

**UJI POTENSI EKSTRAK ETANOL BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) SEBAGAI INSEKTISIDA TERHADAP NYAMUK AEADES AEGYPTI DENGAN MENGGUNAKAN METODE SEMPROT**

**TUGAS AKHIR**

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



**Oleh :**

**ALFIN ARIFULLAH**

**115070100111081**

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

**2016**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada tuhan yang maha mulia, berkat rahmat dan bimbinganNya kami dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“UJI POTENSI EKSTRAK ETANOL BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) SEBAGAI INSEKTISIDA TERHADAP NYAMUK AEDES AEGYPTI DENGAN MENGGUNAKAN METODE SEMPROT”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran (S.Ked) pada Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.

Bersama ini perkenankanlah saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dengan hati yang tulus

s kepada:

1. Dr. dr. Sri Andarini, M.kes, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas kepada kami untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan program studi pendidikan dokter.
2. Prof. Dr. dr. Teguh Wahyu Sardjono, DTM&H, M.Si., Sp.Park, selaku ketua Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya yang telah memberikan kesempatan dan dorongan serta bimbingan kepada saya untuk menyelesaikan program pendidikan dokter.
3. dr. Aswin Djoko Baskoro MS., Sp.ParK.PhD selaku pembimbing pertama sekaligus penguji yang telah memberikan dorongan dan bimbingan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Edwin Widodo, SSi., MSc. selaku pembimbing kedua sekaligus penguji saya yang telah memberikan dorongan dan bimbingan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Analisa Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Mbak Heni, serta bagian administrasi Laboratorium Parasitologi,

Mbak Icha, yang telah meluangkan waktu untuk membantu menyelesaikan penelitian dan pengurusan tugas akhir.

6. Segenap Tim Tugas Akhir Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir.
7. Ayah dan Ibu tercinta, serta keluarga saya yang telah memberikan segenap kasih sayang, nasehat, motivasi, fasilitas, doa, keikhlasan, kesabaran serta juga dukungan yang sangat luar biasa sehingga saya bisa sampai di titik sekarang.
8. Racun yang selalu kompak Jodi, Reza, Novian, Ibnu, Febri, Fils, Robi, Ridho, Joko, Karthik, Rizky, Satya, Pace terima kasih telah membuktikan bahwa masih ada orang baik seperti kalian di dunia ini, kekonyolan kalian adalah pelengkap kehidupan. Beruntung bisa menemukan sahabat seperti kalian di kota Singo Edan.
9. Bhidara yang udah nemenin ngerjain dan membantu kelancaran pembuatan proposal ini
10. Semua Dosen yang telah mengajar saya selama 3,5 tahun ini terima kasih atas ilmunya semoga bermanfaat, semoga saya bisa menerapkan ilmu itu untuk masyarakat.

Malang, 27 April 2016

Penulis

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**TUGAS AKHIR**

**UJI POTENSI EKSTRAK ETANOL BAWANG PUTIH (*Allium sativum*)  
SEBAGAI INSEKTISIDA TERHADAP NYAMUK AEDES AEGYPTI DENGAN  
MENGUNAKAN METODE SEMPROT**

Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran

Oleh :

**Alfin Arifullah**  
**115070107111081**

Telah Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

dr. Aswin Djoko Baskoro MS., Sp.Park.  
NIP. 130248571

Edwin Widodo, SSi.,MSc.  
NIP. 198105042005011001

Ketua Program Studi Pendidikan Dokter  
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

Prof. Dr. dr. Teguh Wahyu Sardjono, DTM&H, M.Si., Sp.Park  
NIP. 195204101980021001

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**UJI POTENSI EKSTRAK ETANOL BAWANG PUTIH (*Allium sativum*)  
SEBAGAI INSEKTISIDA TERHADAP NYAMUK AEDES AEGYPTI DENGAN  
MENGUNAKAN METODE SEMPROT**

Oleh :

Alfin Arifullah

NIM. 115070100111081

Telah diuji pada

Hari : rabu

Tanggal : 27 april 20116

Dan dinyatakan lulus oleh

Penguji I,

Dr. Bayu Lestari, M.Biomed

NIP. 198602012010121004

Penguji II / Pembimbing I,

Penguji III / Pembimbing II,

dr. Aswin Djoko Baskoro MS., Sp.Park.

NIP. 130248571

Edwin Widodo, SSi.,MSc.

NIP. 198105042005011001

## ABSTRAK

Arifullah, Alfin. 2016. **Uji Potensi Ekstrak Etanol Bawang Putih (*Allium sativum*) Sebagai Insektisida Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* dengan Metode Semprot.** Tugas akhir, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Dosen Pembimbing: (1) dr. Aswin D. Baskoro, MS., Sp.ParK (2) Edwin Widodo, Ssi.,MSc.

Penyakit Infeksi adalah salah satu masalah penyakit utama di Indonesia. Salah satunya disebarkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*. Nyamuk *Aedes aegypti* dimasukkan dalam *fillum* Arthropoda atau binatang beruas, dan vektor yang paling efisien untuk arbovirus karena sangat anthropophilic, tumbuh subur di daerah pemukiman manusia. Pencegahan sangatlah penting untuk mencegah penyebaran penyakit, salah satunya menggunakan insektisida. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan ekstrak etanol bawang putih (*Allium sativum*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Penelitian ini menggunakan eksperimen laboratorium untuk melihat efek insektisida ekstrak etanol bawang putih (*Allium sativum*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dengan konsentrasi 20%, 30%, dan 40% dan dengan pembandingan malation 0,28% sebagai kontrol positif dan Larutan *Aquadest* sebagai kontrol negatif. Rancang penelitian ini adalah *true experimental-posttest only control group desain*, dengan subjek penelitian yaitu *Aedes aegypti* yang didapat dari dinas kesehatan Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak etanol bawang putih (*Allium sativum*) 20% memiliki rata rata kematian 10 nyamuk, 30% memiliki rata rata kematian sebesar 13 nyamuk, dan 40% memiliki rata rata kematian sebesar 15 nyamuk. Kesimpulannya ekstrak etanol bawang putih (*Allium sativum*) berpotensi sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dimulai dari konsentrasi 20% dan konsentrasi yang paling efektif adalah 30%. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan semakin banyak nyamuk yang mati dan semakin lama waktu penelitian semakin banyak nyamuk yang mati.

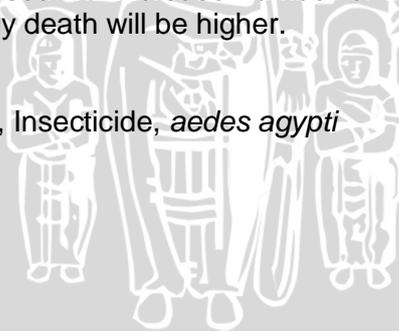
**Kata Kunci :** *Allium sativum*, Insektisida, *Aedes aegypti*

**ABSTRACT**

Arifullah, Alfin. 2016. **The Potential Effect Of *Allium sativum* Extract On Mosquito *Aedes aegypti* as an Insecticide using Spraying Method.** Final Assignment, Faculty of Medicine, Brawijaya University. Supervisors: (1) dr. Aswin D. Baskoro, MS., Sp.Park (2) Edwin Widodo, Ssi.,MSc.

Infection is one of the most common diseases in Indonesia, and a kind of mosquito named *Aedes aegypti* also spreads mosquito diseases. *Aedes aegypti* mosquito, is classified into fillum of arthropods and it is an efficient vector for arboviruses because it is very anthropophilic and thrives in the area of human settlements. It is important to prevent this spreading, and one of the ways is by using insecticide. This research is one purpose to prove that ethanol extract of garlic (*Allium sativum*) can be an insecticide for *Aedes aegypti* mosquito. This research is done by doing some laboratory experiments to see the insecticide effect of the etanol extract garlic as an insecticide for *Aedes aegypti* mosquito with concentration 20%, 30% and 40% and as a control, using malathion 0,28% as a positive control and aquadest solution as the negative control. The method used in this research is true experimental-posttest only control group design. The subject of research is *Aedes aegypti* mosquito from *dinas kesehatan* Surabaya. The result concentration of garlic extract shows that 20% has death average 10 mosquitoes, 30% has death average 13 mosquitoes and 40% has death average of 15 mosquitoes. The conclusion is ethanol extract of garlic (*Allium sativum*) has potential as an insecticide against mosquitoes *Aedes aegypti* starting from a concentration of 20 % and the most effective concentration is 30 %. Higher concentration used will increase number of fly death and longer the treatments, the number of fly death will be higher.

**Keywords :** *Allium sativum*, Insecticide, *aedes agypti*



DAFTAR ISI

	Halaman
Judul.....	i
Kata Pengantar.....	ii
Halaman Persetujuan .....	iv
Halaman Pengesahan .....	v
Abstrak .....	vi
Abstract .....	vii
Daftar Isi .....	viii
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Lampiran.....	xiv
Daftar Singkatan.....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.2.1 Masalah Umum.....	4
1.2.2 Masalah Khusus.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1 Tujuan Umum.....	4
1.3.2 Tujuan Khusus .....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Nyamuk Aedes aegypti.....	6
2.1.1 Taksonomi .....	7
2.1.2 Morfologi .....	8



2.1.2.1 Telur .....	8
2.1.2.2 Larva .....	8
2.1.2.3 Pupa.....	9
2.1.2.4 Nyamuk Dewasa .....	10
2.1.3 Siklus Hidup.....	11
2.1.4 Tempat Perindukan.....	12
2.2 Pengendalian Terhadap Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	12
2.2.1 Pengendalian Secara Alami .....	13
2.2.2 Pengendalian Secara Buatan.....	13
2.3 Kepentingan Medis.....	15
2.3.1 Chikungunya.....	15
2.3.2 Demam Berdarah Dengue (DBD) .....	16
2.4 Bawang Putih ( <i>Allium sativum</i> ) .....	17
2.4.1 Taksonomi .....	17
2.4.2 Morfologi dan Deskripsi .....	18
2.4.2.1 Bagian Vegetatif .....	18
2.4.2.2 Bagian Generatif .....	19
2.4.3 Kandungan dan Manfaat .....	19
2.4.3.1 Allicin .....	19
2.4.3.2 <i>Flavonoid</i> .....	20
2.4.3.3 <i>Saponin</i> .....	21
2.5 Insektisida .....	21
<b>BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1 Kerangka Konsep .....	23
3.2 Penjelasan Kerangka Konsep .....	24



3.3 Hipotesis Penelitian .....	24
<b>BAB 4 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
4.1 Desain Penelitian .....	25
4.2 Populasi dan Sampel .....	25
4.2.1 Populasi .....	25
4.2.2 Sampel .....	26
4.3 Tempat.....	27
4.4 Identifikasi Variabel .....	27
4.4.1 Variabel Tergantung .....	27
4.4.2 Variabel Bebas .....	27
4.5 Definisi Operasional .....	27
4.6 Alat dan Bahan Penelitian .....	29
4.6.1 Alat-alat Ekstraksi Bawang Putih .....	29
4.6.2 Alat-alat Untuk Uji Ekstrak Bawang Putih Terhadap Nyamuk <i>Aedes</i> .....	30
4.6.3 Bahan-bahan Ekstraksi Bawang Putih .....	30
4.7 Cara Kerja Penelitian .....	30
4.7.1 Penyiapan Larutan .....	30
4.7.2 Pelaksanaan Penelitian .....	35
4.7.2.1 Pembuatan Konsentrasi Larutan .....	35
4.7.2.2 Persiapan Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	32
4.7.2.3 Penelitian Pendahuluan .....	33
4.7.2.4 Prosedur Pendahuluan .....	33
4.7.3 Pengamatan .....	34
4.7.4 Pengumpulan Data .....	34



4.7.5 Analisis Data .....	34
4.8 Skema Alur Kerja Penelitian .....	36
<b>BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA .....</b>	<b>37</b>
5.1 Hasil Penelitian Pendahuluan .....	37
5.2 Hasil Penelitian Penentuan Potensi Insektisida larutan Ekstrak Bawang Putih .....	40
5.3 Hasil Analisa Statistik .....	41
5.3.1 Uji Normalitas .....	42
5.3.2 Uji Analisis Kruskal – Wallis .....	43
5.3.3 Uji Mann – Whitney .....	44
5.3.4 Uji Korelasi Spearman .....	48
<b>BAB 6 PEMBAHASAN .....</b>	<b>50</b>
6.1 Pembahasan .....	40
<b>BAB 7 PENUTUP</b>	
7.1 Kesimpulan .....	45
7.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>49</b>

