Puri H.S., 2006)



Gambar 2.6 Daun Mimba (Agus Kardinan, 2015)

2.5.3 Distribusi Dan Penyebaran

Daerah asal tanaman Mimba sebenarnya belum di ketahui secara pasti. Namun, beberapa ahli berpendapat bahwa tanaman ini merupakan tanaman asli dari India. Ahli lainnya menyatakan bahwa tanaman Mimba tersebar di hutan-hutan di wilayah Asia Tenggara dan Asia Selatan, termasuk Pakistan, Sri Lanka, Thailand, Malaysia, serta Indonesia. Populasi tanaman Mimba paling banyak ditemukan di India, diperkirakan mencapai sekitar 14-16 juta pohon. Di Indonesia, tanaman Mimba paling banyak ditanam di Bali, jumlahnya diperkirakan lebih dari lima ratus ribu pohon. Selain di Bali, tanaman Mimba juga banyak ditanam di Lombok, jumlahnya di perkirakan sekitar 250-300 ribu pohon. Sementara itu, di wilayah Indonesia lainnya, tanaman Mimba ditanam dalam jumlah sedikit, tidak lebih dari dua ratus lima puluh ribu pohon. Penanaman secara intensif ini difokuskan di kawasan Indonesia Timur yang memiliki curah hujan rendah. (Sukrasno & Tim Lentera, 2004).

2.5.4 Morfologi Tanaman Mimba



Gambar 2.7 Tanaman Mimba (Sambhavnas, 2011)

- Habitus:** Pohon, tinggi 8-15 m, dapat tumbuh hingga 30 meter. Dapat berumur hingga dua abad.
- Batang :** Percabangan simpodial, tegak, berkayu, bulat, permukaan kasar, coklat. Diameter batang dapat mencapai 2 - 5 meter.
- Daun :** Anak daun dengan helaian berbentuk memanjang lanset bengkok, panjang 3 - 10 cm, lebar 0,5 - 3,5 cm, pangkal runcing tidak simetri, ujung runcing sampai mendekati meruncing, gundul tepi daun bergerigi kasar, remasan berasa pahit, warna hijau muda. Tangkai panjang 8 – 20 cm.
- Bunga :** Bunga memiliki susunan malai, terletak di ketiak daun paling ujung, 5 - 30 cm, gundul atau berambut halus pada pangkal tangkai karangan, tangkai bunga 1 -2 mm. Kelopak kekuningan, bersilia, rata rata 1 mm. Mahkota putih kekuningan, panjang 5-7 mm. Benang sari membentuk tabung benang sari, sebelah luar gundul atau berambut pendek halus, sebelah dalam berambut rapat. Putik memiliki panjang rata rata 3 mm, gundul. Bunga Mimba memiliki aroma seperti madu sehingga disukai lebah.
- Buah :** Bulat, telur, buah matang berwarna hijau kekuningan 1,5 - 2 cm. daging buahnya berasa manis dan menyelimuti biji, tidak beracun.

Biji : Bulat, diameter kurang lebih 1 cm, putih. Kulit biji agak keras, beratnya mencapai 160 mg dan akan mencapai berat maksimum menjelang matangnya buah.

Akar: Tunggang, coklat
(Puri H.S., 2006).

2.5.5 Kandungan Kimia Daun Mimba

Daun Mimba mengandung senyawa tetranortriterpenes meliputi: *azadirachtin* (*azadirachtin A*), *azadiadione*, *epoxyazadiradione*, *azadirone*, *nimbidin*, *nimbin*, *deacetylnimbin*, *saponin*, *salannin*, *gedunin*, *mahmoodin*, *17-hydroxydiradione* dan lain-lainnya. (WHO, 2001). Tanaman Mimba dipergunakan sebagai insektisida dengan memblender daunnya dan melarutkannya dalam air. (Sukrasno & Tim Lentera, 2004 ; Boadu K.O, dkk. 2011).

2.5.5.1. *Azadirachtin*

Daun mimba mengandung 57 senyawa asam limfonoid dengan zat bioaktif utama yaitu *Azadirachtin* ($C_{35}H_{44}O_{16}$) yang termasuk dalam kelompok triterpenoid. Rumus bangun *Azadirachtin* sebagai berikut :



Gambar 2.8 Struktur Molekul Azadirachtin (Ley, et all, 2007)

Salah satu komponen aktif dalam biji dan daun Mimba adalah senyawa golongan *terpenoid azadirachtin* yang diyakini memiliki daya bunuh terhadap serangga. Cara kerja bahan aktif *Azadirachtin* sebagai insektisida alami terbukti efektif, ekonomis dan aman digunakan. Zat bioaktif ini bekerja sebagai zat penolak, penekan nafsu makan, mengganggu atau menghambat perkembangan telur, larva, pupa, dan serangga dewasa, sebagai racun, menurunkan produktivitas telur pada serangga betina, mengganggu kopulasi, serta

mengganggu komunikasi seksual, dan mencegah serangga betina meletakkan telur. Efek primer *Azadirachtin* terhadap serangga berupa *antifeedant* dengan menghasilkan stimulan *detteren* spesifik berupa reseptor kimia (*chemoreceptor*) pada bagian mulut (*mouth part*) yang bekerja bersama-sama dengan reseptor kimia yang mengganggu persepsi rangsangan untuk makan (*phagostimulant*). Efek sekunder *Azadirachtin* yang dikandung tanaman Mimba berperan sebagai *ecdysion blocker* atau zat yang dapat menghambat kerja hormon *Ecdysion*, yaitu hormon yang berfungsi dalam metamorfosa serangga. Serangga akan terganggu pada proses pergantian kulit, ataupun proses perubahan dari telur menjadi larva, atau dari larva menjadi kepompong atau dari kepompong menjadi dewasa. Biasanya kegagalan dalam proses ini mengakibatkan kematian pada serangga. Sifat penting *Azadirachtin* ini adalah fitotoksitasnya kecil atau tidak ada pada dosis efektif, tidak toksis untuk manusia dan vertebrata lainnya (WHO, 2007).

Azadirachtin larut dalam berbagai solvent (ethanol, diethyl ether, acetone, chloroform) dan air, tidak larut dalam hexane, pH = 5.0 to 7.0, stabil pada 0°C dan pada kegelapan, cepat rusak pada suhu tinggi dan larutan asam dan basa kuat. Kadar *Azadirachtin* dalam tanaman Mimba yang tertinggi adalah dari Nicaragua dan Indonesia (4,7 %). (Puri H.S., 2006). Tidak ditemukan sumber kepustakaan yang menjelaskan kadar *Azadirachtin* tertinggi pada bagian dan umur daun, baik pucuk daun, daun muda maupun daun yang sudah tua. Mengingat sifat – sifat *Azadirachtin* tersebut, maka sediaan daun mimba sebaiknya berbentuk larutan atau ekstrak dan bukan berupa dekok.

Dekok (Dekokta) adalah sediaan cair yang dibuat dengan mengekstraksi sediaan herbal dengan air pada suhu 90°C selama 30 menit. Ekstrak adalah sediaan kering, kental atau cair dibuat dengan penyari *simplesia* menurut cara yang cocok, diluar pengaruh cahaya matahari langsung. (Boadu K.O, dkk. 2011).

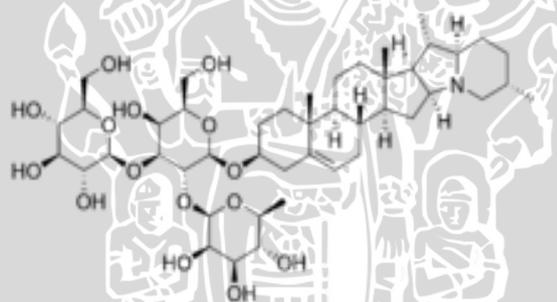
2.5.5.2. Salanin

Salanin berperan sebagai penurun nafsu makan (*antifeedant*) yang mengakibatkan daya rusak serangga sangat menurun, walaupun serangganya sendiri belum mati. Oleh karena itu, dalam menggunakan pestisida nabati dari tanaman Mimba, seringkali hamanya tidak mati seketika setelah dipaparkan, namun mengalami (*knock down*), memerlukan waktu beberapa hari (biasanya 4-5 hari) untuk mati. Namun demikian, serangga yang telah terpapar tersebut daya

rusaknya sudah sangat menurun, karena serangga dalam keadaan sakit (Puri H.S., 2006).

2.5.5.3. Saponin

Daun Mimba ini juga mengandung *Saponin* yang berfungsi menghambat kerja enzim asetilkolinesterase (*ACE inhibitor*). Enzim asetilkolin yang dibentuk oleh sistem saraf pusat yang berfungsi menghantarkan impuls dari sel saraf ke sel otot. Proses ini dihentikan oleh enzim asetilkolinesterase dengan memecahnya menjadi asetil ko-A dan kolin. Adanya senyawa *Saponin* menghambat kerjanya enzim asetilkolinesterase sehingga terjadi penumpukan asetilkolin yang menyebabkan kekacauan sistem penghantar impuls yang menyebabkan otot kejang dan terjadi kelumpuhan (paralisis), gangguan nafas dan berujung pada kematian. Di samping itu, daun Mimba juga mengandung flavonoida yang berfungsi sebagai racun pernapasan dan *tanin* yang berfungsi sebagai disinfektan yang mampu menghambat pertumbuhan organisme (bakteriostatik) dan mampu mematikan suatu organisme (Puri H.S., 2006).



Gambar 2.9 Struktur Molekul Saponin (Ley, et all, 2007)

Saponin adalah sekelompok besar metabolit glikosidik sekunder yang diproduksi oleh banyak spesies tanaman, memiliki tiga kelas kimia utama yaitu : glikosida steroid ; alkaloid glikosida steroid dan glikosida triterpen. Karena kimianya, karakteristik fisik dan fisiologisnya, saponin alami mempunyai spektrum yang luas dari efek biologis dan farmakologisnya berupa efek fungisida, molluscicidal, antibakteri dan antivirus serta insektisida. Efek biologis dari saponin biasanya dianggap merupakan interaksi khusus dengan membran sel , yang menyebabkan perubahan pada permeabilitas sel. Penyelidikan in vitro efek biosidal dari saponin menunjukkan bahwa saponin dari tanaman bersifat membunuh larva dan cacing tergantung pada konsentrasi dan waktu ipaparan. (D'Addabbo dkk., 2014).

Pada tumbuhan, saponin dapat berfungsi sebagai anti-feedants, dan untuk melindungi tanaman terhadap mikroba dan jamur. Namun, saponin sering pahit rasanya, sehingga dapat mengurangi palatabilitas tanaman, atau bahkan mengilhami mereka dengan toksisitas hewan yang mengancam jiwa. Data-data penelitian menjelaskan bahwa saponin beracun bagi organisme berdarah dingin dan serangga pada konsentrasi tertentu. Saponin ditemukan secara signifikan berfungsi sebagai antifeedants, dan mempengaruhi pertumbuhan dan reproduksi pada hewan yang lebih rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa saponin dari ekstrak nimba dapat menghambat aktivitas enzim. Saponin diketahui berfungsi sebagai antimikroba, menghambat jamur, dan untuk melindungi tanaman dari serangan serangga. *Saponins* adalah senyawa kimia glikosida amphipathic bersifat seperti busa sabun dengan struktur memiliki satu atau lebih gugus hidrofilik glikosida yang dikombinasikan dengan turunan triterpen lipofilik, sehingga Saponin bersifat larut air. (Sami & Shakoori, 2014).

2.5.6 Manfaat

Di Indonesia tanaman Mimba ini kurang dikenal oleh masyarakat. Tanaman Mimba (*Azadirachta indica*) ini sebenarnya memiliki banyak manfaat, di antaranya adalah untuk penyembuhan penyakit kulit, anti inflamasi, demam, antibakteri, antidiabetik, penyakit kardiovaskular, dan insektisida. Daun Mimba juga digunakan untuk repellent, obat anti hipertensi, anthelmintika, ulkus peptik, dan antifungal. (Sukrasno & Tim Lentera, 2004).