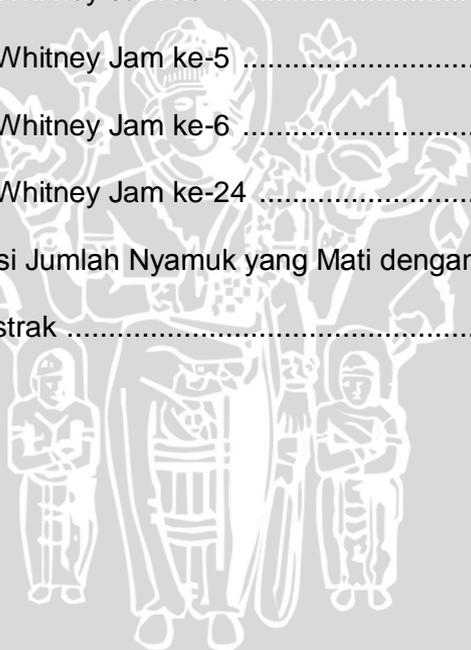
DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	7
Gambar 2.2 Telur <i>Aedes aegypti</i> .....	8
Gambar 2.3 Larva <i>Aedes aegypti</i> .....	9
Gambar 2.4 Pupa <i>Aedes aegypti</i> .....	10
Gambar 2.5 Siklus Hidup <i>Aedes aegypti</i> .....	11
Gambar 3.1 Kerangka Konsep .....	23
Gambar 4.1 Kontak Sangkar .....	28
Gambar 4.2 Botol Semprot .....	29
Gambar 4.3 Skema Alur Kerja Penelitian .....	36
Gambar 5.1 Data Jumlah Kematian Nyamuk Pada Penelitian Pendahuluan Tiap Waktu Pengamatan .....	38
Gambar 5.2 Regresi Linier Tunggal Hasil Penelitian Pendahuluan .....	38
Gambar 5.3 Rata-rata Potensi Insektisida Berdasarkan Formula Abbott's .....	41



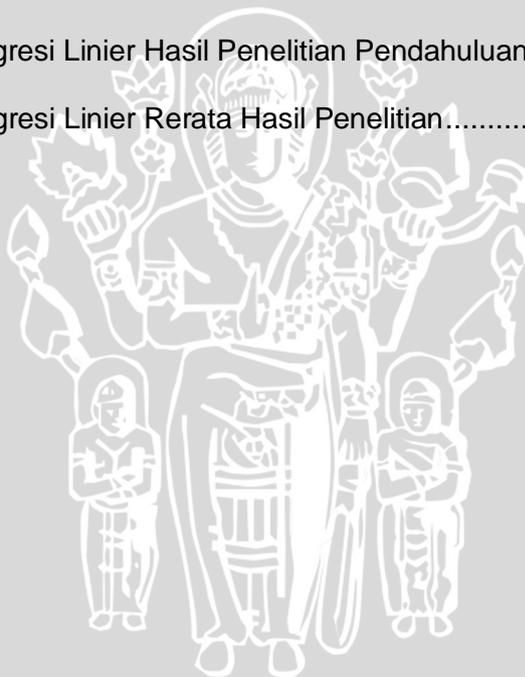
DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 5.1 Uji Asumsi Homogenitas Ragam ( <i>Levene Test</i> ) .....	42
Tabel 5.2 Uji Asumsi Normalitas ( <i>Kolmogorov-Smimov Test</i> ) .....	42
Tabel 5.3 Hasil Uji Kruskal-Wallis .....	43
Tabel 5.4 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-1 .....	44
Tabel 5.5 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-2 .....	44
Tabel 5.6 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-3 .....	45
Tabel 5.7 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-4 .....	46
Tabel 5.8 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-5 .....	46
Tabel 5.9 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-6 .....	47
Tabel 5.10 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-24 .....	48
Tabel 5.11 Hasil Uji Korelasi Jumlah Nyamuk yang Mati dengan ‘ Konsentrasi Ekstrak .....	49



DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1 Deskripsi Data.....	60
Lampiran 2 Uji Asumsi Data.....	61
Lampiran 3 Uji Non Parametrik .....	62
Lampiran 4 Uji Korelasi Spearman.....	63
Lampiran 5 Pernyataan Keaslian Tulisan.....	64
Lampiran 6. Korelasi Pearson.....	66
Lampiran 7. Uji Lanjut Mann-Whitney Test .....	67
Lampiran 8. Grafik Regresi Linier Hasil Penelitian Pendahuluan .....	77
Lampiran 9. Grafik Regresi Linier Rerata Hasil Penelitian.....	81



**DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI LAMBANG**

## Daftar Singkatan

DDT	: Dichloro Diphenyl Trichloroethan
Depkes	: Departemen Kesehatan
DINKES	: Dinas Kesehatan
KESMAS	: Kesehatan Masyarakat
RI	: Republik Indonesia
ATP	: Adenosina Trifosfat
WHO	: World Health Organization

## Daftar Lambang

%	: persentase
<	: kurang dari
–	: sampai dengan
≥	: lebih dari samadengan
$\alpha$	: nilai signifikan



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar belakang

Berbagai macam penyakit tropis ditularkan oleh nyamuk, salah satunya demam *dengue* (DD) atau demam berdarah *dengue* (DBD) yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*. Penyakit ini masih endemik di lebih 100 negara dan setengah dari populasi dunia terancam olehnya (Manuel, 1992). Infeksi dengue masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat di Indonesia yang cenderung semakin luas penyebarannya sejalan dengan meningkatnya mobilitas dan kepadatan penduduk. Pada tahun 2008-2010 jumlah rata-rata kasus dengue dilaporkan sebanyak 150.822 kasus dengan rata-rata kematian 1.321 kematian. Situasi kasus DBD sampai dengan Juni 2011 dilaporkan sebanyak 16.612 orang dengan kematian sebanyak 142 orang (Depkes., 2011).

Pada Provinsi Jawa Timur, penyakit ini merupakan salah satu penyakit yang menjadi masalah kesehatan masyarakat dan endemis di hampir seluruh kabupaten maupun kota. Demam Berdarah *Dengue* (DBD) juga sudah menjadi masalah yang rutin dihadapi pada musim hujan. Angka penderita DBD di Jawa Timur cukup tinggi, meskipun jumlah kematian yang terjadi dapat ditekan. Pada tahun 2012, angka penderita DBD berjumlah 8.266 orang dan angka kematian berjumlah 119 jiwa. Penyakit DBD juga menyebabkan terjadinya Kejadian Luar Biasa (KLB), dari 18 kasus terdapat 8 yang meninggal sehingga CFR-nya 44,44%. Pada daerah Malang, terdapat 173 kasus di tahun 2012 diantaranya kasus meninggal sebanyak 7 jiwa, sehingga CFR-nya sebesar 4,05% (Depkes RI., 2012).

*Aedes aegypti* hidup di habitat perkotaan dan berkembang biak terutama di wadah buatan manusia. Tidak seperti nyamuk lainnya, *Aedes aegypti* adalah pengumpaan siang hari dan periode puncak menggigit adalah pagi dan sore. Oleh karena itu, pencegahan nyamuk *Aedes aegypti* lebih sulit dilakukan karena penyerangan nyamuk dilakukan pada saat manusia beraktivitas (WHO., 2014).

Pemberantasan infeksi *dengue* pada dasarnya dilakukan sesuai dengan pemberantasan penyakit menular pada umumnya, namun mengingat vaksin untuk mencegah dan obat untuk membasmi virusnya belum ditemukan, maka pemberantasan infeksi *dengue* dilaksanakan terutama untuk memberantas nyamuk penularnya. Pencarian metode-metode baru untuk membasmi sumber penularan infeksi *dengue* sangat penting dan mendesak, karena penyakit ini telah menulari 200 juta orang dan membunuh 1 juta orang tiap tahun di seluruh dunia. Dengan tidak adanya vaksin berlisensi, *World health organization* (WHO) merekomendasikan pencegahan infeksi *Dengue* melalui metode pengendalian vektor seperti pengendalian habitat nyamuk dan penggunaan insektisida, pengendalian terpadu vektor, serta pengawasan dan manajemen kasus (WHO., 2014). Sebagai tindakan preventif, di anjurkan juga menghindari gigitan nyamuk dewasa diantaranya dengan menyemprot pembasmi nyamuk (insektisida) dan membersihkan lingkungan (Soeharsono., 2002).

Menurut Andryani (2006), Bioinsektisida yakni suatu insektisida yang bahan dasarnya berasal dari alam, misalnya tumbuhan. Jenis insektisida ini mudah terurai (*biodegradable*) di alam. Oleh karena itu, tidak mencemarkan lingkungan dan relatif aman bagi manusia dan hewan ternak, karena residunya akan terurai dan mudah hilang.

Insektisida nabati adalah insektisida yang bahan dasarnya berasal dari tanaman. Insektisida ini dapat dibuat secara sederhana dan praktis. Senyawa yang terkandung dalam tumbuhan dan diduga berfungsi sebagai insektisida diantaranya adalah golongan *sianida*, *saponin*, *tannin*, *flavonoid*, *alkaloid*, minyak atsiri, dan *steroid* (Kardinan., 2007).

Pada penjelasan dampak negatif penggunaan insektisida, memancing upaya untuk mendapatkan teknik pengendalian vektor yang lebih sederhana dan aman. Peluang untuk mendapatkan insektisida yang potensial tetapi ramah lingkungan adalah berbasis konsep *back to nature*, sehingga eksplorasi potensi alami (nabati) merupakan tinjauan upayanya. Pada umumnya insektisida alami mudah didegradasi melalui penguraian alami (Alavanja *et al.*, 2004).

Bawang putih merupakan tanaman yang banyak tumbuh di daerah tropis dan telah dikenal baik oleh masyarakat. Bawang putih biasa dijadikan bumbu dapur sehari-hari, juga merupakan bahan obat tradisional yang memiliki multi khasiat. Umbi bawang putih banyak mengandung bahan kimia yang disebut sebagai metabolit sekunder yang berupa *flavonoid*, *allicin*, dan *saponin*. Metabolit sekunder adalah senyawa metabolit yang tidak esensial bagi pertumbuhan organisme yang ditemukan dalam bentuk unik atau berbeda antara spesies satu dengan spesies lainnya. Berbagai senyawa metabolit sekunder telah digunakan sebagai obat atau bahan untuk membuat obat, pestisida, dan insektisida (Zuraida *et al.*, 2010). *Flavonoid* bekerja melalui mekanisme inhibisi pernafasan (Brodnitz *et al.*, 1971). *Saponin* merupakan senyawa berasa pahit menusuk dan dapat menyebabkan alergi serta sering mengakibatkan iritasi terhadap selaput lendir (Harborne., 2007). *Allicin* bekerja dengan cara mengganggu sintesis membran sel sehingga terjadi lisis (Nok., 1996).

Berdasarkan uraian, maka dapat diangkat bahwa bawang putih mempunyai potensi sebagai insektisida terhadap *Aedes aegypti*. Untuk mendapatkan gambaran potensi tersebut dilakukan penelitian tentang potensi bawang putih sebagai insektisida terhadap *Aedes aegypti* dengan metode semprot. Penggunaan metode semprot ini dipilih karena mudah dilakukan oleh pengguna, dan ekonomis jika dibandingkan dengan metode listrik yang harus menggunakan listrik untuk penggunaannya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Apakah larutan bawang putih (*Allium sativum*) memiliki potensi sebagai insektisida dengan metode semprot terhadap nyamuk *Aedes aegypti*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui larutan bawang putih (*Allium sativum*) memiliki potensi sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dengan menggunakan metode semprot

### 1.3.2 Tujuan Khusus

Mengukur dimulai berapa persen konsentrasi larutan bawang putih (*Allium sativum*) bisa berpotensi sebagai insektisida dengan metode semprot terhadap *Aedes aegypti*.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

##### a. Bagi lembaga kesehatan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi untuk melakukan penelitian lanjutan tentang bawang putih yang bisa dijadikan insektisida nabati.

##### b. Bagi Masyarakat

1. Menambah wawasan masyarakat tentang insektisida yang berasal dari bahan-bahan alami.
2. Memberi informasi kepada masyarakat tentang manfaat ekstrak bawang putih sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.
3. Sebagai solusi alternatif yang aman, murah, dan efektif untuk penanggulangan penyakit-penyakit yang berhubungan dengan nyamuk *Aedes aegypti*.

##### c. Bagi produsen insektisida

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi dalam pembuatan insektisida yang lebih ramah lingkungan, sehingga selain dapat mengendalikan nyamuk juga tidak mencemari lingkungan.
2. Memotivasi penelitian selanjutnya tentang insektisida nabati lainnya.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Nyamuk *Aedes aegypti*

Berbagai macam penyakit tropis ditularkan oleh nyamuk, salah satunya demam *dengue* (DD) atau demam berdarah *dengue* (DBD) yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti*. Penyakit ini masih endemik di lebih 100 negara dan setengah dari populasi dunia terancam olehnya (Manuel., 1992). Infeksi *dengue* masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat di Indonesia yang cenderung semakin luas penyebarannya sejalan dengan meningkatnya mobilitas dan kepadatan penduduk.

*Aedes aegypti* merupakan jenis nyamuk yang dapat membawa virus *dengue* penyebab penyakit demam berdarah. Penyebaran jenis ini sangat luas, meliputi hampir semua daerah tropis di seluruh dunia. *Aedes aegypti* merupakan pembawa utama (*primary vector*) dan bersama *Aedes Albopictus* menciptakan siklus persebaran *dengue* di desa-desa dan perkotaan (Anggraeni, 2011). Nyamuk ini berpotensi untuk menularkan penyakit demam berdarah *dengue* (DBD). Demam berdarah *dengue* adalah suatu penyakit yang ditandai dengan demam mendadak, perdarahan baik di kulit maupun di bagian tubuh lainnya serta dapat menimbulkan syok dan kematian. Penyakit DBD ini terutama menyerang anak-anak termasuk bayi, meskipun sekarang proporsi penderita dewasa meningkat. Penyebab penyakit demam berdarah ialah virus *Dengue* yang termasuk dalam genus *Flavivirus*, famili *Flaviviridae*. Terdapat empat serotipe dari Virus *Dengue*, yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4 yang semuanya dapat menyebabkan DBD. Virus ini ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Nyamuk betina terinfeksi melalui pengisapan darah dari orang

yang sakit. Tempat perindukan *Aedes aegypti* dapat dibedakan atas tempat perindukan sementara, permanen, dan alamiah. Tempat perindukan sementara terdiri dari berbagai macam tempat penampungan air (TPA) yang dapat menampung genangan air bersih. Tempat perindukan permanen adalah TPA untuk keperluan rumah tangga dan tempat perindukan alamiah berupa genangan air pada pohon (Suhendro, 2006).

### 2.1.1 Taksonomi

Susunan taksonomi nyamuk *Aedes aegypti* yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Arthropoda
Class	: Insecta
Ordo	: Diptera
Family	: Culicidae
Sub family	: Culicini
Genus	: <i>Aedes</i> (ITIS., 2011).



Gambar 2.1 Nyamuk *Aedes aegypti* (Zettel & Kaufan, 2013).

### 2.1.2 Morfologi

#### 2.1.2.1 Telur

Telur *Aedes aegypti* berwarna hitam dengan ukuran yang bermacam-macam antar 0,5- 0,8 mm, Berbentuk oval seperti bola *rugby*, sendiri sendiri tidak berkelompok, dan tidak memiliki pelampung (*float*) (Larry, 2009).



Gambar 2.2 Telur *Aedes aegypti* (Zettel & Kaufan, 2013).

Telur memiliki dinding bergaris-garis dan membentuk bangunan menyerupai gambar kain kasa. Di alam bebas, telur nyamuk diletakkan menempel dinding wadah atau tempat perindukan sejauh kurang lebih 2,5 cm. telur dapat bertahan berbulan-bulan pada suhu  $-2^{\circ}\text{C}$  –  $42^{\circ}\text{C}$  (Gandahusada, 2000).

#### 2.1.2.2 Larva

Larva *Aedes aegypti* memiliki 4 stadium atau *instar*, ciri-ciri morfologi larva dapat dengan mudah di bedakan dan dipelajari pada *instar* 3 dan *instar* 4. Pada dasarnya larva terdiri dari 3 bagian tubuh, yaitu kepala, thorax dan abdomen. *Instar* 2 memiliki tubuh yang sangat kecil, berwarna transparan, panjangnya 1-2 mm, duri-duri (*spinae*) pada dada belum begitu jelas, dan corong pernafasan (*siphon*) belum menghitam. *Instar* 2 bertambah besar, berukuran 2,5-3,9 mm, duri dada belum jelas, dan corong pernafasan sudah berwarna hitam, *instar* 3 dan 4 telah lengkap struktur anatominya dan jelas tubuh dapat di bagi menjadi 3 bagian, yaitu kepala, torax dan abdomen (Soegijanto, 2004).

Kepala berbentuk oval dan segi empat pipih dalam arah dorso ventral, mempunyai satu mulut dan satu pasang *mouth brushes* yang di perlukan untuk makan. Juga terdapat satu pasang mata majemuk, torax berbentuk segi empat dan tidak memiliki kaki. Abdomen berbentuk silindris makin ke ujung posterior makin ramping. Terdiri dari sepuluh segmen, setiap segmen satu sampai delapan mempunyai *spiracle*. Segmen delapan mempunya *siphon* dan dua segmen terakhir melekok ke ventral, berisi *brushes* dan *anal gills* (Neva, 1994). Larva instar IV mempunyai tanda khas yaitu pelana yang terbuka pada segmen anal, sepasang bulu siphon pada segmen abdomen ke 7 (Sungkar, 2005).



Gambar 2.3 Larva *Aedes Aegypti* (Russell, 1996).

### 2.1.2.3 Pupa

Pupa berbentuk koma yang merupakan stadium *non feeding* (tidak makan), kepala menyatu dengan *thorax (cephalothorax)*, memiliki gerakan lambat sering ada di permukaan air dan jika pupa di ganggu oleh gerakan atau tersentuh, maka pupa akan bergerak cepat untuk menyelam dalam air selama beberapa detik kemudian muncul kembali dengan cara menggantungkan badannya menggunakan tabung pernafasan pada permukaan air di wadah atau tempat perindukan (Cahyati & Suharyo, 2006).



Gambar 2.4 Pupa *Aedes Aegypti* (Nsw Health, 2002).

#### 2.1.2.4 Nyamuk Dewasa

Nyamuk dewasa *Aedes Aegypti* terdiri dari tiga bagian tubuh :

a. Kepala : bulat (*spheris*)

Memiliki satu pasang mata majemuk, pada nyamuk jantan menyatu (*holoptic*) dan pada nyamuk betina terpisah (*dishoptic*), satu pasang antena panjang yang terdiri dari 14-15 ruas, pada nyamuk jantan setiap ruas di tumbuhi bulu lebat (*plumose*) sedangkan pada betina jarang (*pilose*). Kepala juga memiliki mulut yang termasuk jenis penusuk penghisap (*pierching and sucking*). Terdiri dari dua *palpus* dan satu *prosbosis*, pada nyamuk jantan *palpus* sama panjang dengan *prosbosis*, sedangkan pada nyamuk betina *palpus* lebih kecil. *Prosbosis* merupakan alat penusuk yang tersusun atas satu buah *labelum*, satu buah *hypopharinx*, satu pasang *mandibula* dan satu pasang *maxilla*.

b. Thorax

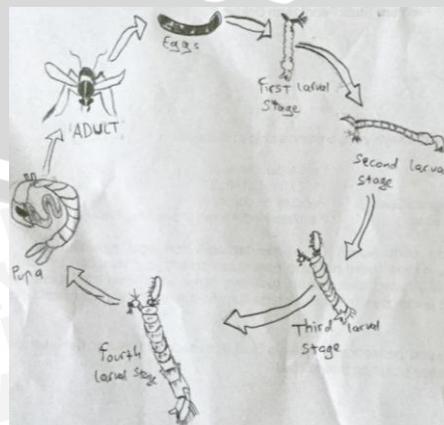
Thorax Terdiri dari tiga segmen, dari setiap segmen terdapat sepasang kaki, kemudian terdapat Sepasang sayap pada mesothorax, kemudian Sepasang *halter* (Sayap kecil) pada *metathorax* yang berguna untuk mengatur keseimbangan tubuh, Dari sisi dorsat bagian thorax tampak berbentuk *ovoid* atau segi empat yang tertutup bulu atau sisik.

### c. Abdomen

Abdomen berbentuk memanjang dan silindris, Terdiri dari sepuluh segmen, dua segmen terakhir terjadi modifikasi menjadi alat genetalia dan anus sehingga hanya tampak delapan segmen, Pada torax dan abdomen terdapat garis belang berwarna putih atau kecoklatan (Larry, 2009).

### 2.1.3 Siklus Hidup

Nyamuk *Aedes Aegypti* mempunyai metamorfosis sempurna (*holometabolous*) yaitu melalui 4 tahap stadium yang terdiri dari telur, larva, pupa dan dewasa. Telur berbentuk oval dengan warna hitam dan terpisah satu dengan lainnya. Telur menetas dalam 1 sampai 2 hari menjadi larva. Penetasan telur menjadi larva di pengaruhi oleh suhu dan bervariasi. Terdapat 4 tahapan dalam perkembangan larva yang di sebut dengan *instar*, perkembangan *instar* dari 1 sampai 4 membutuhkan waktu sekitar lima hari, setelah sampai ada *instar* 4 larva berubah menjadi pupa, pupa bertahan selama 2 hari sebelum akhirnya nyamuk dewasa keluar dari pupa perkembangan dari telur hingga nyamuk dewasa membutuhkan waktu 7 sampai 8 hari, namun dapat bertambah lama jika kondisi lingkungan tidak mendukung contohnya seperti kondisi air, suhu, jumlah dan jenis makanan yang tidak mencukupi (Larry, 2009).



Gambar 2.5 Siklus Hidup Nyamuk Secara Umum (Sumber: Foto Pribadi).

#### 2.1.4 Tempat Perindukan

Tempat perkembangbiakan utama nyamuk *Aedes aegypti* ialah pada tempat-tempat penampungan air berupa genangan air yang tertampung di suatu tempat atau bejana di dalam atau sekitar rumah atau tempat-tempat umum, biasanya tidak melebihi jarak 500 meter dari rumah. Nyamuk ini biasanya tidak dapat berkembangbiak di genangan air langsung berhubungan dengan tanah. Jenis tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- a) Tempat Penampungan Air (TPA), yaitu tempat-tempat menampung air guna keperluan sehari-hari, seperti : tempeyeng, bak mandi, ember, dan lain-lain.
- b) Bukan tempat penampungan air (non TPA), yaitu tempat-tempat yang biasa menampung air tetapi bukan untuk keperluan sehari-hari, seperti : tempat minum hewan peliharaan (ayam, burung, dan lain-lain), barang bekas (kaleng, botol, ban, pecahan gelas, dan lain-lain), vas bunga, perangkap semut, penampung air dispenser, dan lain-lain.
- c) Tempat penampungan air alami, seperti : Lubang pohon, lubang batu, pelepah daun, tempurung kelapa, kulit kerang, pangkal pohon pisang, potongan bambu, dan lain-lain (Depkes RI., 2013).

#### 2.2 Pengendalian Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*

Pengendalian vektor bertujuan untuk mengurangi menekan populasi vektor serendah- rendahnya sehingga tidak berarti lagi sebagai penular penyakit, menghindarkan kontak antar vektor dan manusia pengendalian vektor dapat di golongankan dalam pengendalian alami (*natural control*) dan pengendalian buatan (*applied control*) (Hoedojo & Zulhasril, 2008).