2.6 Perangkat Obat Nyamuk Elektrik



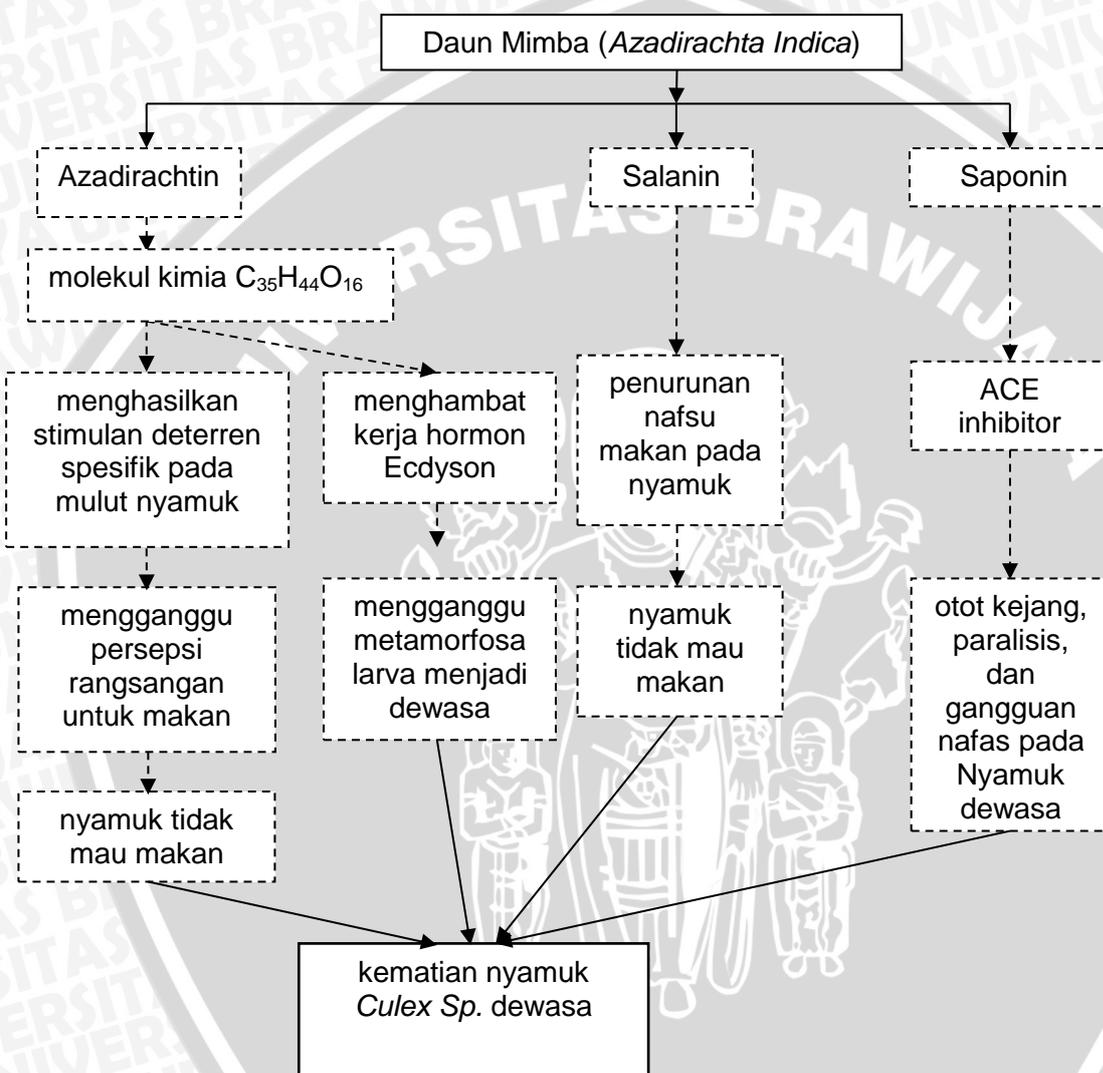
Gambar 2.10 Obat nyamuk elektrik

Obat nyamuk elektrik dengan menggunakan *vaporize volatile insecticides from mats* menggunakan *porous paper pad* berukuran $35 \times 22 \times 2$ mm yang direndam dengan insektisida. Mat tersebut biasanya direndam dengan insektisida *allethrin pyrethroids*, misalnya: *bioallethrin*, *esbiothrin* dan *esbiol*. Keunggulan lain perangkat obat nyamuk elektrik adalah tidak menimbulkan asap dan debu. Bahan aktif yang terkandung didalam gabus perangkat obat nyamuk elektrik yang dijual bebas di Indonesia adalah *praletrin* 13 g / l dan *d-aletrin* 78 mg / mat. Obat nyamuk elektrik dengan mat tersebut digunakan untuk ruangan berukuran 35 m^3 . Mat tersebut dipanaskan dengan listrik 5 – 6 watt selama 8 sampai 10 jam. Dengan suhu $125 \text{ }^\circ\text{C}$ - $160 \text{ }^\circ\text{C}$ atau rata-rata $145 \text{ }^\circ\text{C}$. Beberapa pemanas listrik membutuhkan waktu sekitar 30 menit untuk mencapai suhu yang diinginkan. Mat tersebut menggunakan warna biru yang bisa berubah menjadi wana putih bila terjadi penguapan insektisida. (WHO, 2015).

BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep



Gambar 3.1 kerangka konsep

Keterangan :

: diteliti

: tidak diteliti



Penjelasan Kerangka Konsep:

- Daun Mimba (*Azadirachta Indica*) mempunyai zat aktif yang mengganggu nyamuk *Culex Sp.* dewasa, yaitu : *Azadirachtin*, *Salanin*, *Saponin*.
- *Azadirachtin* berperan sebagai *antifeedant* dengan menghasilkan stimulan *deterren* spesifik berupa reseptor kimia (*chemoreceptor*) pada bagian mulut Nyamuk (*mouth part*), sehingga mengganggu persepsi rangsangan untuk makan, sehingga nyamuk tidak mau makan dengan akibat kematian nyamuk *Culex Sp.* dewasa. *Azadirachtin* juga berperan sebagai *ecdyson blocker* atau zat yang dapat menghambat kerja hormon *Ecdyson*, dengan akibat mengganggu metamorfosa larva menjadi dewasa, dengan akibat kematian larva nyamuk *Culex Sp.* dewasa. Mekanisme ini tidak diteliti dalam penelitian ini.
- *Salanin* berperan sebagai penurun nafsu makan (*antifeedant*) yang mengakibatkan nyamuk tidak mau makan, dengan akibat kematian nyamuk *Culex Sp.* dewasa.
- *Saponin* berperan sebagai *ACE Inhibitor* yang menyebabkan nyamuk paralisis, otot kejang, dan gangguan nafas sehingga nyamuk *Culex Sp.* dewasa mati.

3.2 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian dalam penelitian ini adalah :

Larutan daun Mimba (*Azadirachta Indica*) mempunyai Potensi Insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik.

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini dirancang sebagai eksperimental laboratories dengan rancangan *true experimental-post test only control group design*. Desain penelitian ini dipilih karena tidak dilakukan pre-test terhadap sampel sebelum perlakuan. Karena telah dilakukan randomisasi baik pada kelompok perlakuan dan pada kelompok kontrol; kelompok-kelompok tersebut dianggap sama sebelum dilakukan perlakuan. Dengan cara tersebut membuktikan dilakukan pengukuran pengaruh perlakuan pada kelompok perlakuan yang satu dengan cara membandingkan dengan kelompok perlakuan yang lain dan kelompok kontrol.

4.2 Populasi dan Sampel

4.2.1 Populasi

Populasi penelitian ini adalah nyamuk *Culex sp.* dewasa yang diperoleh dari Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang.

4.2.2 Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah nyamuk *Culex sp.* dewasa yang memenuhi syarat seperti dibawah ini :

- Kriteria Inklusi :
 - 1) Nyamuk *Culex sp.* dewasa
 - 2) Masih bergerak secara aktif dan terbang
- Kriteria Eksklusi :

- 1) Nyamuk *Culex sp.* dewasa yang mati sebelum perlakuan

4.2.3 Estimasi Besar Sampel

Perlakuan pada sampel adalah dengan membagi sampel menjadi lima (5) kelompok perlakuan / kelompok sampel sebagai berikut :

Tabel 4.1 Perlakuan pada sampel

No	Kode	Perlakuan	Bahan
1.	K (-)	Kontrol Negatif	: larutan aquades steril
2.	K (+)	Kontrol Positif	: larutan d-aletrin 78 mg / mat
3.	P1	Perlakuan-I	: larutan daun Mimba 20%
4.	P2	Perlakuan II	: larutan daun Mimba 25%
5.	P3	Perlakuan III	: larutan daun Mimba 30%

Perlakuan pada sampel tersebut = 5 perlakuan.

Perlakuan pada sampel tersebut akan dilakukan pengulangan. Perkiraan jumlah minimal pengulangan yang akan dilakukan dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$P(N-1) \geq 16$$

Keterangan : P : jumlah perlakuan = 5

$$5(N-1) \geq 16$$

$$5N - 5 \geq 16$$

$$5N \geq 21$$

$$N \geq 4.2 \sim 4$$

N : jumlah pengulangan = 4

Dari hasil perhitungan rumus diatas didapatkan bahwa pengulangan pada setiap kelompok perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah minimal 4 kali. Tiap perlakuan menggunakan 25 ekor nyamuk *Culex sp.* dewasa (WHO, 2006).

Besar sampel penelitian ini adalah = 5 (perlakuan) x 4 (pengulangan) x 25 (jumlah nyamuk tiap perlakuan) = 500 ekor nyamuk *Culex sp.* dewasa.

4.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya (FK UB) Malang pada bulan Maret-April 2015. Sebelum penelitian dilakukan, telah dilakukan penelitian pendahuluan untuk mengetahui kadar larutan daun Mimba dan lama paparan yang efektif sebagai insektisida nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik. Didapatkan kadar larutan daun Mimba 20%, 25%, 30% dan lama paparan jam ke 1, ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6, dan ke 24 yang efektif sebagai insektisida nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik.

4.4 Variabel Penelitian

Variabel independen penelitian ini adalah :

- 1) Kadar larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) 20%, 25%, dan 30%.
- 2) Lama paparan larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa yaitu pada jam ke 1, ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6, dan ke 24.

Variabel dependen penelitian ini adalah :

- 1) Potensi Insektisida dari larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa.

4.5 Bahan dan Alat Penelitian

1. Alat dan bahan untuk proses pembuatan larutan stok daun Mimba :
 - Daun Mimba
 - Aquades steril
 - Blender

- Botol 1 liter
- Gelas ukur 1 liter
- Timbangan
- Saringan

2. Alat dan bahan untuk uji potensi insektisida larutan daun Mimba terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa :

- Aquades steril
- Alkohol 70 %
- Larutan stok daun Mimba
- Nyamuk *Culex sp.* dewasa
- Perangkat obat nyamuk elektrik
- Gabus (mat) obat nyamuk elektrik steril yang diperoleh dengan mencuci gabus (mat) obat nyamuk dengan alkohol 70 %
- Gabus (mat) obat nyamuk elektrik yang mengandung d-aletin 78 mg / mat
- *Timer*
- Gelas ukur 1 liter
- 3 buah botol @ 100 ml
- *Disposable spuit* 10 ml

3. Alat dan bahan untuk persiapan nyamuk *Culex sp.* dewasa :

- Botol air minum dalam kemasan 1 liter
- Kotak kasa berukuran 100 cm x 100 cm x 60 cm sebagai kandang nyamuk
- Jaring nyamuk
- Larutan gula

- Nyamuk *Culex sp.* dewasa diperoleh dengan cara membeli dari Laboratorium Parasitologi FK UB dengan kriteria inklusi yaitu nyamuk hidup dan masih bergerak secara aktif, dan dengan kriteria eksklusi yaitu nyamuk sudah tidak bergerak (mati). Nyamuk dianggap mati bila nyamuk *Culex sp.* dewasa. tidak bergerak lagi setelah dilakukan sentuhan pada *abdomen* atau bagian tubuh lain dari nyamuk.
- Kotak kasa nyamuk yang digunakan berukuran 100 cm x 100 cm x 60 cm dimana pada ketiga sisinya tertutup kasa dan pada sisi depan tertutup plastik, terdapat sebuah pintu kecil yang terbuat dari kasa (untuk meletakkan nyamuk)

4.6 Definisi Operasional

- 1) Daun Mimba (*Azadirachta Indica*) yang digunakan diperoleh dari pohon Mimba Dinas Kebersihan dan Pertamanan Pemerintah Kota Surabaya di tepi Jl. Wisma Permai II di kota Surabaya.
- 2) Potensi insektisida larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa adalah persentase potensi insektisida dalam mengakibatkan sejumlah nyamuk mati setelah terpapar selang waktu tertentu yang dihitung berdasarkan rumus *Abbot* sebagai berikut :

$$A1 = \frac{A - B}{100 - B} \times 100\%$$

Keterangan :

- A1 = Persentase potensi insektisida larutan daun Mimba
- A = Persentase jumlah nyamuk yang mati pada larutan daun Mimba
- B = Persentase jumlah nyamuk yang mati pada kontrol negative

(Hadi Suwasono dan Mardjan Soekirno, 2004)

- 3) Larutan uji potensi insektisida daun Mimba (*Azadirachta indica*) dengan kadar 20%, 25%, dan 30% adalah larutan daun Mimba yang dibuat dengan cara mengencerkan larutan stok daun Mimba (30%) menjadi larutan potensi insektisida daun Mimba berkadar 20%, 25%, dan 30%.
- 4) Lama paparan larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa adalah waktu pengamatan untuk menghitung jumlah kumulatif nyamuk yang mati pada jam ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, ke-5, ke-6 dan ke-24.

4.7 Cara Kerja dan Pengumpulan Data

4.7.1 Penyiapan Daun Mimba

- 1) Pengambilan daun Mimba dengan,
kriteria inklusi :
 - daun utuh segar berwarna hijaukriteria eksklusi :
 - daun tidak utuh , rusak, kering, berwarna tidak hijau
- 2) Pembersihan daun Mimba dengan air bersih
- 3) Penirisan daun Mimba di tempat teduh
- 4) Pengeringan dengan cara diangin – anginkan sampai kering

4.7.2 Pembuatan Larutan Stok Daun Mimba

- 1) Menyiapkan daun Mimba dan aquades steril.
- 2) Menambahkan aquades steril pada 300 gram daun Mimba sehingga volumenya mencapai 1 liter kemudian diblender sampai hancur dan di diamkan selama 1 jam.
- 3) Hasil campuran yang telah diblender tersebut kemudian disaring.

- 4) Larutan daun Mimba yang sudah disaring tersebut dimasukkan dalam botol 1 liter dan dianggap sebagai larutan stok 30% yang sudah siap untuk digunakan.

4.7.3 Pembuatan Larutan Uji Potensi Insektisida Daun Mimba

Larutan Stok 30% daun Mimba diencerkan dengan aquades steril sehingga didapatkan kadar 20%, 25%, dan 30% larutan uji potensi insektisida daun Mimba dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

Keterangan :

- M1 : kadar larutan stok daun Mimba
- V1 : volume larutan stok daun Mimba
- M2 : kadar larutan daun Mimba yang diinginkan
- V2 : volume yang diinginkan

Contoh perhitungan :

- 1) Larutan uji potensi insektisida daun Mimba 20 % sebanyak 100 ml :

$$30 \times V1 = 20 \times 100$$

$$V1 = 67$$

67 ml larutan stok 30 % ditambah dengan aquadest sehingga volume menjadi 100 ml (1 liter).

Sebelum dilakukan uji potensi insektisida larutan daun Mimba, peneliti telah melakukan penelitian pendahuluan untuk mengetahui kadar larutan daun Mimba dan lama paparan yang mempunyai potensi insektisida efektif terhadap nyamuk *Culex Sp.* dewasa, dengan pengamatan menggunakan :

- 1) Larutan daun Mimba 10 %, 20 % dan 30 %

- 2) Lama paparan jam ke-1, jam ke-2, jam ke-3, jam ke-4, jam ke-5, jam ke-6, serta jam ke-24.

Tabel 4.2 Hasil Penelitian pendahuluan 27 Maret 2015

Lama paparan	Larutan daun Mimba 10 %	Larutan daun Mimba 20 %	Larutan daun Mimba 30 %
jam ke-1	Mati = 0	Mati = 0	Mati = 2
jam ke-2	Mati = 0	Mati = 2	Mati = 5
jam ke-3	Mati = 2	Mati = 4	Mati = 8
jam ke-4	Mati = 5	Mati = 7	Mati = 12
jam ke-5	Mati = 8	Mati = 10	Mati = 16
jam ke-6	Mati = 11	Mati = 14	Mati = 20
jam ke-24	Mati = 19	Mati = 23	Mati = 25

Dari penelitian pendahuluan tersebut, pembimbing peneliti memilih kadar larutan daun Mimba 20%, 25%, dan 30% sebagai larutan uji dan lama paparan jam ke-1, jam ke-2, jam ke-3, jam ke-4, jam ke-5, jam ke-6, serta jam ke-24.

4.7.4 Aklimatisasi

Dilakukan aklimatisasi nyamuk dewasa selama 3 hari dalam kotak kasa di Laboratorium Parasitologi FK UB dan nyamuk tersebut diberi makan larutan gula.

4.7.5 Persiapan Nyamuk *Culex sp.* dewasa

Nyamuk *Culex sp.* dewasa yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari Laboratorium Parasitologi FK UB.

Nyamuk *Culex sp.* dewasa yang telah memenuhi kriteria inklusi, disiapkan dan dimasukkan dalam kotak kasa nyamuk yang berukuran 100 cm x 100 cm x 60 cm untuk digunakan sebagai sampel penelitian.

4.7.6 Uji Potensi Insektisida

- 1) Percobaan dilakukan dengan menggunakan lima (5) buah kotak kasa berbentuk bujur sangkar berukuran 100 cm x 100 cm x 60 cm yang ditempatkan di Ruang Penelitian Laboratorium Parasitologi FK UB.
- 2) Menyiapkan larutan daun Mimba dengan kadar 20%; 25%; 30%, kemudian gabus obat nyamuk elektrik steril tersebut ditetesi larutan berkadar 20%; 25%; 30% tersebut masing-masing 5 ml.
- 3) Menyiapkan gabus obat nyamuk elektrik yang mengandung d-alettrin 78 mg / mat sebagai Kontrol Positif.
- 4) Menyiapkan gabus yang direndam dalam aquades steril sebagai Kontrol Negatif.
- 5) Masing-masing gabus kemudian dimasukkan ke dalam perangkat obat nyamuk elektrik, dan dimasukkan ke dalam masing-masing kotak kasa, Lalu perangkat obat nyamuk elektrik tersebut dihubungkan dengan aliran listrik PLN 220V sehingga lampu indikator akan menyala sebagai tanda bahwa perangkat obat nyamuk elektrik tersebut telah aktif dengan kelompok sampel sebagai berikut :

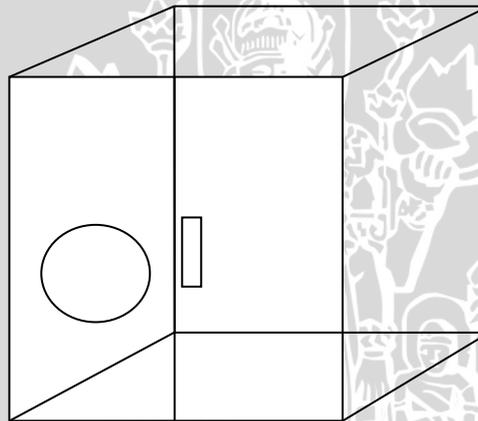
Tabel 4.3 Kotak kasa dan perlakuan

Kotak Kasa	Perlakuan
kotak kasa 1	berisi gabus dengan aquades steril sebagai kontrol negatif
kotak kasa 2	berisi gabus dengan d-alettrin 78 mg / mat sebagai kontrol positif
kotak kasa 3	berisi gabus dengan larutan daun Mimba 20%
kotak kasa 4	berisi gabus dengan larutan daun Mimba 25%
kotak kasa 5	berisi gabus dengan larutan daun Mimba 30%

- 6) Pada setiap perlakuan (kotak kasa 1, 2, 3, 4, 5) dilakukan pengamatan pada :

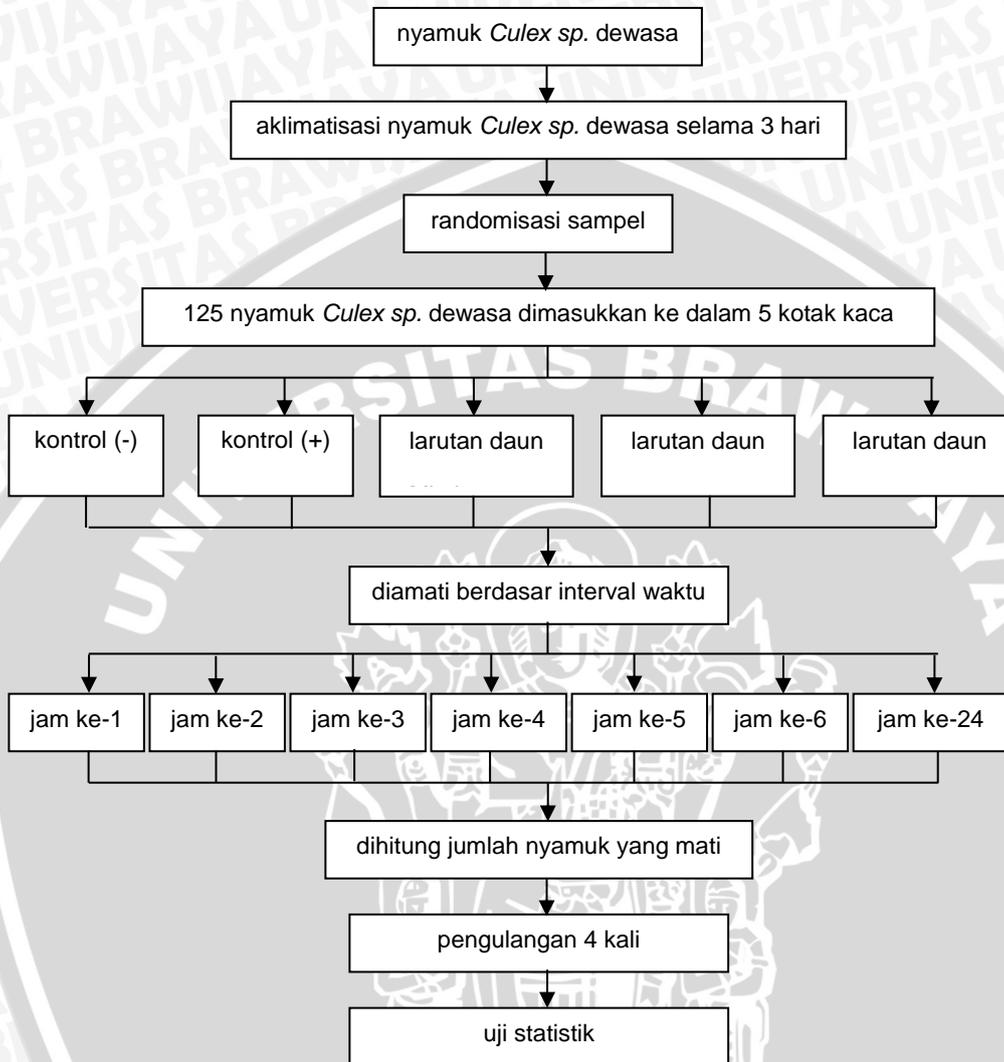
- Jam ke-1, dihitung jumlah nyamuk yang mati
- Jam ke-2, dihitung jumlah nyamuk yang mati
- Jam ke-3, dihitung jumlah nyamuk yang mati
- Jam ke-4, dihitung jumlah nyamuk yang mati
- Jam ke-5, dihitung jumlah nyamuk yang mati
- Jam ke-6, dihitung jumlah nyamuk yang mati
- dan Jam ke-24, dihitung jumlah nyamuk yang mati.

Penelitian ini dilakukan dengan pengulangan sebanyak empat (4) kali untuk tiap perlakuan.



Gambar 4.1 Kotak Kasa

4.7.7 Alur Penelitian



Gambar 4.2 Skema Alur Penelitian

4.7.8 Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada jam ke-1, jam ke-2, jam ke-3, jam ke-4, jam ke-5, jam ke-6, serta jam ke-24. Pada semua kelompok perlakuan dilakukan pengamatan untuk menghitung jumlah nyamuk yang mati dan dicatat dalam tabel

4.4.

4.7.9 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari pengamatan tersebut dicatat dalam tabel statistik serta dikategorikan menurut perlakuan, jumlah nyamuk yang mati, dan waktu pengulangan. Data dalam tabel tersebut akan dianalisis dan dihitung dengan menggunakan program SPSS versi 16.

Tabel 4.4 Jumlah kumulatif nyamuk yang mati

Jumlah nyamuk mati	KN	P1 20%	P2 25%	P3 30%	KP
Jam ke-1					
Jam ke-2					
Jam ke-3					
Jam ke-4					
Jam ke-5					
Jam ke-6					
Jam ke-24					

Pengamatan jumlah nyamuk yang mati dalam tabel 4.4 di lakukan pengulangan 4 kali, kemudian dihitung reratanya sebagaimana dalam tabel 4.5.

Tabel 4.5 Rerata Jumlah nyamuk yang mati dalam 4 pengulangan.