### 2.2.1 Pengendalian Secara Alami

Berbagai contoh yang berhubungan dengan faktor ekologi yang sangat penting artinya bagi perkembangan serangga adalah (Hoedojo & Zulhasril, 2008):

- a. Adanya gunung, lautan, danau dan sungai yang luas yang merupakan rintangan bagi penyebaran serangga.
- b. Ketidakmampuan mempertahankan hidup beberapa spesies serangga di daerah yang terletak di ketinggian tertentu dari permukaan laut.
- c. Perubahan musim yang dapat menimbulkan gangguan pada beberapa spesies serangga.
- d. Iklim yang panas, udara kering dan tanah tandus tidak memungkinkan perkembangbiakan sebagian besar serangga. Iklim yang panas atau yang dingin untuk beberapa spesies tertentu tidak sesuai dengan kelestarian hidupnya.
- e. Penyakit serangga.

### 2.2.2 Pengendalian Secara Buatan

Pengendalian yang dilakukan atas usaha manusia dan dapat di bagi menjadi :

- a. Pengendalian lingkungan (*Environmental control*)

Pengendalian di lakukan dengan cara mengelola lingkungan (*Environmental management*), yaitu memodifikasi atau memanipulasi lingkungan sehingga terbentuk lingkungan yang tidak cocok (kurang baik) yang dapat mencegah atau membatasi perkembangan vektor.

b. Pengendalian kimiawi

Untuk pengendalian ini di gunakan bahan kimia yang berkhasiat membunuh serangga (insektisida) atau hanya untuk menghalau serangga (*repellent*). Keuntungan dengan cara ini adalah dapat di lakukan dengan segera, meliputi daerah yang luas sehingga dapat menekan populasi serangga dalam waktu singkat. Keburukannya karena cara pengendaliannya bersifat sementara, dapat menimbulkan pencemaran lingkungan kemungkinan timbulnya resistensi serangga terhadap insektisida dan mengakibatkan matinya beberapa pemangsa dan organisme yang bukan termasuk target.

c. Pengendalian mekanik

Pengendalian ini di lakukan dengan menggunakan alat yang langsung dapat membunuh menangkap atau menghalau, menyisir mengeluarkan serangga dari jaringan tubuh. Menggunakan baju pelindung memasang kawat kasa di jendela merupakan cara untuk menghindarkan hubungan (kontak) antara manusia dan vector.

d. Pengendalian fisika

Pada pengendalian ini di gunakan alat fisika untuk pemanasan. Pembekuan dan penggunaan alat listrik untuk pengadaaan angin penyinaran yang dapat membunuh atau mengganggu kehidupan serangga. Suhu 60<sup>0</sup>C dan suhu beku akan membunuh serangga, sedangkan pada suhu dingin membuat serangga tidak bisa melakukan aktivitasnya.

e. Pengendalian biologik

Dengan memperbanyak pemangsa dan parasit sebagai musuh alami bagi serangga, beberapa parasit dari golongan nematoda, bakteri, protozoa, jamur dan virus dapat di pakai sebagai pengendali larva nyamuk. Artropoda juga

dapat di pakai sebagai pengendali nyamuk dewasa. Contoh parasit dari golongan nematode adalah *Romanomermis iyengari* dan *Romanomermis culichiforax* merupakan cacing yang dapat di gunakan untuk pengendalian biologik. Nematode ini dapat menembus badan larva nyamuk hidup sebagai parasit sampai larva mati.

f. Pengendalian genetika

Pengendalian bertujuan mengganti populasi serangga yang berbahaya dengan populasi baru yang tidak merugikan, beberapa cara berdasarkan mengubah kemampuan reproduksi dengan jalan memandulkan serangga jantan. Pemandulan ini dapat di lakukan dengan menggunakan bahan kimia seperti preparat radiasi cobalt 60, antimetabolit, anti metabolit dan bazarone. zat kimia atau radiasi itu merusak DNA di dalam kromosom tanpa mengganggu proses pematangan ini disebut sterile male technic release.

g. Pengendalian legislatif

Untuk mencegah tersebarnya serangga berbahaya dari satu daerah ke daerah lain atau dari luar negeri ke Indonesia, di buat peraturan dengan sanksi pelanggaran oleh pemerintah (Hoedoyo & Zulhasri., 2008).

## 2.3 Kepentingan Medis

### 2.3.1 Chikungunya

Penyakit demam Chikungunya di sebabkan oleh virus chikungunya (CHIKV) yang termasuk keluarga togaviridae, genus alphavirus dan di tularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* (Kamath *et al.*, 2006). Cara transmisi ini adalah *vector born* yaitu melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* yang terinfeksi. Transmisi melalui darah kemungkinan bisa terjadi satu kasus pernah di

laporkan. Virus chikungunya (CHIKV) di katakan tidak bisa di tularkan melalui ASI (Staples *et al.*, 2009).

### 2.3.2 Demam Berdarah Dengue (DBD)

Hospes alami DBD adalah manusia dan agennya adalah virus *dengue* yang termasuk ke dalam family Flaviridae dan genus Flavivirus, terdiri dari 4 serotype yaitu Den-1, Den-2, Den-3, dan Den-4, di tularkan ke manusia melalui gigitan nyamuk yang terinfeksi, khususnya nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* (WHO, 2003).

Masa inkubasi dalam tubuh manusia (*intrinsic incubation period*) antara 3 sampai 14 hari sebelum gejala muncul, gejala klinis muncul pada hari ke 4 sampai hari ke tujuh, sedangkan masa inkubasi dalam tubuh nyamuk (*extrinsic incubation period*) berlangsung sekitar 8 sampai 10 hari (Kurane, 2007). Virus bereplikasi di dalam jaringan *midgut* nyamuk, kemudian melalui *hemolymph* menyebar ke jaringan lain seperti trakea, lemak tubuh, dan kelenjar ludah, Titer Virus tertinggi dalam *midgut* di dapatkan pada 7 sampai 10 hari setelah infeksi sedangkan pada abdomen terjadi antara 7-17 hari, dan pada kelenjar ludah setelah 12-18 hari (Xi *et al.*, 2008).

Adapun tanda tanda seseorang menderita DBD adalah jika di dapatkan :

- Pasien mengalami demam selama 2-7 hari yang di ikuti fase kritis selama 2-3 hari. Pada fase ini pasien sudah tidak demam tetapi mempunyai resiko untuk terjadi kejang jika tidak mendapatkan pengobatan.
- Adanya manifestasi pendarahan spontan, seperti bintik-bintik merah di kulit yang tidak hilang jika di tekan (terutama di daerah siku, pergelangan tangan dan kaki), mimisan, pendarahan gusi, pendarahan yang sulit di hentikan jika di suntik atau terluka.

- Pembesaran organ hati dan limpa

Sama seperti demam kuning, demam berdarah *dengue* tidak memiliki pengobatan yang spesifik, hanya terapi suportif yang di tujukan hanya untuk mengembalikan kehilangan cairan, mempertahankan stabilitas hemodinamik serta mengendalikan vektor nyamuk *Aedes aegypti* (Gubler, 1997).

#### 2.4 Bawang Putih (*Allium sativum*)

Bawang putih termasuk klasifikasi tumbuhan ternak berumbi lapis atau siung yang bersusun. Bawang putih tumbuh secara berumpun dan berdiri tegak sampai setinggi 30-75 mm, mempunyai batang semu yang terbentuk dari pelepah pelepah daun. Helaian daunnya mirip pita, berbentuk pipih dan memanjang. Akar bawang putih terdiri dari serabut serabut kecil yang berjumlah banyak. Dan setiap umbi bawang putih terdiri dari sejumlah anak bawang (siung) yang setiap siungnya terbungkus oleh kulit tipis berwarna putih. Bawang putih yang semula merupakan tumbuhan daerah dataran tinggi, sekarang di Indonesia, jenis tertentu di budidayakan di dataran rendah. Bawang putih berkembang baik pada ketinggian tanah berkisar 200-250 meter di atas permukaan laut (Rismunandar, 1989).

##### 2.4.1 Taksonomi

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Phylum	: <i>Spermatophyta</i>
Subphylum	: <i>Angiospermae</i>
Class	: <i>Monocotyledonae</i>
Order	: <i>Liliflorae</i>
Suborder	: <i>Liliales</i>
Family	: <i>Allium</i>

Genus : *Allium*  
Species : *Allium sativum* (Rismunandar., 1989).

#### 2.4.2 Morfologi dan Deskripsi

Struktur morfologi bawang putih terdiri dari akar, batang utama, batang semu, tangkal bunga yang pendek, atau sama sekali tidak keluar, dan daun (Rukmana, 2004).

##### 2.4.2.1 Bagian Vegetatif

Bagian vegetatif tanaman bawang ini terdiri atas beberapa bagian, yaitu:

- Akar

Akar tanaman bawang terdiri atas : akar pokok, akar adventif, akar muda, bulu akar. Akar bawang putih terbentuk di pangkal bawah batang sebenarnya.

Sistem perakaran tanaman ini menyebar ke segala arah, namun tidak terlalu dalam sehingga tidak tahan kekeringan.

- Batang

Pada tanaman bawang letak batang terletak pada pangkal tanaman dan hanya sebagian kecil, sedangkan bagian atasnya merupakan batang. Pada batang semu yang berada di atas permukaan tanah, tersusun pelepah daun yang saling menutupi satu sama lain. Tiap batang bawang putih berdaun sepuluh helai atau lebih (Rukmana, 2004).

- Daun

Daun tanaman bawang pada umumnya memanjang, berpelepah daun, daun berwarna putih kehijauan sampai hijau. Bentuk daun terbentuk memipih (Rukmana, 2004).

#### 2.4.2.2 Bagian Generatif

- Bunga

Tumbuhnya bunga bawang ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain faktor lingkungan, iklim, varietas. Tanaman bawang dapat berbunga, antara 50 sampai 2000 bunga atau lebih. Bentuk bunga dari berbagai macam bawang tidak sama (Rukmana, 2004).

- Umbi

Umbi sebagai produk akhir berada dalam tanah bersama dengan akar. Besar kecilnya akar tergantung pada proses fisiologis di dalam tanaman dan penyerapan unsur hara dari dalam tanah. Walaupun demikian, peranan iklim dan lingkungan tidak boleh diabaikan.

Bawang hanya menghasilkan satu umbi lapis atau berumbi tunggal. Ukuran siung dan berat umbi pertanaman sangat bervariasi, tergantung pada jenis atau varietasnya. Bawang putih varietas tumbuh hijau memiliki 6 – 31 siung atau rata-rata 15 siung yang letaknya tidak beraturan (Rukmana, 2004).

#### 2.4.3 Kandungan dan Manfaat

Bawang putih memiliki banyak kandungan. Diantaranya adalah allicin, flavonoid, dan saponin yang dapat digunakan sebagai insektisida (Robinson, 2001).

##### 2.4.3.1 Allicin

Allicin adalah zat khas yang ada di dalam umbi bawang putih, zat ini sejenis dengan minyak atsiri. Zat tersebut menjadi kandungan khas pada tumbuhan meskipun jumlahnya sedikit, dari segi estetika dan niaga penting oleh karena peran yang diberikannya kepada citarasa, dan bau makanan, bunga, parfum dan sebagainya. Zat ini merupakan kandungan citarasa dan bau yang

paling penting dalam tumbuhan, terletak pada daya tariknya untuk serangga (Robinson, 2001).

Karakteristik dari rasa, aroma, dan bahan-bahan dasar aktif dalam bawang putih akan muncul setelah pecahnya membran sel yang memungkinkan *enzimalliinase* untuk mendegradasi *S(+)-allyl-l-cysteine sulfoxide (alliin)*, menghasilkan *allicin* dan senyawa lainnya yang mengandung sulfur. *Allicin* bekerja dengan mengganggu sintesis membran sel parasit sehingga parasit tidak dapat berkembang lebih lanjut. *Allicin* bersifat toksik terhadap sel parasit maupun bakteri. *Allicin* bekerja dengan merusak *sulfhidril* yang terdapat pada protein. *Allicin* juga mempengaruhi produksi sintesis RNA (transkripsi), translasi RNA dan sintesis *lipid*. Jika RNA tidak dihasilkan atau jumlah produksinya sedikit maka akan mengganggu sintesis mRNA, ribosomal RNA dan tRNA, sehingga sintesis protein untuk hidupan sel terganggu. Akibatnya, pertumbuhan sel parasit dan bakteri tidak akan terjadi. Sintesis *lipid* juga akan terganggu untuk pembentukan phospholipid bilayer membran sel parasit dan bakteri (Browning, 2000; Brodnitz, 2004).