Rerata Jumlah nyamuk yang mati dalam 4 pengulangan	KN	P1 20%	P2 25%	P3 30%	KP
Jam ke-1					
Jam ke-2					
Jam ke-3					
Jam ke-4					
Jam ke-5					
Jam ke-6					
Jam ke-24					

4.7.10 Analisis Data

Data hasil pengamatan adalah jumlah nyamuk yang mati untuk setiap perlakuan menurut waktu pengamatan.

Langkah-langkah analisis data :

- 1) Data diolah dengan menggunakan formula *Abbot* menjadi data persentase potensi insektisida yang disajikan dalam bentuk tabel 4.5.

Tabel 4.6 persentase potensi insektisida *Abbot*.

Kadar	1 jam	2 jam	3 jam	4 jam	5 jam	6 jam	24 jam
30%							
25%							
20%							
K (+)							
K (-)							

- 2) Data disajikan dalam bentuk statistik deskriptif berupa diagram garis (grafik) dengan sumbu X adalah lama paparan dan sumbu Y adalah Potensi Insektisida.
- 3) Data selanjutnya diolah dengan program SPSS versi 16 untuk dilakukan uji normalitas distribusi dengan menggunakan uji statistik *Kolmogorov-Smirnov* 1 sampel. Bila didapatkan $p > 0,05$ maka berarti data berdistribusi normal, namun bila $p < 0,05$ maka berarti data berdistribusi tidak normal.

Ciri-ciri data berdistribusi normal :

- grafiknya selalu berada di atas sumbu datar x
- bentuknya simetrik terhadap $x = \mu$
- mempunyai satu modus
- grafiknya mendekati sumbu datar x, dimulai dari $x = \mu + 3\delta$ ke kanan dan $x = \mu - 3\delta$ ke kiri.
- luas daerah grafiknya selalu sama dengan satu unit persegi.
- $\mu = \text{mean}$
- $\delta = \text{simpangan baku}$

Bila data berdistribusi normal, selanjutnya data bisa diolah lebih lanjut dengan menggunakan uji statistik parametrik.

- 4) Data selanjutnya dilakukan diolah dengan program SPSS versi 16 untuk uji homogenitas dengan menggunakan uji *Levene test for homogeneity of variance* untuk mengetahui data potensi insektisida larutan daun Mimba pada kadar 20 %, 25 % dan 30 % dan pada lama paparan jam ke 1, ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6, dan ke 24 adalah homogen atau heterogen. Bila $p > 0,05$ berarti data homogen, bila $p < 0,05$ berarti data tidak homogen.

- 5) Bila data berdistribusi normal dan homogen, analisis data selanjutnya menggunakan uji statistik parametrik *One Way ANOVA* Sampel Independen dengan menggunakan program SPSS versi 16.

Bila data berdistribusi normal dan tidak homogen, analisis data selanjutnya menggunakan uji Brown-Forsythe dengan menggunakan program SPSS versi 16.

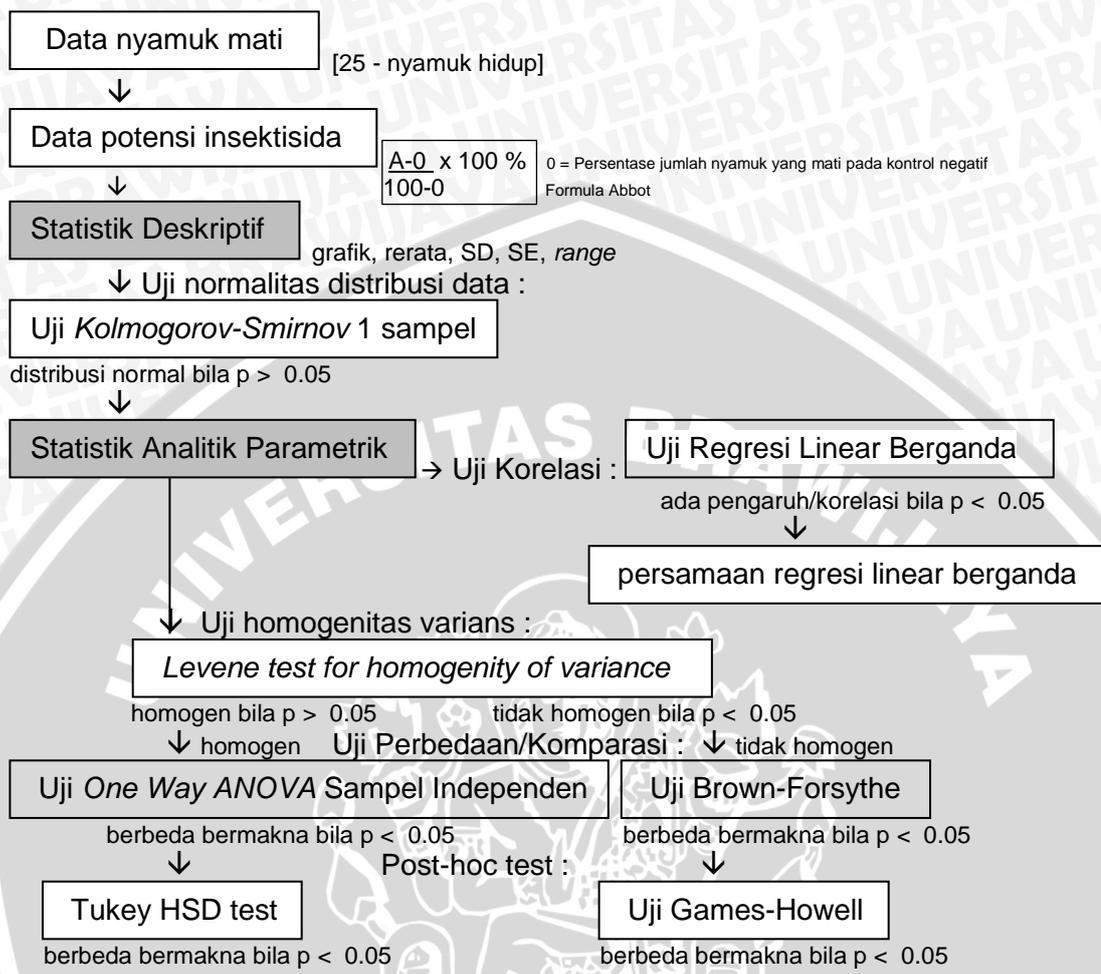
Bila didapatkan $p < 0,05$ berarti ada perbedaan bermakna antar kadar larutan daun mimba yang berpotensi insektisida, bila $p > 0,05$ berarti tidak ada perbedaan bermakna antar kadar larutan daun mimba yang berpotensi insektisida.

Syarat-syarat dalam menggunakan uji *One Way ANOVA* adalah :

- Skala pengukuran variabel harus variabel numerik.
- Data berdistribusi normal
- 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.
 - c. Kesamaan varians adalah syarat mutlak untuk lebih dari 2 kelompok tidak berpasangan artinya, varians data harus / wajib sama (Dahlan, 2004).
- 6) Selanjutnya dengan menggunakan program SPSS versi 16, data dilakukan *post-hoc test* dengan menggunakan *Tukey HSD test* dan uji Games-Howell untuk mengetahui perbedaan potensi insektisida larutan daun Mimba antar kadar 20 %, 25 % dan 30 % pada lama paparan jam ke 1, ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6, dan ke 24.
 - 7) Selanjutnya dengan menggunakan program SPSS versi 16, data dilakukan uji parametrik regresi *linear* berganda untuk mengetahui korelasi / pengaruh antara lama paparan dan kadar larutan daun mimba terhadap potensi insektisida dengan menggunakan persamaan $Y = a + bx_1 + bx_2$
 - 8) Bila data berdistribusi tidak normal, maka selanjutnya data dianalisis dengan menggunakan uji non-parametrik *Kruskal Wallis*.
 - 9) Bila data berdistribusi tidak normal, selanjutnya data dilakukan uji non-parametrik koefisien kontingensi untuk mengetahui korelasi / pengaruh antara lama paparan dan kadar larutan daun mimba terhadap potensi insektisida larutan daun Mimba terhadap nyamuk *Culex sp.* Dewasa dengan metode elektrik.

ALUR PENGOLAHAN DATA



Gambar 4.3 Skema Pengolahan Data



BAB 5

HASIL PENELITIAN

5.1 Hasil Penelitian

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya (FK UB) Malang pada bulan Maret - April 2015. Sebelum penelitian dilakukan, telah dilakukan penelitian pendahuluan untuk mengetahui kadar larutan daun Mimba dan lama paparan yang efektif sebagai insektisida nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik.

Penelitian pendahuluan menggunakan :

- 3) Larutan daun Mimba 10 %, 20 % dan 30 %
- 4) Lama paparan jam ke 1, ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6 , dan ke 24

Dari penelitian pendahuluan tersebut didapatkan keputusan untuk melakukan penelitian dengan menggunakan :

- 1) Jumlah perlakuan = 5 yaitu :
 - a. Larutan daun Mimba 20%
 - b. Larutan daun Mimba 25%
 - c. Larutan daun Mimba 30%
 - d. Kontrol negatif menggunakan larutan aquades steril
 - e. Kontrol positif menggunakan larutan d-aletin 78 mg / mat
- 2) Lama paparan jam ke 1, ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6 , dan ke 24
- 3) Jumlah pengulangan = 4
- 4) Tiap kotak menggunakan 25 ekor nyamuk *Culex sp.* dewasa

Tabel 5.1 Jumlah nyamuk yang mati dengan pengulangan 4 kali

Kadar	Pengulangan	1 jam	2 jam	3 jam	4 jam	5 jam	6 jam		24 jam
30%	1	1	3	5	9	14	19		24
30%	2	2	5	7	11	15	19		25
30%	3	1	3	6	9	14	18		25
30%	4	1	2	4	8	14	17		24
25%	1	1	2	4	8	12	15		23
25%	2	1	3	5	8	11	15		23
25%	3	0	2	4	6	9	13		24
25%	4	0	1	4	7	9	13		23
20%	1	0	0	1	5	9	13		21
20%	2	1	1	4	6	9	13		22
20%	3	0	1	2	5	7	11		21
20%	4	0	1	3	5	8	11		20
K (+)	1	25	25	25	25	25	25		25
K (+)	2	25	25	25	25	25	25		25
K (+)	3	25	25	25	25	25	25		25
K (+)	4	25	25	25	25	25	25		25
K (-)	1	0	0	0	0	0	0		0
K (-)	2	0	0	0	0	0	0		0
K (-)	3	0	0	0	0	0	0		0
K (-)	4	0	0	0	0	0	0		0

Tabel 5.2 Rerata jumlah nyamuk yang mati dengan pengulangan 4 kali

Kadar	1 jam	2 jam	3 jam	4 jam	5 jam	6 jam		24 jam
30%	1,25	3,25	5,5	9,25	14,25	15,75		24,4
25%	0,5	2	4,25	7,25	10,25	14		23,25
20%	0,25	0,75	2,5	5,25	8,25	12		21
K (+)	25	25	25	25	25	25		25
K (-)	0	0	0	0	0	0		0

Tabel 5.3 Persentase jumlah nyamuk yang mati (dalam %)

Kadar	Pengulangan	1	2	3	4	5	6		24
-------	-------------	---	---	---	---	---	---	--	----

	langan	jam						
30%	1	4	12	20	36	56	76	96
30%	2	8	20	28	44	60	76	100
30%	3	4	12	24	36	56	72	100
30%	4	4	8	16	32	56	68	96
25%	1	4	8	16	32	48	60	92
25%	2	4	12	20	32	44	60	92
25%	3	0	8	16	24	36	52	96
25%	4	0	4	16	28	36	52	92
20%	1	0	0	4	20	36	52	84
20%	2	4	4	16	24	36	52	88
20%	3	0	4	8	20	28	44	84
20%	4	0	4	12	20	32	44	80
K (+)	1	100	100	100	100	100	100	100
K (+)	2	100	100	100	100	100	100	100
K (+)	3	100	100	100	100	100	100	100
K (+)	4	100	100	100	100	100	100	100
K (-)	1	0	0	0	0	0	0	0
K (-)	2	0	0	0	0	0	0	0
K (-)	3	0	0	0	0	0	0	0
K (-)	4	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 5.4 Rerata persentase jumlah nyamuk yang mati (dalam %)

Kadar	1 jam	2 jam	3 jam	4 jam	5 jam	6 jam		24 jam
30%	5	13	22	37	57	73		98
25%	2	8	17	29	41	56		93
20%	1	3	10	21	33	48		84
K (+)	100	100	100	100	100	100		100
K (-)	0	0	0	0	0	0		0

Potensi insektisida larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa adalah persentase potensi insektisida dalam mengakibatkan sejumlah nyamuk mati setelah terpapar selang waktu tertentu yang dihitung berdasarkan rumus *Abbot* sebagai berikut :

$$A1 = \frac{A - B}{100 - B} \times 100\%$$

Keterangan :

- A1 = Persentase potensi insektisida larutan daun Mimba
- A = Persentase jumlah nyamuk yang mati pada larutan daun Mimba
- B = Persentase jumlah nyamuk yang mati pada kontrol negatif

Tabel 5.5 Persentase Potensi Insektisida *Abbot* (dalam %)

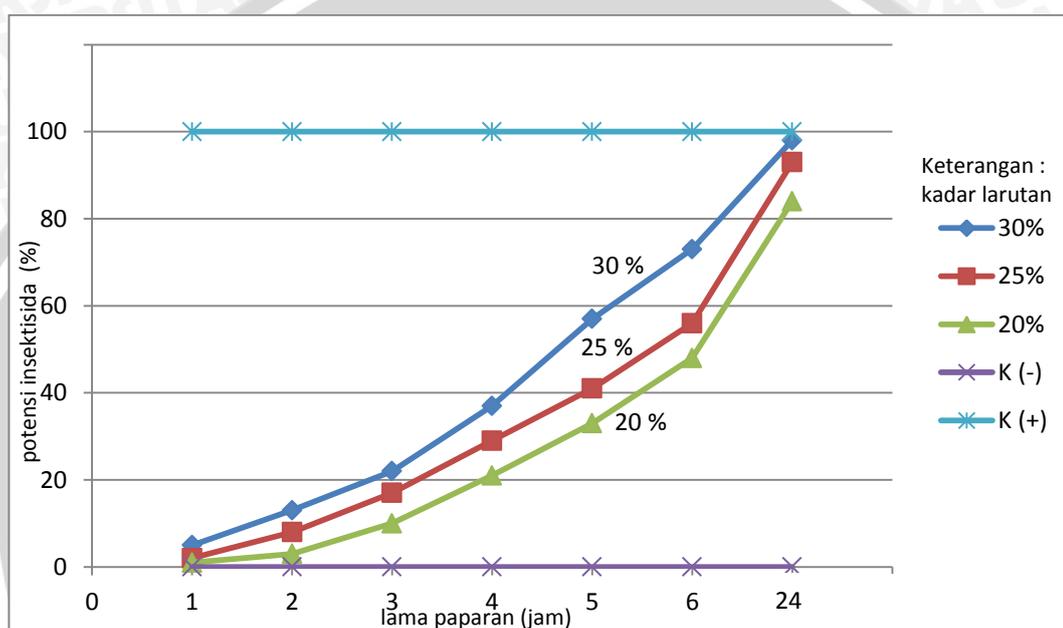
Kadar	Pengu- langan	1 jam	2 jam	3 jam	4 jam	5 jam	6 jam		24 jam
30%	1	4	12	20	36	56	76		96
30%	2	8	20	28	44	60	76		100
30%	3	4	12	24	36	56	72		100
30%	4	4	8	16	32	56	68		96
25%	1	4	8	16	32	48	60		92
25%	2	4	12	20	32	44	60		92
25%	3	0	8	16	24	36	52		96
25%	4	0	4	16	28	36	52		92
20%	1	0	0	4	20	36	52		84
20%	2	4	4	16	24	36	52		88
20%	3	0	4	8	20	28	44		84
20%	4	0	4	12	20	32	44		80
K (+)	1	100	100	100	100	100	100		100
K (+)	2	100	100	100	100	100	100		100
K (+)	3	100	100	100	100	100	100		100
K (+)	4	100	100	100	100	100	100		100
K (-)	1	0	0	0	0	0	0		0
K (-)	2	0	0	0	0	0	0		0
K (-)	3	0	0	0	0	0	0		0
K (-)	4	0	0	0	0	0	0		0

Tabel 5.6 Rerata Persentase Potensi Insektisida *Abbot* (dalam %)

Kadar	1 jam	2 jam	3 jam	4 jam	5 jam	6 jam		24 jam
30%	5	13	22	37	57	73		98
25%	2	8	17	29	41	56		93
20%	1	3	10	21	33	48		84
K (+)	0	0	0	0	0	0		0
K (-)	100	100	100	100	100	100		100



Data disajikan dalam bentuk statistik deskriptif berupa diagram garis (grafik) dengan sumbu X adalah lama paparan dan sumbu Y adalah potensi insektisida. Grafik rataan lama paparan paparan tiap perlakuan terhadap potensi insektisida larutan daun Mimba terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik berdasarkan Abbott's Formula adalah sebagai berikut :



Gambar 5.1 Grafik rataan potensi insektisida larutan daun Mimba

Dapat disimpulkan bahwa :

- semakin meningkat lama paparan tiap perlakuan, terdapat peningkatan potensi insektisida larutan daun Mimba terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik.
- semakin tinggi kadar larutan daun Mimba, semakin cepat peningkatan potensi insektisida larutan daun Mimba terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik

5.2 Analisis Data

5.2.1 Interpretasi Hasil Analisis Penelitian

5.2.1.1 Uji normalitas distribusi data dengan menggunakan uji statistik

Kolmogorov-Smirnov 1 sampel

Tujuannya untuk mengetahui data potensi insektisida larutan daun Mimba pada lama paparan jam ke 1, ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6 , dan ke 24 pada masing-masing kadar 20 %, 25 % dan 30 % berdistribusi normal / tidak normal.

Uji *Kolmogorov-Smirnov 1 sampel* menunjukkan bahwa data potensi insektisida larutan daun Mimba berdistribusi normal bila diperoleh nilai $p > 0.05$, namun bila $p < 0,05$ maka berarti data berdistribusi tidak normal. Dengan menggunakan program SPSS versi 16 dilakukan pengolahan data dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.7 Nilai p uji *Kolmogorov-Smirnov 1 sampel* data potensi insektisida larutan daun Mimba

Lama paparan	Larutan daun Mimba 20 %	Larutan daun Mimba 25 %	Larutan daun Mimba 30 %
jam ke-1	0,417	0,846	0,417
jam ke-2	0,417	0,964	0,780
jam ke-3	1,000	0,417	1,000
jam ke-4	0,417	0,905	0,780
jam ke-5	0,905	0,870	0,417
jam ke-6	0,846	0,846	0,905
jam ke-24	0,964	0,417	0,846

Data kontrol negatif dan kontrol positif tidak diolah karena mempunyai nilai ekstrim.

Dari tabel 5.7 menunjukkan bahwa semua nilai $p > 0,05$ berarti data potensi insektisida larutan daun Mimba pada lama paparan jam ke 1, ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6 , dan ke 24 pada masing-masing kadar 20 %, 25 % dan 30 % berdistribusi normal. Dengan demikian selanjutnya bisa digunakan uji statistik parametrik.

5.2.1.2 Uji homogenitas dengan menggunakan *Levene test for homogeneity of variance*.

Tujuannya untuk mengetahui data potensi insektisida larutan daun Mimba pada kadar 20 %, 25 % dan 30 % dan pada lama paparan jam ke 1, ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6 , dan ke 24 adalah homogen atau heterogen.

Uji homogenitas *Levene* menunjukkan bahwa data potensi insektisida larutan daun Mimba homogen bila diperoleh nilai $p > 0.05$, bila $p < 0.05$ berarti data tidak homogen. Dengan menggunakan program SPSS versi 16 dilakukan pengolahan data dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.8 Nilai *p Levene test for homogeneity of variance* data potensi insektisida larutan daun Mimba

potensi insektisida larutan daun Mimba	Nilai p
jam ke-1	0,622
jam ke-2	0,460
jam ke-3	0,173
jam ke-4	0,397
jam ke-5	0,024
jam ke-6	0,274
jam ke-24	0,856

Dari tabel 5.8 menunjukkan bahwa nilai $p > 0,05$ kecuali pada jam ke-5, berarti data potensi insektisida larutan daun Mimba adalah homogen pada lama paparan jam ke 1, ke 2, ke 3, ke 4, ke 6, dan ke 24; sedangkan data potensi insektisida larutan daun Mimba adalah tidak homogen pada lama paparan jam ke 5 karena nilai $p < 0,05$.

Dengan demikian selanjutnya data potensi insektisida larutan daun Mimba dapat dilakukan uji *One Way ANOVA* Sampel Independen untuk memeriksa ada tidaknya perbedaan potensi insektisida larutan daun Mimba pada

lama paparan paparan jam ke 1, ke 2, ke 3, ke 4, ke 6 dan ke 24 pada masing-masing kadar 20 %, 25 % dan 30 %.

Sedangkan untuk memeriksa ada tidaknya perbedaan potensi insektisida larutan daun Mimba pada lama paparan paparan jam ke 5 pada masing-masing kadar 20 %, 25 % dan 30 %, digunakan uji *Brown-Forsythe* yang merupakan pilihan menu program SPSS versi 16 apabila data tidak homogen.

5.2.1.3 Uji statistik One Way ANOVA Sampel Independen dan Brown-Forsythe.

Tujuannya untuk mengetahui ada atau tidak ada perbedaan bermakna potensi insektisida larutan daun Mimba antar kadar 20 %, 25 % dan 30 %.

Uji *One Way ANOVA* atau uji *Brown-Forsythe* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna data potensi insektisida larutan daun Mimba bila diperoleh nilai $p < 0.05$. Dengan menggunakan program SPSS versi 16 dilakukan pengolahan data dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.9 Nilai p *One Way ANOVA* data potensi insektisida larutan daun Mimba antar kadar 20 %, 25 % dan 30 %.

potensi insektisida larutan daun Mimba	Nilai p
jam ke-1	0,060
jam ke-2	0,012
jam ke-3	0,012
jam ke-4	0.010
jam ke-5	-----
jam ke-6	0,000
jam ke-24	0,000



Tabel 5.10 Nilai p uji *Brown-Forsythe* data potensi insektisida larutan daun

Mimba antar kadar 20 %, 25 % dan 30 %.

potensi insektisida larutan daun Mimba	Nilai p
jam ke-1	-----
jam ke-2	-----
jam ke-3	-----
jam ke-4	-----
jam ke-5	0,001
jam ke-6	-----
jam ke-24	-----

Dari tabel 5.9 dan 5.10 menunjukkan bahwa nilai $p < 0,05$ kecuali pada jam ke-1, berarti data potensi insektisida larutan daun Mimba kadar 20 %, 25 % dan 30 % berbeda bermakna pada lama paparan jam ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6, dan ke 24; sedangkan data potensi insektisida larutan daun Mimba kadar 20 %, 25 % dan 30 % tidak berbeda bermakna pada lama paparan jam ke 1 karena nilai $p > 0,05$.

Hal ini membuktikan bahwa :

- 1) ada perbedaan Potensi larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) pada kadar 20%, 25%, dan 30% sebagai Insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik pada lama paparan jam ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6, dan ke 24,
- 2) tidak ada perbedaan Potensi larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) pada kadar 20%, 25%, dan 30% sebagai Insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik pada lama paparan jam ke 1.