#### 2.4.3.2 *Flavonoid*

*Flavonoid* dapat digambarkan sebagai deretan senyawa C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> yang artinya kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus C<sub>6</sub> (cincin benzena tersubstitusi) disambungkan oleh rantai alifatik tiga-karbon. *Flavonoid* adalah senyawa polifenolik yang terdapat pada bawang putih yang memiliki kemampuan sebagai insektisida dengan menginhibisi pernafasan (Robinson, 2001).

*Flavonoid* mengganggu metabolisme di dalam mitokondria. Mitokondria adalah suatu pembangkit dalam satu sel, mitokondria menyediakan kebutuhan ATP untuk beberapa proses selular melalui *oksidatif fosforilasi*. Pada mitokondria

yang terganggu metabolisemenya akan menyebabkan tidak berjalannya fungsi seperti biasanya yang mengakibatkan penurunan produksi ATP dan O<sub>2</sub> (Evans, 2003).

#### 2.4.3.3 Saponin

Saponin adalah kelompok dari glikosida alami yang banyak terdapat pada kingdom *plantae* tapi tidak jarang juga ditemukan pada binatang laut. *Saponin* adalah senyawa aktif permukaan yang kuat yang menimbulkan busa jika dikocok dalam air dan pada konsentrasi yang rendah sering menyebabkan hemolisis sel darah merah, dalam larutan yang sangat encer dapat menjadi sangat beracun bagi ikan (Robinson, 2001).

*Saponin* berpengaruh pada sistem pencernaan serangga. *Saponin* menimbulkan kerusakan pada dinding saluran pencernaan serangga akibat saponin menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa pencernaan sehingga mudah korosif (Naidu, 2000).

#### 2.5 Insektisida

Insektisida terdapat dalam berbagai bentuk, yaitu bentuk padat seperti serbuk, granules, dan pellets. Ada juga bentuk larutan seperti *aerosol*, *mist*, dan *spray*, serta dalam bentuk gas. Ada beberapa faktor yang perlu di perhatikan dalam pemilihan insektisida, antara lain spesies yang dituju, stadium serangga, lingkungan hidup, dan cara hidup (Baskoro, dkk., 2006). Insektisida yang baik dan ideal mempunyai sifat-sifat, yaitu mempunyai daya bunuh yang besar dan cepat serta tidak berbahaya bagi binatang vertebrata termasuk manusia dan ternak, murah harganya dan mudah di dapat dalam jumlah yang besar, mempunyai susunan kimia yang stabil dan tidak mudah terbakar, mudah

digunakan dan dapat dicampur dengan berbagai macam bahan pelarut, serta tidak berwarna dan tidak berbau yang tidak menyenangkan (Baskoro, dkk, 2006).

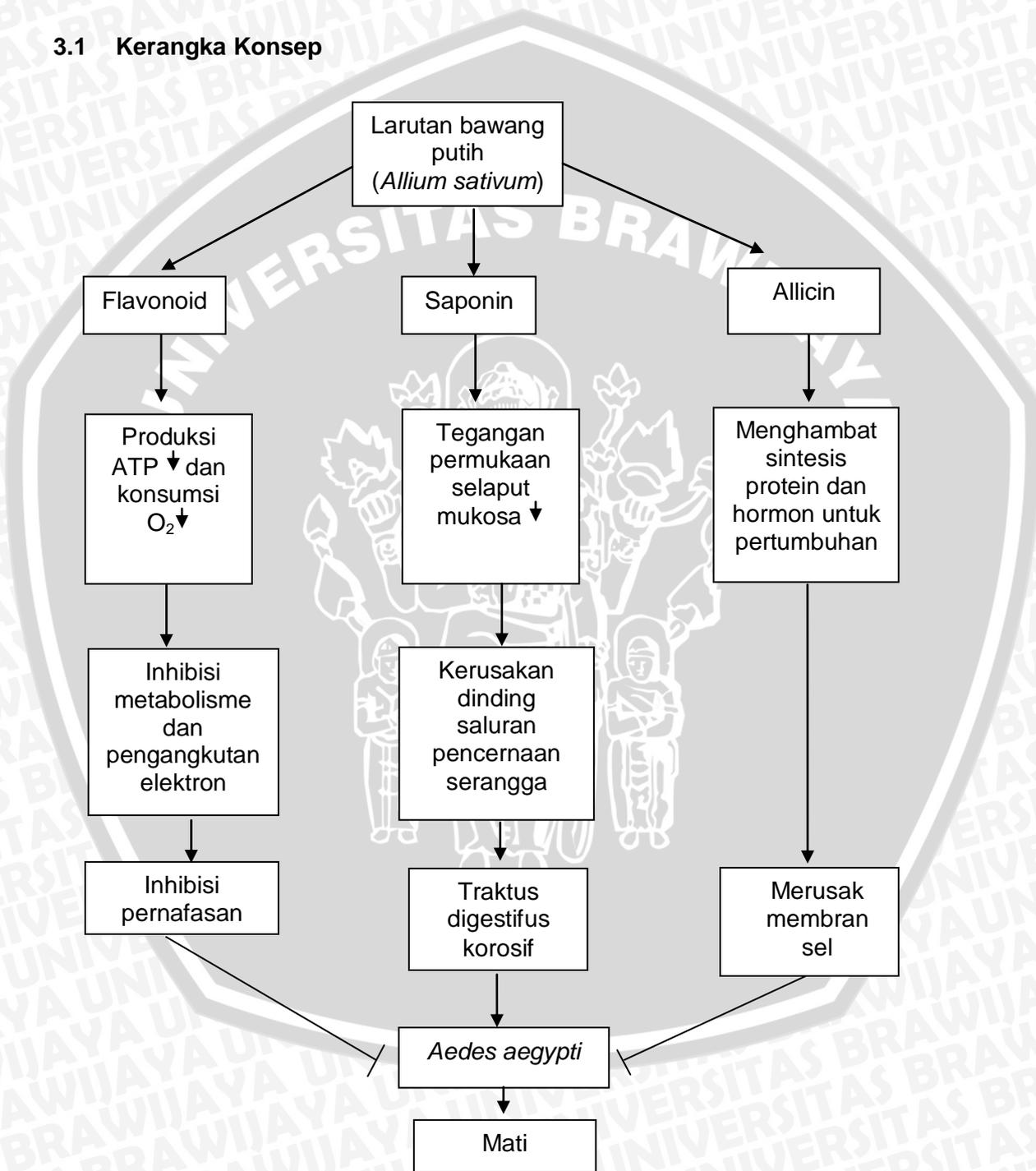
Saat ini sangat banyak insektisida kimia yang beredar di masyarakat. Masing-masing macam insektisida mempunyai kekurangan dan kelebihan, sebagai berikut: 1) Golongan *Organochlorine* seperti DDT, BHC, dan *Aldrin* merupakan bahan yang berpotensi sebagai insektisida. Namun, bahan-bahan tersebut mempunyai efek *toxic* yang tinggi bagi manusia serta mempunyai efek residu yang lama. 2) Golongan *Organophosphor*, contohnya *malathion* mempunyai efek *toxic* yang tinggi bagi lalat, nyamuk, kecoa, dan kutu. Namun, mempunyai efek *toxic* yang rendah bagi manusia. Selain *malathion*, ada pula golongan organofosfat yang namanya *parathion*. *Parathion* mempunyai kemampuan membunuh serangga 100 kali lipat dibanding *malathion*. Namun, mempunyai efek *toxic* pada manusia yang sangat tinggi yaitu 30 kali lipat lebih *toxic* dibandingkan dengan DDT (Robinson, 2001).

Berdasarkan uraian tentang insektisida kimia tersebut, penelitian ini akan membuat insektisida yang berpotensi untuk membunuh nyamuk dan aman bagi manusia. Insektisida nabati merupakan pilihan penelitian ini, karena selain aplikasinya mudah juga harganya cukup terjangkau dan aman bagi kehidupan manusia.

BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep



Gambar 3.1 Kerangka Konsep Mekanisme Cara Kerja Zat Aktif Bawang Putih Terhadap Nyamuk Aedes.



### 3.2 Penjelasan Kerangka Konsep

Bawang putih memiliki bermacam-macam kandungan zat. Beberapa diantaranya adalah *allicin*, *saponin* dan *flavonoid*. *Allicin* mempengaruhi produksi sintesis RNA (transkripsi), translasi RNA dan sintesis *lipid*. Jika RNA tidak dihasilkan atau jumlah produksinya sedikit maka akan mengganggu sintesis mRNA, ribosomal RNA dan tRNA, sehingga sintesis protein untuk kehidupan sel terganggu. Akibatnya, pertumbuhan sel parasit dan bakteri tidak akan terjadi. Sintesis *lipid* juga akan terganggu untuk pembentukan phospholipid bilayer membran sel parasit dan bakteri. *Saponin* juga dapat menyebabkan kematian nyamuk secara langsung dengan mengganggu sistem pencernaan nyamuk (korosif lambung). Selain itu kandungan *Flavonoid* ini bekerja sebagai inhibitor pernafasan serangga yang masuk melalui spirakel serangga yang terdapat di permukaan tubuh menuju trakea, selanjutnya menuju trakeolus dan terjadi pertukaran gas dengan sel tubuh dan menimbulkan penurunan fungsi pada saraf, serta kerusakan pada spirakel akibatnya serangga tidak bisa bernafas (Marjanah, 2004).

### 3.3 Hipotesis Penelitian

- Larutan bawang putih (*Allium sativum*) memiliki potensi sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.
- Semakin tinggi konsentrasi larutan bawang putih (*Allium sativum*) maka potensi insektisida terhadap *Aedes aegypti* semakin besar.

## BAB 4

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *experimental laboratoris* dengan rancangan *true experimental – post test only control grup design*, yang bertujuan untuk mengetahui potensi larutan bawang putih (*Allium sativum*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dengan menggunakan metode semprot.

#### 4.2 Populasi dan Sampel

##### 4.2.1 Populasi

Populasi yang dimaksud dalam penelitian adalah sekelompok subyek dengan karakteristik tertentu. Populasi penelitian ini adalah nyamuk *Aedes aegypti* dewasa yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

Rekomendasi WHO (2006) menyebutkan, kriteria inklusi adalah karakteristik subyek penelitian pada populasi. Kriteria inklusi penelitian ini adalah:

- Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa yang hidup tanpa membedakan jantan ataupun betina
- Nyamuk yang aktif (dapat bergerak dan terbang)

Sedangkan yang termasuk kriteria eksklusi penelitian ini adalah :

- Nyamuk yang mati sebelum percobaan dilakukan.
- Nyamuk yang tidak aktif bergerak.

#### 4.2.2 Sampel

Sampel penelitian yang diambil adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang dibiakkan mulai dari larva di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya dengan kriteria inklusi dan eksklusi sebagai berikut:

- Inklusi : - Nyamuk *Aedes aegypti* jantan dan betina
  - Nyamuk *Aedes aegypti* yang masih aktif
  - Nyamuk *Aedes aegypti* yang memiliki anggota tubuh lengkap
- Eksklusi : - Nyamuk yang mati
  - Nyamuk tidak aktif bergerak

Pada penelitian ini digunakan nyamuk *Aedes aegypti* dewasa yang dikembangbiakkan di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Nyamuk yang digunakan sebagai sampel sebanyak 25 ekor untuk setiap perlakuan (WHO CTD, 1996). Selanjutnya, nyamuk-nyamuk tersebut ditempatkan pada kandang berbentuk bujur sangkar dan berbahan plastik dengan ukuran 25 cm x 25 cm x 25 cm.