5.2.1.4 Post-hoc test dengan menggunakan uji *Tukey HSD* dan uji *Games-Howell*

Tujuan uji *Tukey HSD* untuk mengetahui perbedaan potensi insektisida larutan daun Mimba antar kadar 20 %, 25 % dan 30 % pada lama paparan jam

ke 1, ke 2, ke 3, ke 4, ke 6, dan ke 24. Sedangkan untuk mengetahui perbedaan potensi insektisida larutan daun Mimba antar kadar 20 %, 25 % dan 30 % pada lama paparan jam ke 5 digunakan uji *Games-Howell* karena data tidak homogen. Uji *Tukey HSD* dan uji *Games-Howell* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna data potensi insektisida larutan daun Mimba bila diperoleh nilai $p < 0.05$. Dengan menggunakan program SPSS versi 16 dilakukan pengolahan data dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.11 Hasil uji *Tukey HSD* dan uji *Games-Howell* data potensi insektisida larutan daun Mimba

lama paparan	kadar	kadar	nilai p	keterangan
jam ke 1 uji <i>Tukey HSD</i>	20 %	25 %	0,786	tidak ada perbedaan
		30 %	0,059	tidak ada perbedaan
	25 %	30 %	0,165	tidak ada perbedaan
jam ke 2 uji <i>Tukey HSD</i>	20 %	25 %	0,184	tidak ada perbedaan
		30 %	0,009	ada perbedaan
jam ke 3 uji <i>Tukey HSD</i>	20 %	25 %	0,113	tidak ada perbedaan
		30 %	0,009	ada perbedaan
jam ke 4 uji <i>Tukey HSD</i>	20 %	25 %	0,039	ada perbedaan
		30 %	0,001	ada perbedaan
jam ke 5 uji <i>Games-Howell</i>	20 %	25 %	0,154	tidak ada perbedaan
		30 %	0,000	ada perbedaan
jam ke 6 uji <i>Tukey HSD</i>	20 %	25 %	0,069	tidak ada perbedaan
		30 %	0,000	ada perbedaan
	25 %	30 %	0,001	ada perbedaan
jam ke 24 uji <i>Tukey HSD</i>	20 %	25 %	0,002	ada perbedaan
		30 %	0,000	ada perbedaan
	25 %	30 %	0,054	tidak ada perbedaan

Hal ini membuktikan bahwa :

- 1) pada lama paparan jam ke 2, ada perbedaan potensi insektisida larutan daun Mimba antar kadar 20 % dengan 30 %

- 2) pada lama paparan jam ke 3, ada perbedaan potensi insektisida larutan daun Mimba antar kadar 20 % dengan 30 %
- 3) pada lama paparan jam ke 4, ada perbedaan potensi insektisida larutan daun Mimba antar kadar 20 % dengan 25 %; kadar 25 % dengan 30 %; kadar 20 % dengan 30 %
- 4) pada lama paparan jam ke 5, ada perbedaan potensi insektisida larutan daun Mimba antar kadar 20 % dengan 30 %
- 5) pada lama paparan jam ke 6, ada perbedaan potensi insektisida larutan daun Mimba antar kadar 20 % dengan 30 %; kadar 25 % dengan 30 %
- 6) pada lama paparan jam ke 24, ada perbedaan potensi insektisida larutan daun Mimba antar kadar 20 % dengan 25 %; kadar 20 % dengan 30 %

Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada lama paparan jam ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6, dan ke 24 ada perbedaan potensi larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) pada kadar 20% dan 30% sebagai Insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik, sedangkan pada kadar 25 % potensi larutan daun Mimba tidak selalu ada perbedaan dengan kadar 20% dan 30%.

5.2.1.5 Uji parametrik regresi linear berganda

Tujuannya untuk mengetahui untuk mengetahui korelasi / pengaruh antara lama paparan dan kadar larutan daun mimba terhadap potensi insektisida. Uji regresi linear berganda menunjukkan bahwa ada pengaruh yang bermakna antara lama paparan dan kadar larutan daun mimba terhadap potensi insektisida larutan daun Mimba bila diperoleh nilai $p < 0.05$.

Dengan menggunakan program SPSS versi 16 dilakukan pengolahan data dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.12 Hasil uji regresi linear berganda data potensi insektisida larutan daun Mimba

Model	Coefficient	p
Constant	-17,586	0,032
Lama paparan	3,521	0,000
Kadar	124,642	0,000

Hal ini membuktikan bahwa :

- 1) ada pengaruh yang bermakna antara lama paparan terhadap potensi insektisida larutan daun Mimba,
- 2) ada pengaruh yang bermakna antara kadar larutan daun mimba terhadap potensi insektisida larutan daun Mimba.

Dari tabel 5.14 tersebut dapat dibuat persamaan $Y = a + bx_1 + bx_2$ sebagai berikut :

$$Y = -17,586 + 3,521 X_1 + 124,642 X_2$$

Keterangan :

- Y = potensi insektisida larutan daun Mimba
- X_1 = lama paparan dalam jam
- X_2 = kadar larutan daun Mimba

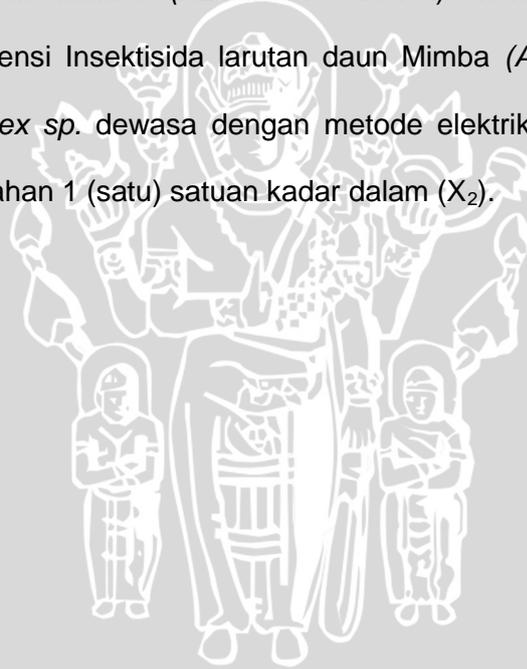
Dari persamaan tersebut dapat diinterpretasikan sebagai berikut :

- potensi insektisida larutan daun Mimba akan meningkat sebesar 3,521 untuk setiap tambahan 1 (satu) satuan waktu dalam jam (X_1) dengan asumsi variabel yang lain konstan. Jadi apabila lama paparan mengalami peningkatan, maka potensi insektisida larutan daun Mimba juga akan mengalami peningkatan.
- potensi insektisida larutan daun Mimba akan meningkat sebesar 124,642 untuk setiap tambahan 1 (satu) satuan kadar dalam (X_2) dengan asumsi

variabel yang lain konstan. Jadi apabila kadar larutan daun Mimba mengalami peningkatan, maka potensi insektisida larutan daun Mimba juga akan mengalami peningkatan.

Sehingga dapat diartikan bahwa :

- 1) lama paparan mempunyai pengaruh meningkatkan Potensi Insektisida larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) pada nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik sebesar 3,521 untuk setiap tambahan 1 (satu) satuan waktu dalam jam (X_1)
- 2) kadar larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) mempunyai pengaruh meningkatkan Potensi Insektisida larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) pada nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik sebesar 124,642 untuk setiap tambahan 1 (satu) satuan kadar dalam (X_2).



BAB 6

PEMBAHASAN

6.1 Uji Potensi Larutan Daun Mimba (*Azadirachta Indica*) sebagai Insektisida terhadap Nyamuk *Culex sp.* Dewasa dengan Metode Elektrik

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap larutan daun Mimba (*Azadirachta Indica*) sebagai insektisida nyamuk *Culex sp.* dengan metode elektrik. Kandungan yang terdapat pada daun mimba adalah senyawa tetranortriterpenes meliputi: *azadirachtin* (*azadirachtin A*), *azadiriadione*, *epoxyazadiriadione*, *azadirone*, *nimbidin*, *nimbin*, *deacetylnimbin*, *saponin*, *salannin*, *gedunin*, *mahmoodin*, *17-hydroxydiradione* dan lain-lainnya.. Cara kerja bahan aktif *Azadirachtin* sebagai insektisida alami terbukti efektif, ekonomis dan aman digunakan. Zat bioaktif ini bekerja sebagai zat penolak, penekan nafsu makan, mengganggu atau menghambat perkembangan telur, larva, pupa, dan serangga dewasa, sebagai racun, menurunkan produktivitas telur pada serangga betina, mengganggu kopulasi, serta mengganggu komunikasi seksual, dan mencegah serangga betina meletakkan telur. Efek primer *Azadirachtin* terhadap serangga berupa *antifeedant* dengan menghasilkan stimulan *deterren* spesifik berupa reseptor kimia (*chemoreceptor*) pada bagian mulut (*mouth part*) yang bekerja bersama-sama dengan reseptor kimia yang mengganggu persepsi rangsangan untuk makan (*phagostimulant*). Efek sekunder *Azadirachtin* yang dikandung tanaman Mimba berperan sebagai *ecdysion blocker* atau zat yang dapat menghambat kerja hormon *Ecdysion*, yaitu hormon yang berfungsi dalam metamorfosa serangga. Serangga akan terganggu pada proses pergantian kulit, ataupun proses perubahan dari telur menjadi larva, atau dari larva menjadi

kepompong atau dari kepompong menjadi dewasa. Biasanya kegagalan dalam proses ini mengakibatkan kematian pada serangga. Sifat penting *Azadirachtin* ini adalah fitotoksisitasnya kecil atau tidak ada pada dosis efektif, tidak toksis untuk manusia dan vertebrata lainnya (WHO, 2007).

Pada penelitian ini bahan yang digunakan sebagai kontrol positif adalah mat perangkat obat nyamuk elektrik yang mengandung *d-alettrin 78 mg/mat* dengan merek dagang tertentu. Alasan pemilihan ini karena insektisida elektrik dengan mat sangat umum digunakan oleh masyarakat. Obat nyamuk elektrik jenis ini menjadi populer penggunaannya di masyarakat karena bersifat praktis, tanpa asap, dan bau yang minimal. Mat adalah *porous paper pad* berukuran 35 × 22 × 2 mm yang direndam dengan insektisida. Mat tersebut dipanaskan dengan listrik 5 – 6 watt selama 8 sampai 10 jam. Dengan suhu 125 °C - 160 °C atau rata-rata 145 °C. Beberapa pemanas listrik membutuhkan waktu sekitar 30 menit untuk mencapai suhu yang diinginkan. Mat tersebut menggunakan warna biru yang bisa berubah menjadi wana putih bila terjadi penguapan insektisida. (WHO, 2015).

Insektisida alami merupakan salah satu sarana pengendalian hama alternatif yang layak dikembangkan. Insektisida alami telah diketahui memiliki kelebihan dibandingkan insektisida kimia. Insektisida alami memiliki efek toksik yang rendah terhadap organisme non target termasuk manusia, tidak menimbulkan polusi terhadap lingkungan, degradasi yang cepat sehingga tidak menghasilkan residu dan berpotensi tidak menimbulkan resisten terhadap serangga (Aguayo, 2013).

Melalui uji *One Way ANOVA* dan uji *Brown-Forsythe* diketahui bahwa perlakuan berbagai kadar larutan daun Mimba (*Azadirachta Indica*) dan lama

paparan menunjukkan ada perbedaan Potensi larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) pada kadar 20%, 25%, dan 30% sebagai Insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik pada lama paparan jam ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6, dan ke 24.

Melalui uji *Tukey HSD test* dan uji *Games-Howell* diketahui bahwa pada lama paparan jam ke 2, ke 3, ke 4, ke 5, ke 6, dan ke 24 ada perbedaan potensi larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) pada kadar 20% dan 30% sebagai Insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik, sedangkan pada kadar 25 % potensi larutan daun Mimba tidak selalu ada perbedaan dengan kadar 20% dan 30%.

Melalui uji regresi *linear* berganda juga diketahui bahwa potensi insektisida larutan daun Mimba akan meningkat apabila lama paparan mengalami peningkatan dan apabila kadar larutan daun Mimba mengalami peningkatan.

Hal ini karena semakin tinggi kadar larutan daun Mimba maka kadar zat aktif yang terkandung di dalam larutan daun Mimba semakin besar pula. Selain itu semakin lama waktu paparan kadar larutan daun Mimba, maka semakin tinggi potensi kematian yang ditimbulkan sehingga mengurangi jumlah nyamuk yang hidup.

Hal ini dimungkinkan karena menurut Puri (2006), daya kerja *salanin* dalam menurunkan nafsu makan bekerja lambat (memerlukan waktu beberapa hari) namun merusak tubuh serangga secara pasti sehingga semakin lama waktu paparan, semakin tinggi pula tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh insektisida tersebut. Namun lama paparan menunjukkan korelasi yang tinggi karena seiring

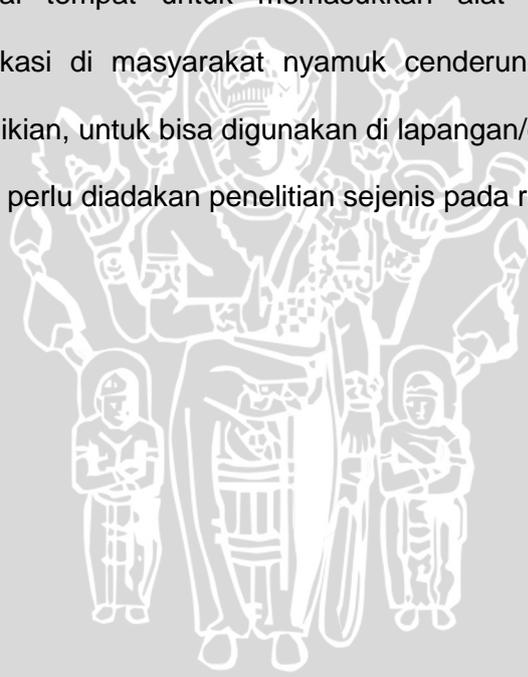
dengan bertambahnya waktu, akumulasi zat aktif insektisida di dalam tubuh nyamuk meningkat dan menimbulkan efek kerusakan yang lebih besar.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) merupakan salah satu tanaman yang mempunyai potensi sebagai insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dengan metode elektrik.