Pada penelitian ini menggunakan 3 perlakuan dengan konsentrasi ekstrak bawang putih yang berbeda, 1 kontrol positif (*malation* 0,28%), dan 1 kontrol negative (akuades). Rumus untuk estimasi pengulangan yang dilakukan berdasarkan perhitungan rumus (Lukito, 1998):

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

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

$$5n-5 \geq 15$$

$$5n \geq 20$$

$$n \geq 4$$

Keterangan:

p = jumlah perlakuan yang dilakukan

n = jumlah pengulangan tiap perlakuan

Jadi, berdasarkan rumus diatas pengulangan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah 4 kali. Di dalam penelitian ini digunakan 5 kandang (3 kandang ekstrak etanol bawang putih, 1 kandang kontrol positif, dan 1 kandang kontrol negatif) masing-masing kandang berisi 25 nyamuk (WHO CDT., 1996). Jumlah total nyamuk yang di butuhkan dalam penelitian ini adalah:

$$25 \text{ nyamuk} \times 5 \text{ kandang} \times 4 \text{ kali pengulangan} = 500 \text{ nyamuk}$$

### 4.3 Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.

### 4.4 Identifikasi Variabel

#### 4.4.1 Variabel Tergantung

Variabel dependen (variabel tergantung) adalah jumlah nyamuk *Aedes aegypti* yang mati oleh pemberian ekstrak bawang putih pada masing-masing konsentrasi.

#### 4.4.2 Variabel Bebas

Variabel independen (variabel bebas) adalah konsentrasi ekstrak bawang putih (dalam %) dan lama waktu pengamatan.

### 4.5 Definisi Operasional

Definisi operasional dalam penelitian ini adalah:

- *True experiment-post test only control group design* merupakan rancangan penelitian randomisasi pada sampel sehingga kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dianggap sama sebelum diberi perlakuan, tidak diadakan *pre-test*,

tetapi setelah perlakuan, diadakan pengukuran terhadap efek perlakuan tersebut.

- Variabel independen (variabel bebas) adalah variabel yang dapat memberikan perubahan pada variabel dependen (variabel tergantung) bila variabel ini diubah, sedangkan variabel dependen (variabel tergantung) adalah variabel yang dapat berubah akibat perubahan variabel bebas.
- Bawang putih yang digunakan dalam penelitian ini adalah bawang putih yang diperoleh dari daerah Malang, Jawa Timur. Ekstrak bawang putih didapatkan dari p evaporasi dari bawang putih yang telah dikeringkan dengan menggunakan etanol 96% yang hasil akhirnya berupa minyak yang sifatnya tidak larut air dan dianggap memiliki konsentrasi 100%.
- Kontrol negatif pada penelitian ini menggunakan pengencer yang digunakan untuk mengencerkan ekstrak yaitu akuades.
- Kontrol positif pada penelitian ini menggunakan larutan malation.
- Nyamuk *Aedes aegypti* diperoleh dari hasil penangkapan.
- Kotak sangkar kaca adalah kotak berukuran 25 cm x 25 cm x 25 cm yang dibuat dengan memodifikasi sangkar dan menempelkan kaca pada semua sisi. Pada satu sisi dibuat lubang untuk tempat tangan masuk untuk menghindari nyamuk keluar dari kotak tersebut (Brown., 1964).



Gambar 4.1 Kontak Sangkar (Sumber: Foto Pribadi)

- Metode semprot yang digunakan dengan menyemprotkan larutan ekstrak bawang putih menggunakan alat penyemprot (*sprayer*) sebanyak 5 ml merata ke segala arah (Djojsumarto, 2008).
- Lama kontak adalah waktu yang diperkirakan untuk mengamati kematian jumlah nyamuk yang diamati dalam waktu 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam dan 24 jam sesudah penyemprotan ekstrak bawang putih pada tiap konsentrasi dan pengulangan.



Gambar 4.2 Botol Semprot (Sumber: Foto Pribadi)

- Kriteria nyamuk yang mati: bila dilakukan sentuhan / gangguan pada bagian abdomen atau bagian tubuh yang lainnya pada nyamuk dan tidak didapatkan pergerakan nyamuk *Aedes aegypti*.

#### 4.6 Alat dan Bahan Penelitian

##### 4.6.1 Alat-alat Ekstraksi Bawang Putih

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Alat penggerus/ blender.
- b. Tabung untuk merendam bubuk kering bawang putih yang sudah dihaluskan.
- c. Gelas ukur.
- d. Satu set alat evaporasi, terdiri dari : labu penampung, pendingin spiral, labu rotasi ekstraksi, *waterbath* dan vakum, klem statis, selang plastik, *waterpump*, bak penampung *aquadest*, tabung penampung hasil ekstraksi.

- e. Oven
- f. Timbangan (neraca analitik)
- g. Freezer

#### 4.6.2 Alat-alat Untuk Uji Ekstrak Bawang Putih Terhadap Nyamuk *Aedes*

##### *aegypti*.

1. Sprayer
2. Botol kimia
3. Sduit
4. pipette

#### 4.6.3 Bahan-bahan Ekstraksi Bawang Putih

1. Bawang putih yang diperoleh dari daerah Malang
2. Etanol 96% sebagai pelarut lemak

#### 4.7 Cara Kerja Penelitian

##### 4.7.1 Penyiapan Larutan

###### A. Proses Pengeringan

1. Cuci bersih bawang putih (*sample* basah) yang akan dikeringkan sampai benar-benar bersih.
2. Potong kecil-kecil.
3. Kemudian keringkan dengan oven dengan suhu 80° C atau dengan panas matahari sampai kering (bebas kandungan air).
4. Setelah kering, lalu haluskan dengan blender sampai benar-benar halus.

###### B. Proses Ekstraksi

Proses ekstraksi bawang putih dilakukan dengan cara maserasi yaitu dengan pelarut etanol 96%. Prosesnya adalah sebagai berikut :

1. Masukkan 100 gram bawang putih kering ke dalam gelas *erlenmeyer* ukuran 1 liter.
2. Rendam dengan etanol sampai volume 900 ml.
3. Kocok sampai benar-benar tercampur ( $\pm$  30 menit).
4. Diamkan 1 malam sampai mengendap (Kusumawati, 2005)

### C. Proses Evaporasi

Proses evaporasi bertujuan memisahkan hasil ekstrak yang didapat dengan pelarut etanolnya. Prosesnya adalah sebagai berikut:

1. Ambil lapisan atas campuran etanol dengan zat aktif yang sudah terambil.
2. Masukkan ke dalam labu evaporator 1 liter dan isi *water bath* dengan air sampai penuh.
3. Alat evaporasi seperti alat pemanas air, labu penampung hasil evaporasi, *rotary evaporator*, dan tabung pendingin dirangkai sehingga membentuk sudut  $30-40^\circ$  dari bawah ke atas. Tabung pendingin dihubungkan dengan alat pompa sirkulasi air dingin yang terhubung dengan bak air dingin melalui pipa plastik dan pompa vakum serta labu hasil penguapan.
4. Setelah terhubung, lalu semua alat dinyalakan. Atur *water bath* sampai  $90^\circ\text{C}$  agar larutan etanol menguap.
5. Biarkan larutan etanol memisah dengan zat aktif yang sudah ada dalam labu.
6. Hasil penguapan etanol akan dikondensasikan menuju labu penampung etanol sehingga tidak tercampur dengan hasil evaporasi, sedangkan uap yang lain disedot dengan alat pompa vakum.
7. Tunggu sampai aliran etanol berhenti menetes pada labu penampung ( $\pm 1,5$  sampai 2 jam untuk satu labu)

8. Hasil evaporasi kemudian ditampung dalam cawan penguap kemudian di oven pada suhu 50-60° C selama 1-2 jam, untuk menguapkan pelarut yang tersisa sehingga didapatkan hasil ekstrak bawang putih 100%.
9. Hasil yang diperoleh kira-kira 1/3 dari bahan alam kering (Martono., 2002)

#### 4.7.2 Pelaksanaan Penelitian

##### 4.7.2.1 Pembuatan Konsentrasi Larutan

Larutan stok ekstrak bawang putih akan diencerkan dengan larutan aquades sehingga didapatkan dosis yang diinginkan dengan menggunakan rumus pengenceran:

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

Keterangan:

M1 : Konsentrasi larutan stok yang besarnya 100%

M2 : Konsentrasi larutan yang diinginkan

V1 : Volume larutan stok yang harus dilarutkan

V2 : Volume larutan perlakuan yang besarnya 4 ml

Volume akhir larutan perlakuan yang diperlukan untuk setiap konsentrasi adalah 4 ml. Jadi, setelah diambil dari larutan stok kemudian ditambahkan dengan aquades sampai mencapai volume 4 ml.

##### 4.7.2.2 Persiapan Nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk dewasa *Aedes aegypti* yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari dinas kesehatan (DINKES) kota Surabaya. Nyamuk dewasa yang telah diidentifikasi sebelumnya diletakkan dalam sangkar kaca yang telah disediakan untuk kemudian digunakan sebagai bahan penelitian.

#### 4.7.2.3 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bersifat *trial and error* yang bertujuan untuk memperoleh 5 konsentrasi minimal ekstrak bawang putih yang dapat membunuh nyamuk *Aedes aegypti* dalam jumlah maksimal. Konsentrasi ekstrak yang digunakan pada penelitian pendahuluan ini seperti uji toksisitas yang lain, berdasar pada deret ukur yaitu V, W, X, Y dan Z. Selanjutnya setelah ditemukan, konsentrasi tersebut digunakan sebagai dasar untuk menetapkan konsentrasi pada pelaksanaan penelitian.

#### 4.7.2.4 Prosedur Pendahuluan

- a. Siapkan 5 sangkar kaca untuk uji insektisida.
- b. Masukkan nyamuk *Aedes aegypti* sebanyak 25 ekor ke dalam masing-masing sangkar kaca yang akan diteliti.
- c. Siapkan alat-alat yang akan digunakan untuk membuat larutan pengujian antara lain : gelas ukur dan *sprayer*.
- d. Siapkan stok larutan uji disiapkan dalam berbagai konsentrasi yang telah ditentukan yaitu V, W, X, Y, Z, kontrol negatif dan kontrol positif.
- e. Larutan uji yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam gelas ukur 4 ml.
- f. Dengan menggunakan *sprayer*, larutan dengan konsentrasi tersebut serta kontrol kemudian disemprotkan ke dalam sangkar nyamuk sebanyak 4 ml.
- g. Pengamatan terhadap perlakuan dilakukan setelah waktu penyemprotan selesai dan diamati pada jam ke - 1, jam ke - 2, jam ke - 3, jam ke-4, jam ke-5, jam ke-6 dan 24 jam. Kemudian dihitung jumlah nyamuk yang mati.
- h. Pengulangan dilakukan sebanyak 4 kali pada masing-masing perlakuan.

#### 4.7.3 Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada jam ke - 1, jam ke- 2, jam ke-3, jam ke-4, jam ke-5, jam ke-6 dan 24 jam. Keadaan semua kelompok perlakuan diamati untuk mencari perubahan jumlah nyamuk yang hidup. Jumlah nyamuk yang mati dihitung dan dimasukkan dalam tabel.

#### 4.7.4 Pengumpulan Data

Data hasil yang telah diperoleh dari penelitian dimasukkan ke dalam tabel dan diklasifikasikan menurut jumlah nyamuk yang mati, pengulangan, dan konsentrasi. Dari hasil tersebut, hasilnya akan dilakukan uji statistik.

#### 4.7.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan adalah jumlah nyamuk yang mati untuk setiap perlakuan setelah pengamatan jam. Analisis data yang digunakan adalah uji Kruskal-Wallis dengan menggunakan program SPSS (*Statistical Product Service Solution*) Edisi 16.