6.2 Manfaat penelitian Daun Mimba (*Azadirachta Indica*) sebagai Insektisida terhadap Nyamuk *Culex sp.* Dewasa

Daun mimba tersedia sepanjang tahun dalam jumlah yang melimpah, pohon mimba dapat menghasilkan kurang lebih 360 kg daun segar setiap tahun dan tanaman mimba dijumpai di Jawa dan Bali, terutama di sepanjang pantai utara Jawa. Dalam pengalaman peneliti, 300 gram daun Mimba setara dengan 2 liter dan mudah dibuat dalam bentuk larutan dengan memblender atau menumbuknya, sehingga mudah diolah oleh masyarakat. Obat nyamuk elektrik mempunyai beberapa kelebihan antara lain praktis, tidak meninggalkan abu, dan tidak menyebabkan asap berbau menyengat. Pengendalian populasi nyamuk *Culex sp.* dewasa yang efektif adalah memberantas nyamuk nya di dalam rumah pada malam hari dengan menggunakan larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) metode elektrik diharapkan dapat menurunkan penularan penyakit dan dapat menurunkan gangguan akibat dengungan dan gigitannya yang dapat menimbulkan phobi (entomopobhia), dermatitis dan urticaria. Selain itu penggunaan larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) dengan metode elektrik secara terus menerus oleh sebagian besar masyarakat dalam jumlah yang besar pada skala nasional diharapkan dapat menurunkan penggunaan insektisida kimia dan beresiko negatif terhadap keseimbangan alam.

Kelemahan pada penelitian ini adalah keterbatasan alat, bahan, biaya dan usia dari nyamuk. Alat yang dimaksud adalah kandang yang dapat mempengaruhi jumlah nyamuk yang mati. Sebagai contoh, jika proses pembersihan kandang yang kurang sempurna maka akan terjadi 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 untuk memasukkan alat penguap elektrik, 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.



BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

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

1. Larutan daun Mimba (*Azadirachta Indica*) mempunyai Potensi Insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik.
2. Semakin tinggi kadar larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) maka semakin tinggi potensi insektisida pada nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik.
3. Semakin lama paparan larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) maka semakin besar potensi insektisida pada nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik.

7.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka dengan ini dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut :

- Dilakukan sosialisasi kepada masyarakat untuk memanfaatkan larutan daun Mimba (*Azadirachta indica*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Culex sp.* dewasa dengan metode elektrik.
- Dilakukan penelitian lebih mendalam terhadap tanaman Mimba (*Azadirachta indica*) untuk menyelidiki berbagai manfaat lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amtul Jamil Sami and Shakoori A. R., 2014. *Potential of Azadirachtin and Neem (Azadirachta indica) Based Saponins as Biopesticides for In vitro Insect Pests Cellulase (Beta-1,4-Endoglucanase) Enzyme Inhibition and In vivo Repellency on Tribolium castaneum*. British Biotechnology Journal 4(8): 904-917, 2014
- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, 2009. *Mimba Pestisida Nabati Ramah Lingkungan*. <http://balitkabi.litbang.deptan.go.id/info-teknologi/217-mimba-pestisida-nabati-ramah-lingkungan.html>
- Bennett J.C. and Plum F., 1996. *Cecil Textbook of Medicine*, 20th Edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Boadu K.O, dkk. 2011. *Asian Journal of Plant Science and Research-Production of Natural Insecticide from Neem Leaves (Azadirachta Indica)*. Pelagia Research Library, Cape Coast, Ghana.
- Budi Marwoto, dkk. 2012. *Penerapan Inovasi Teknologi dalam Mendukung Pembangunan Hortikultura yang Berdaya Saing dan Berbasis Keragaman Sumber Daya Lokal*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Lembang, 5 Juli 2012.
- Csurhes S., 2008. *Pest plant risk assessment – Neem Tree (Azadirachta Indica)*. Queensland Government, Brisbane.
- Guzman, 2010. http://www.google.com/imgres?imgurl=https://c1.staticflickr.com/5/4096/4935341126_12e438d5ae.jpg&imgrefurl=https://www.flickr.com/photos/entomopixel/4935341126/&h=333&w=500&tbnid=HgJoygXpgMZq5M:&zoom=1&docid=J6YIbzVTjKmXMM&ei=kq7eVO3ZSxuAT3kYHDQ&tbn=isch&ved=0CEIQMygaMBo, diakses tanggal 14 Februari 2015.
- Gandahasada S, dkk. 2006. *Parasitologi Kedokteran*, Edisi 3. Balai Penerbit FKUI, Jakarta.
- Girish K. and Shankara Bhat S., 2008. *Neem – A Green Treasure*. Electronic Journal of Biology, 2008, Vol. 4(3):102-111
- Hadi Suwasono dan Mardjan Soekirno, 2004. Uji Coba beberapa Insektisida golongan Pyrethroid Sintetik terhadap Vektor Demam Berdarah Dengue *Aedes Aegypti* di Wilayah Jakarta Utara. *ejournal.litbang.depkes.go.id* Vol 3, No 1 April 2004.
- Habluetzel, 2009. *Azadirachta indica as a public health tool for the control of malaria & other vector-borne diseases*. Indian J Med Res 130, August 2009, pp 112-114

Kardinan A., 2015. *Pestisida Nabati : Ramuan & Aplikasi*. <http://kebundirumah.com/daun-mimba-dan-hama-rayap/>. diakses tanggal 9 Maret 2015.

Kartono, 2012. *Manfaat Tanaman Mimba Sebagai Insektisida Nabati*. [http://banten.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com_content &view =article&id=507:manfaat-tanaman-mimba-sebagai-insektisida-nabati &catid = 12 : koran&Itemid=12.2012](http://banten.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=article&id=507:manfaat-tanaman-mimba-sebagai-insektisida-nabati&catid=12:koran&Itemid=12.2012).diakses 20 Oktober 2012.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2012. *Pedoman Pengendalian Demam Chikungunya*, Edisi 2. Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, Jakarta.

Lehane M.J., 2005. *The Biology of Blood-Sucking in Insects*, Second Edition, Cambridge University Press, Cambridge.

Mardiningsih TL, dkk. 2010. *Efektivitas Insektisida Nabati Berbahan Aktif Azadirachtin Dan Saponin Terhadap Mortalitas Dan Intensitas Serangan Aphis Gossypii Glover*. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Bul. Littro. Vol. 21 No. 2, 2010, 171 – 183

Marcello Nicoletti et all, 2010. *Neem Tree (Azadirachta indica A. Juss) as Source of Bioinsectides*. Department of Environmental Biology - University Sapienza of Rome, Roma and ENEA C.R. Casaccia – S. Maria di Galeria (Roma), Italy.

Nair, KS, 2000. *Insect Pest and Disease in Indonesian Forest*. Center for International Forestry Research, Bogor.

Puri H.S., 2006. *Neem - The Divine Tree Azadirachta Indica*. Harwood Academic Publishers, Amsterdam.

Rampengan, 2008. *Penyakit Infeksi Tropik Pada Anak*, Edisi 2, Cetakan 1. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.

Sholichah Z., 2009. *Ancaman Dari Nyamuk Culex sp Yang Terabaikan*. BALABA Vol. 5, No. 01 Jun 2009 : 21-23.

Soedarto, 2007. *Sinopsis Kedokteran Tropis*, Cetakan pertama. Airlangga University Press, Surabaya.

Sukrasno & Tim Lentera, 2004. *Mimba Tanaman Obat Multifungsi*, Cetakan kedua. Penerbit PT Agro Media Pustaka, Depok.

Steve Csurhes, 2008. *Pest Plant Risk Assessment - Neem Tree Azadirachta Indica*. Biosecurity Queensland Department of Primary Industries and Fisheries, Queensland.

Tjokroprawiro A., Setiawan P. B., Santoso D., Soegiarto G. 2007. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam*, Cetakan pertama. Airlangga University Press, Surabaya.

Trifone D'Addabbo et al., 2014. *Biocide plants as a sustainable tool for the control of pests and pathogens in vegetable cropping systems*. Italian Journal of Agronomy 2014; volume 9:616

Tri Yunis Miko Wahyono, 2010. Analisis Epidemiologi Deskriptif Filariasis di Indonesia. Buletin Jendela Epidemiologi, Volume 1, Juli 2010

Teguh Setyaji, 2009. *Peningkatan Produktivitas Bahan Aktif Untuk Biofarmaka/pestisida (Azadirachtin) Pada Tanaman Mimba (Azadirachta Indica A. Juss) Melalui Teknologi Pemuliaan Pohon*. Balai Besar Penelitian Bioteknologi Dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta - Badan Litbang Kehutanan - Departemen Kehutanan RI.

WHO, 2006. *Guidelines for Prevention and Control of Japanese Encephalitis*. Zoonosis Division, National Institute of Communicable Disease, WHO Country Office for India, New Delhi.

WHO, 2007. *WHO monographs on Selected Medicinal Plants*, Volume 3. WHO Press, Geneva.

WHO, 2013. *Lymphatic Filariasis - A Handbook for National Elimination Programmes*. WHO Press, Geneva.

WHO Country Office For India, 2006. *Guidelines for Prevention and Control of Japanese Encephalitis*. Zoonosis Division - National Institute Of Communicable Diseases (Directorate General of Health Services) 22-Sham Nath Marg, Delhi.

Zaman V., 1997. *Atlas Parasitologi kedokteran*, Edisi II. Penerbit Hipokrates, Jakarta 1997.

Zinabu Anamo and Negga Baraki, 2008. *Medical Entomology*. Produced in collaboration with the Ethiopia Public Health Training Initiative, The Carter Center, the Ethiopia Ministry of Health, and the Ethiopia Ministry of Education.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Yosafat Starlet Hasan Airlangga

NIM : 0910714057

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 akui 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, 27 Mei 2015

Yang membuat pernyataan,

Yosafat Starlet Hasan Airlangga

LAMPIRAN

1. Lampiran Deskriptif :

		Descriptives							
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
potensi jam ke-1	30%	4	5,00	2,000	1,000	1,82	8,18	4	8
	25%	4	2,00	2,309	1,155	-1,67	5,67	0	4
	20%	4	1,00	2,000	1,000	-2,18	4,18	0	4
	Total	12	2,67	2,605	,752	1,01	4,32	0	8
potensi jam ke-2	30%	4	13,00	5,033	2,517	4,99	21,01	8	20
	25%	4	8,00	3,266	1,633	2,80	13,20	4	12
	20%	4	3,00	2,000	1,000	-,18	6,18	0	4
	Total	12	8,00	5,394	1,557	4,57	11,43	0	20
potensi jam ke-3	30%	4	22,00	5,164	2,582	13,78	30,22	16	28
	25%	4	17,00	2,000	1,000	13,82	20,18	16	20
	20%	4	10,00	5,164	2,582	1,78	18,22	4	16
	Total	12	16,33	6,485	1,872	12,21	20,45	4	28
potensi jam ke-4	30%	4	37,00	5,033	2,517	28,99	45,01	32	44
	25%	4	29,00	3,830	1,915	22,91	35,09	24	32
	20%	4	21,00	2,000	1,000	17,82	24,18	20	24
	Total	12	29,00	7,652	2,209	24,14	33,86	20	44
potensi jam ke-5	30%	4	57,00	2,000	1,000	53,82	60,18	56	60
	25%	4	41,00	6,000	3,000	31,45	50,55	36	48
	20%	4	33,00	3,830	1,915	26,91	39,09	28	36
	Total	12	43,67	11,114	3,208	36,61	50,73	28	60
potensi jam ke-6	30%	4	73,00	3,830	1,915	66,91	79,09	68	76
	25%	4	56,00	4,619	2,309	48,65	63,35	52	60
	20%	4	48,00	4,619	2,309	40,65	55,35	44	52
	Total	12	59,00	11,584	3,344	51,64	66,36	44	76
potensi jam ke-24	30%	4	98,00	2,309	1,155	94,33	101,67	96	100
	25%	4	93,00	2,000	1,000	89,82	96,18	92	96
	20%	4	84,00	3,266	1,633	78,80	89,20	80	88
	Total	12	91,67	6,485	1,872	87,55	95,79	80	100

2. Lampiran Uji normalitas distribusi data dengan menggunakan uji statistik Kolmogorov-Smirnov 1 sampel :

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

kadar			potensi						
			jam ke-1	jam ke-2	jam ke-3	jam ke-4	jam ke-5	jam ke-6	jam ke-24
30%	N		4	4	4	4	4	4	4
Normal Parameters ^{a,b}	Mean		5,00	13,00	22,00	37,00	57,00	73,00	98,00
	Std. Deviation		2,000	5,033	5,164	5,033	2,000	3,830	2,309
Most Extreme Differences	Absolute		,441	,329	,151	,329	,441	,283	,307
	Positive		,441	,329	,151	,329	,441	,217	,307
Negative			-,309	-,171	-,151	-,171	-,309	-,283	-,307
Kolmogorov-Smirnov Z			,883	,657	,301	,657	,883	,567	,614
Asymp. Sig. (2-tailed)			,417	,780	1,000	,780	,417	,905	,846
25%	N		4	4	4	4	4	4	4
Normal Parameters ^{a,b}	Mean		2,00	8,00	17,00	29,00	41,00	56,00	93,00
	Std. Deviation		2,309	3,266	2,000	3,830	6,000	4,619	2,000
Most Extreme Differences	Absolute		,307	,250	,441	,283	,298	,307	,441
	Positive		,307	,250	,441	,217	,298	,307	,441
Negative			-,307	-,250	-,309	-,283	-,202	-,307	-,309
Kolmogorov-Smirnov Z			,614	,500	,883	,567	,595	,614	,883
Asymp. Sig. (2-tailed)			,846	,964	,417	,905	,870	,846	,417
20%	N		4	4	4	4	4	4	4
Normal Parameters ^{a,b}	Mean		1,00	3,00	10,00	21,00	33,00	48,00	84,00
	Std. Deviation		2,000	2,000	5,164	2,000	3,830	4,619	3,266
Most Extreme Differences	Absolute		,441	,441	,151	,441	,283	,307	,250
	Positive		,441	,309	,151	,441	,217	,307	,250
Negative			-,309	-,441	-,151	-,309	-,283	-,307	-,250
Kolmogorov-Smirnov Z			,883	,883	,301	,883	,567	,614	,500
Asymp. Sig. (2-tailed)			,417	,417	1,000	,417	,905	,846	,964

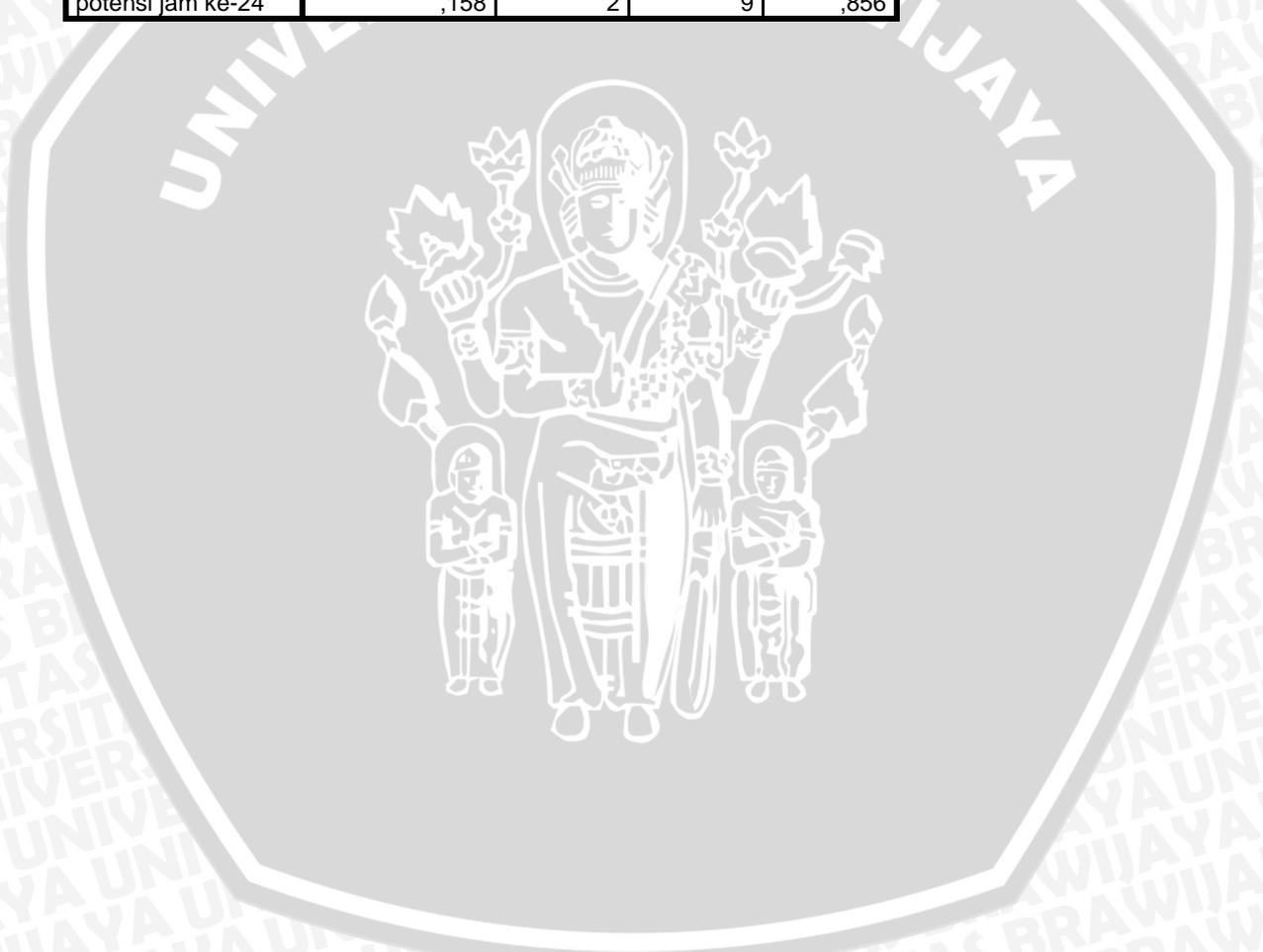
a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

3. Lampiran Uji homogenitas dengan menggunakan *Levene test for homogeneity of variance* :

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
potensi jam ke-1	,500	2	9	,622
potensi jam ke-2	,848	2	9	,460
potensi jam ke-3	2,143	2	9	,173
potensi jam ke-4	1,026	2	9	,397
potensi jam ke-5	5,842	2	9	,024
potensi jam ke-6	1,500	2	9	,274
potensi jam ke-24	,158	2	9	,856



4. Lampiran Uji statistik *One Way ANOVA* Sampel Independen :

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
potensi jam ke-1	Between Groups	34,667	2	17,333	3,900	,060
	Within Groups	40,000	9	4,444		
	Total	74,667	11			
potensi jam ke-2	Between Groups	200,000	2	100,000	7,500	,012
	Within Groups	120,000	9	13,333		
	Total	320,000	11			
potensi jam ke-3	Between Groups	290,667	2	145,333	7,605	,012
	Within Groups	172,000	9	19,111		
	Total	462,667	11			
potensi jam ke-4	Between Groups	512,000	2	256,000	17,455	,001
	Within Groups	132,000	9	14,667		
	Total	644,000	11			
potensi jam ke-5	Between Groups	1194,667	2	597,333	32,780	,000
	Within Groups	164,000	9	18,222		
	Total	1358,667	11			
potensi jam ke-6	Between Groups	1304,000	2	652,000	34,116	,000
	Within Groups	172,000	9	19,111		
	Total	1476,000	11			
potensi jam ke-24	Between Groups	402,667	2	201,333	30,200	,000
	Within Groups	60,000	9	6,667		
	Total	462,667	11			

Robust Tests of Equality of Means

potensi jam ke-5

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Brown-Forsythe	32,780	2	5,871	,001

a. Asymptotically F distributed.

5. Lampiran Post-hoc test dengan menggunakan Tukey HSD test dan uji Games-Howell :

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
potensi jam ke-1	30%	25%	3,000	1,491	,165	-1,16	7,16
		20%	4,000	1,491	,059	-,16	8,16
	25%	30%	-3,000	1,491	,165	-7,16	1,16
		20%	1,000	1,491	,786	-3,16	5,16
	20%	30%	-4,000	1,491	,059	-8,16	,16
		25%	-1,000	1,491	,786	-5,16	3,16
potensi jam ke-2	30%	25%	5,000	2,582	,184	-2,21	12,21
		20%	10,000 [*]	2,582	,009	2,79	17,21
	25%	30%	-5,000	2,582	,184	-12,21	2,21
		20%	5,000	2,582	,184	-2,21	12,21
	20%	30%	-10,000 [*]	2,582	,009	-17,21	-2,79
		25%	-5,000	2,582	,184	-12,21	2,21
potensi jam ke-3	30%	25%	5,000	3,091	,288	-3,63	13,63
		20%	12,000 [*]	3,091	,009	3,37	20,63
	25%	30%	-5,000	3,091	,288	-13,63	3,63
		20%	7,000	3,091	,113	-1,63	15,63
	20%	30%	-12,000 [*]	3,091	,009	-20,63	-3,37
		25%	-7,000	3,091	,113	-15,63	1,63
potensi jam ke-4	30%	25%	8,000 [*]	2,708	,039	,44	15,56
		20%	16,000 [*]	2,708	,001	8,44	23,56
	25%	30%	-8,000 [*]	2,708	,039	-15,56	-,44



		20%	8,000*	2,708	,039	,44	15,56
	20%	30%	-16,000*	2,708	,001	-23,56	-8,44
		25%	-8,000*	2,708	,039	-15,56	-,44
potensi jam ke-5	30%	25%	16,000*	3,018	,001	7,57	24,43
		20%	24,000*	3,018	,000	15,57	32,43
	25%	30%	-16,000*	3,018	,001	-24,43	-7,57
		20%	8,000	3,018	,062	-,43	16,43
	20%	30%	-24,000*	3,018	,000	-32,43	-15,57
		25%	-8,000	3,018	,062	-16,43	,43
potensi jam ke-6	30%	25%	17,000*	3,091	,001	8,37	25,63
		20%	25,000*	3,091	,000	16,37	33,63
	25%	30%	-17,000*	3,091	,001	-25,63	-8,37
		20%	8,000	3,091	,069	-,63	16,63
	20%	30%	-25,000*	3,091	,000	-33,63	-16,37
		25%	-8,000	3,091	,069	-16,63	,63
potensi jam ke-24	30%	25%	5,000	1,826	,054	-,10	10,10
		20%	14,000*	1,826	,000	8,90	19,10
	25%	30%	-5,000	1,826	,054	-10,10	,10
		20%	9,000*	1,826	,002	3,90	14,10
	20%	30%	-14,000*	1,826	,000	-19,10	-8,90
		25%	-9,000*	1,826	,002	-14,10	-3,90

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Homogeneous Subsets

potensi jam ke-1

Tukey HSD^a

kadar	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
20%	4	1,00	
25%	4	2,00	
30%	4	5,00	
Sig.		,059	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

potensi jam ke-2

Tukey HSD^a

kadar	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
20%	4	3,00	
25%	4	8,00	8,00
30%	4		13,00
Sig.		,184	,184

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

potensi jam ke-3

Tukey HSD^a

kadar	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
20%	4	10,00	
25%	4	17,00	17,00
30%	4		22,00
Sig.		,113	,288

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

potensi jam ke-4

Tukey HSD^a

kadar	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
20%	4	21,00		
25%	4		29,00	
30%	4			37,00
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.



potensi jam ke-5

Tukey HSD^a

kadar	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
20%	4	33,00	
25%	4	41,00	
30%	4		57,00
Sig.		,062	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

potensi jam ke-6

Tukey HSD^a

kadar	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
20%	4	48,00	
25%	4	56,00	
30%	4		73,00
Sig.		,069	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

potensi jam ke-24

Tukey HSD^a

kadar	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
20%	4	84,00	
25%	4		93,00
30%	4		98,00
Sig.		1,000	,054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.



Multiple Comparisons

potensi jam ke-5

Games-Howell

(I) kadar	(J) kadar	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
30%	25%	16,000*	3,162	,019	4,23	27,77
	20%	24,000*	2,160	,000	16,70	31,30
25%	30%	-16,000*	3,162	,019	-27,77	-4,23
	20%	8,000	3,559	,154	-3,50	19,50
20%	30%	-24,000*	2,160	,000	-31,30	-16,70
	25%	-8,000	3,559	,154	-19,50	3,50

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



6. Lampiran Uji parametrik regresi linear berganda :

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	kadar, waktu ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: potensi

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,888 ^a	,788	,783	14,187

a. Predictors: (Constant), kadar, waktu

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	60700,817	2	30350,409	150,799	,000 ^a
	Residual	16302,421	81	201,264		
	Total	77003,238	83			

a. Predictors: (Constant), kadar, waktu

b. Dependent Variable: potensi

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-17,586	8,044		-2,186	,032
	waktu	3,521	,211	,854	16,683	,000
	kadar	124,642	31,855	,200	3,913	,000

a. Dependent Variable: potensi