Dari uji Kruskal – wallis tersebut, intepretasi yang di dapat adalah :

$H_0$ : Rata-rata hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi perlakuan (kontrol (+), kontrol (-), dosis V, W, X, Y dan Z) dan variasi waktu (jam ke - 1, jam ke- 2, jam ke-3, jam ke-4, jam ke-5, jam ke-6 dan 24 jam) tidak menunjukkan adanya pengaruh potensi insektisida yang berbeda secara signifikan terhadap kematian nyamuk

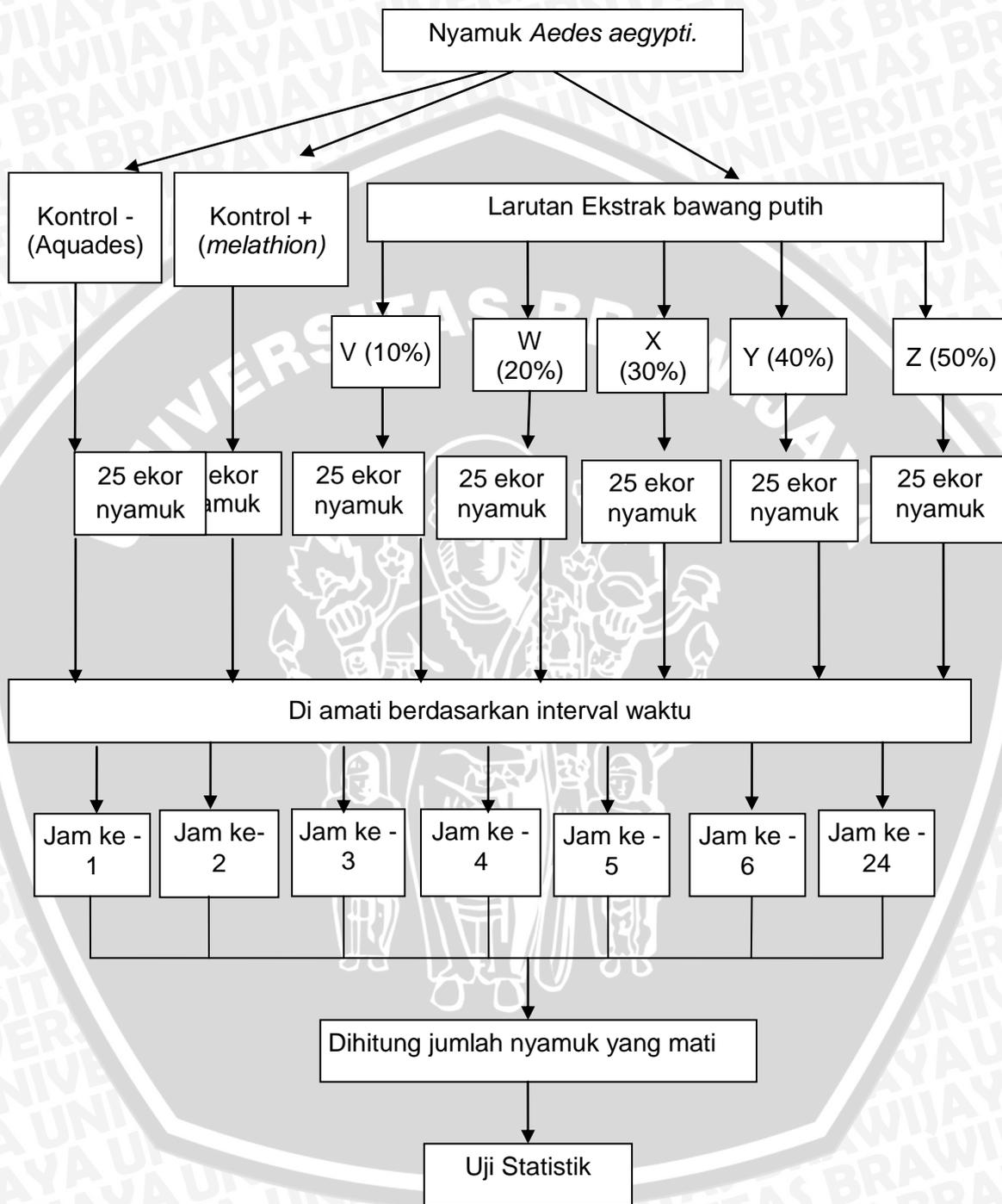
$H_1$ : terdapat pengaruh perlakuan (potensi insektisida) yang menunjukkan perbedaan di antara variasi perlakuan dengan larutan ekstrak bawang putih dan kontrol yang diuji terhadap kematian nyamuk dengan metode semprot.

$H_0$  diterima apabila nilai signifikansi yang diperoleh dari uji Kruskal - wallis berada diatas alpha 0.05 ( $p > 0,05$ ). Sedangkan  $H_1$  diterima apabila nilai signifikansi yang diperoleh dari uji Kruskal – Wallis berada di bawah alpha 0.05 ( $p < 0,05$ ).

Apabila  $H_1$  diterima, untuk mengetahui kelompok mana yang mempunyai perbedaan maka dilanjutkan dengan Mann – Whitney tests dilanjutkan dengan mencari dan mengetahui kekuatan hubungan antar variabel dengan uji korelasi Spearman. Untuk mengetahui adanya pengaruh dari pemberian larutan ekstrak bawang putih (dalam beberapa variasi dosis) terhadap efek potensi insektisida pada nyamuk *Aedes aegypti* digunakan regresi linear (Dahlan., 2004).



4.8 Skema Alur Kerja Penelitian



Gambar 4.3 Skema Alur Kerja Penelitian

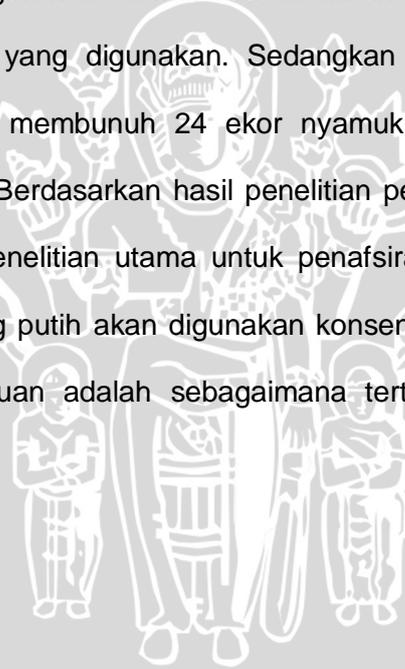


## BAB V

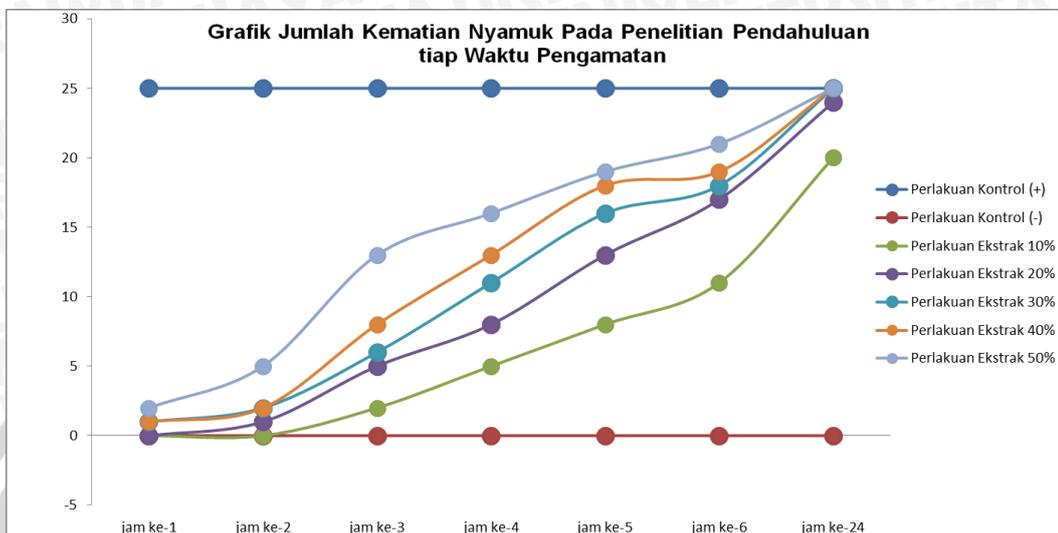
### HASIL DAN ANALISA PENELITIAN

#### 5.1 Hasil Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian pendahuluan digunakan lima konsentrasi ekstrak bawang putih yang berbeda, yaitu : 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Konsentrasi yang berhasil membunuh semua nyamuk adalah ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 30%, 40% dan 50% pada waktu pengamatan jam ke 24. Sedangkan ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 10% membunuh 20 ekor nyamuk dari 25 ekor sampel nyamuk yang digunakan. Sedangkan ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 20% membunuh 24 ekor nyamuk dari 25 ekor sampel nyamuk yang digunakan. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, ditentukan bahwa perlakuan pada penelitian utama untuk penafsiran konsentrasi potensi insektisida ekstrak bawang putih akan digunakan konsentrasi antara 20%-40%. Hasil penelitian pendahuluan adalah sebagaimana tertera pada gambar 5.1 sebagai berikut :



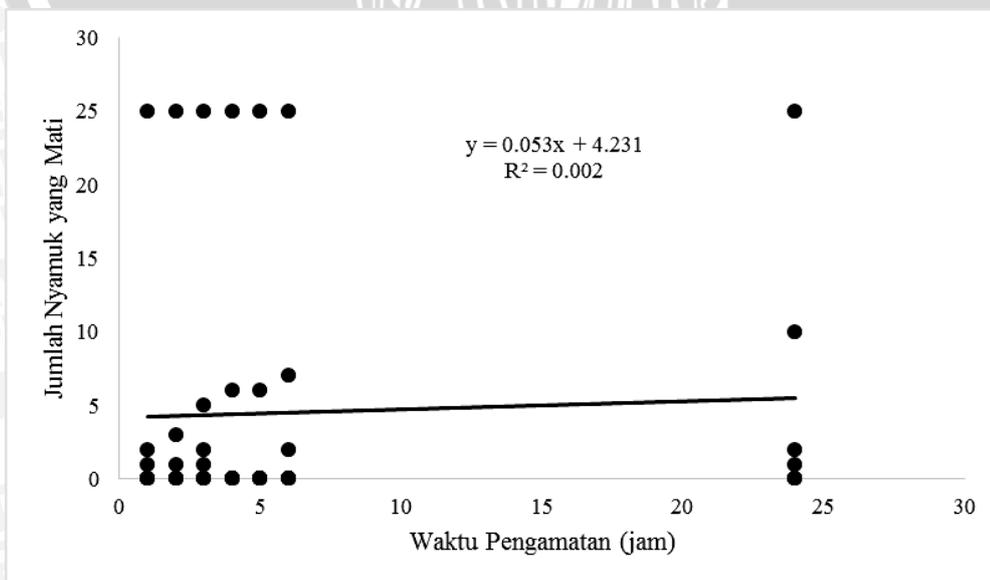
Gambar 5.1 Data Jumlah Kematian Nyamuk Pada Penelitian Pendahuluan Tiap Waktu Pengamatan



### 5.1.1 Uji Regresi Linier

Analisis regresi digunakan untuk menghitung besarnya pengaruh antara variabel bebas yaitu Waktu (X) terhadap variabel terikat yaitu jumlah nyamuk yang mati (Y). Pada hasil penelitian, didapat model regresi dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel* yang dapat dilihat pada Gambar 5.2

Gambar 5.2 Regresi Linier Tunggal Hasil Penelitian Pendahuluan



$$Y = 0,6192X + 7,346$$

$$R^2 = 0,2193$$

Dari persamaan di atas dapat diinterpretasikan sebagai berikut :

- $a = 0,6192X$  artinya jumlah nyamuk yang mati akan meningkat sebesar 0,6192X satuan untuk setiap tambahan satu satuan X (waktu) dengan asumsi variabel yang lainnya konstan. Jadi apabila Konsentrasi mengalami peningkatan, maka jumlah nyamuk yang mati juga akan mengalami peningkatan.
- $b = 7,346$  artinya jumlah nyamuk yang mati rata-rata sebesar 7,346 satuan jika tidak ada variabel X (Waktu).

Dari analisis pada Grafik 5.2 diperoleh hasil  $R^2$  (koefisien determinasi) sebesar 0,2193. Artinya bahwa 22% variabel jumlah nyamuk yang mati akan dipengaruhi oleh variabel bebasnya, yaitu lama kontak. Sedangkan sisanya 78% variabel jumlah nyamuk yang mati akan dipengaruhi oleh variabel-variabel yang lain yang tidak dibahas dalam penelitian ini.

Pada Lampiran 7, terdapat beberapa grafik regresi linier mengenai hasil penelitian pendahuluan yang memiliki beberapa perlakuan konsentrasi larutan, yaitu 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, kontrol (-) dan kontrol (+). Grafik regresi linier ini dipengaruhi oleh jumlah nyamuk yang mati dan waktu pengamatan. Pada grafik tiap perlakuan memiliki tingkat regresi yang berbeda. Semakin besar konsentrasi yang digunakan, semakin kecil nilai regresinya. Sedangkan untuk kontrol (-) dan kontrol (+) memiliki nilai regresi nol karena jumlah nyamuk yang mati konstan terhadap waktu pengamatan.

Berbeda dengan Lampiran 7, pada Lampiran 8 hanya memiliki konsentrasi larutan yaitu 20%, 30%, 40%, kontrol (-) dan kontrol (+). Grafik regresi linier ini

dipengaruhi oleh jumlah nyamuk yang mati dan waktu pengamatan. Pada grafik tiap perlakuan memiliki tingkat regresi yang berbeda. Namun, pada konsentrasi 20% ke konsentrasi 30% memiliki penurunan signifikan yang berbeda dengan penelitian pendahuluan. Pada penelitian ini memiliki perbedaan hasil dengan penelitian pendahuluan dikarenakan penelitian ini mengambil rata-rata dari empat hasil penelitian yang dilakukan. Namun, tingkat nilai regresinya sama yaitu semakin besar konsentrasi yang digunakan semakin kecil nilai regresinya. Sedangkan untuk kontrol (-) dan kontrol (+) memiliki nilai regresi nol karena jumlah nyamuk yang mati konstan terhadap waktu pengamatan.

## 5.2 Hasil Penelitian Penentuan Potensi Insektisida larutan Ekstrak Bawang Putih

Pada penelitian uji potensi larutan ekstrak bawang putih (*Allium Sativum*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. dewasa digunakan lima macam perlakuan yaitu perlakuan dengan menggunakan konsentrasi larutan ekstrak bawang putih 20%, 30%, dan 40% disertai perlakuan sebagai kontrol yaitu kontrol positif (larutan *malation*) 0,28% dan kontrol negatif (larutan aquades). Penelitian ini diulang sebanyak empat kali. Daftar hasil penelitian pada setiap pengulangan dapat dilihat pada Gambar 5.3.

Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi ekstrak bawang putih dan periode waktu memberikan pengaruh yang berbeda terhadap jumlah nyamuk *Aedes.sp* yang mati. Berdasarkan jumlah nyamuk *Aedes.sp* yang mati, selanjutnya diolah menjadi data potensi insektisida dengan menggunakan *Abbott's Formula*, yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

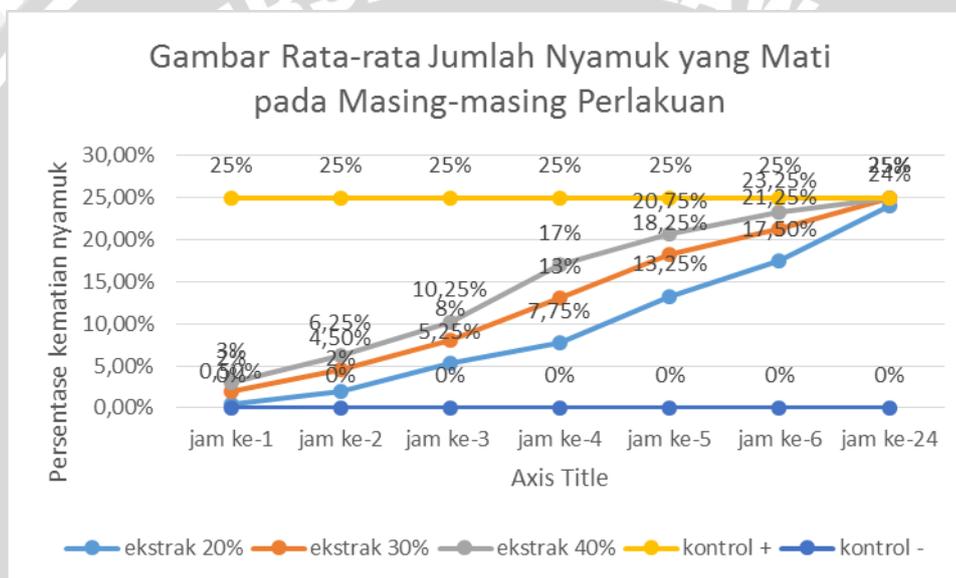
$$\frac{\% \text{ test mortality} - \% \text{ control (-) mortality}}{100 - \% \text{ control (-) mortality}} \times 100$$

Keterangan :

- % *tes mortality* adalah jumlah persentase kematian nyamuk pada masing-masing konsentrasi
- % *control (-) mortality* adalah jumlah persentase kematian pada kontrol negatif

Berikut merupakan hasil perhitungan potensi insektisida berdasarkan formula Abbott's:

Gambar 5.3 Rata-rata Potensi Insektisida Berdasarkan Formula Abbott's



Pada Gambar 5.3, terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan maka jumlah nyamuk yang mati akan semakin banyak. Demikian pula jika waktu pengamatan ditambah, maka jumlah nyamuk yang mati juga akan semakin banyak.

### 5.3 Hasil Analisa Statistik

Sebelum dilakukan pengujian dengan analisa statistik, data yang diperoleh untuk setiap perlakuan dilakukan uji analisa statistik kehomogenan ragamnya dengan menggunakan uji *homogeneity of variance* (uji levene) dengan tujuan

untuk mengetahui apakah data yang digunakan mempunyai ragam yang sama.

Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada tabel 5.1

Tabel 5.1 Uji Asumsi Homogenitas Ragam (*Levene Test*)

Waktu perlakuan	Sig.
Jam_1	,033
Jam_2	,026
Jam_3	,034
Jam_4	,003
Jam_5	,003
Jam_6	,001
Jam_24	,053

Pada hasil uji homogenitas Tabel 5.1, nilai signifikansi yang diperoleh pada pengamatan jam ke-1, 2, 3, 4, 5 dan 6 lebih kecil dari taraf nyata 5% (0,050) yang berarti ragam data pada masing-masing waktu pengamatan adalah tidak homogen. Sedangkan pada pengamatan jam ke-24, diperoleh nilai signifikansi yang lebih besar dari taraf nyata 5% (0,050) sehingga disimpulkan ragam data pada pengamatan jam ke-24 adalah tidak homogen.

Selain uji kehomogenan ragam juga dilakukan uji normalitas data untuk mengetahui apakah data yang diuji mempunyai distribusi yang normal atau tidak dengan menggunakan uji *Kolmogorof Smirnov test*. Uji normalitas data dapat dilihat pada tabel 5.2

### 5.3.1 Uji Normalitas

Tabel 5.2 Uji Asumsi Normalitas (*Kolmogorov-Smirnov Test*)

	Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
Asymp. Sig. (2-tailed)	,007	,086	,215	,918	,696	,197	,002

Hasil uji normalitas pada Tabel 5.2 baris terakhir, menunjukkan bahwa nilai signifikansi yang diperoleh lebih kecil dari taraf nyata 5% (0,050) pada pengamatan jam ke-1 dan ke-24 yang berarti bahwa data jumlah nyamuk mati tidak berdistribusi normal. Sedangkan pada pengamatan jam ke-2, 3, 4, 5 dan 6

diperoleh nilai signifikansi yang lebih besar dari taraf nyata 5% (0,050) yang berarti data jumlah nyamuk mati berdistribusi normal. Dengan demikian, pengujian dengan menggunakan uji parametrik tidak dapat dilakukan, sehingga menggunakan analisis non-parametrik dengan metode Kruskal - Wallis.

### 5.3.2 Uji Analisis Kruskal – Wallis

Uji analisis Kruskal – Wallis adalah uji non parametrik yang digunakan untuk menilai pengaruh dari variabel independen terhadap variabel dependen secara bersamaan dari semua konsentrasi.

Karena pada masing-masing waktu pengamatan, salah satu atau kedua asumsi yang melandasi pengujian *oneway* ANOVA tidak terpenuhi, maka selanjutnya dilakukan uji Kruskal-Wallis sebagai ganti uji *Oneway* ANOVA. Hasil pengujiannya adalah sebagai berikut :

Tabel 5.3. Hasil Uji Kruskal-Wallis

	Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
Asymp. Sig.	,002	,001	,001	,001	,001	,002	,002

Berdasarkan hasil analisis Tabel 5.3, diketahui bahwa nilai signifikansi yang diperoleh lebih kecil dari taraf nyata 5% (0,050) baik pada pengamatan jam ke-1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 24 sehingga disimpulkan terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata jumlah nyamuk yang mati pada masing-masing perlakuan. Untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda dengan perlakuan yang lain pada masing-masing waktu pengamatan, selanjutnya dilakukan uji Mann-Whitney pada taraf nyata 5%.

### 5.3.3 Uji Mann – Whitney

Tabel 5.4 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-1

Kombinasi Perlakuan	Sig.	Keterangan
K 20% – K 30%	0,036	Berbeda signifikan
K 20% – K 40%	0,019	Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (-)	0,127	Tidak Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (+)	0,013	Berbeda signifikan
K 30% – K 40%	0,278	Tidak Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (-)	0,013	Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (+)	0,013	Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (-)	0,013	Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (+)	0,013	Berbeda signifikan
Kontrol (-) – Kontrol (+)	0,008	Berbeda signifikan

Berdasarkan Tabel 5.4 terdapat 2 pasang perlakuan yang tidak berbeda signifikan yaitu perlakuan kontrol (-) dengan perlakuan ekstrak 20% dan perlakuan ekstrak 30% dengan perlakuan ekstrak 40%. Artinya, kedua perlakuan ini memiliki rata-rata jumlah nyamuk mati yang tidak berbeda. Sedangkan pada perbandingan antara perlakuan yang lain menunjukkan perbedaan yang signifikan. Artinya, rata-rata jumlah nyamuk mati pada perbandingan perlakuan tersebut berbeda signifikan.

Tabel 5.5 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-2

Kombinasi Perlakuan	Sig.	Keterangan
K 20% – K 30%	0,027	Berbeda signifikan
K 20% – K 40%	0,020	Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (-)	0,013	Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (+)	0,013	Berbeda signifikan
K 30% – K 40%	0,180	Tidak Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (-)	0,013	Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (+)	0,013	Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (-)	0,014	Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (+)	0,014	Berbeda signifikan

Kontrol (-) – Kontrol (+)	0,008	Berbeda signifikan
---------------------------	-------	--------------------

Berdasarkan Tabel 5.5 terdapat 1 pasang perlakuan yang tidak berbeda signifikan yaitu perlakuan ekstrak 30% dengan perlakuan ekstrak 40%. Artinya, kedua perlakuan ini memiliki rata-rata jumlah nyamuk mati yang tidak berbeda. Sedangkan pada perbandingan antara perlakuan yang lain menunjukkan perbedaan yang signifikan. Artinya, rata-rata jumlah nyamuk mati pada perbandingan perlakuan tersebut berbeda signifikan.

Tabel 5.6 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-3

Kombinasi Perlakuan	Sig.	Keterangan
K 20% – K 30%	0,025	Berbeda signifikan
K 20% – K 40%	0,017	Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (-)	0,011	Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (+)	0,011	Berbeda signifikan
K 30% – K 40%	0,037	Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (-)	0,013	Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (+)	0,013	Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (-)	0,013	Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (+)	0,013	Berbeda signifikan
Kontrol (-) – Kontrol (+)	0,008	Berbeda signifikan

Berdasarkan Tabel 5.6 semua perbandingan antara 2 perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan. Artinya, rata-rata jumlah nyamuk mati pada perbandingan perlakuan tersebut berbeda signifikan.

Tabel 5.7 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-4

Kombinasi Perlakuan	Sig.	Keterangan
K 20% – K 30%	0,019	Berbeda signifikan
K 20% – K 40%	0,020	Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (-)	0,013	Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (+)	0,013	Berbeda signifikan
K 30% – K 40%	0,081	Tidak Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (-)	0,013	Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (+)	0,013	Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (-)	0,014	Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (+)	0,014	Berbeda signifikan
Kontrol (-) – Kontrol (+)	0,008	Berbeda signifikan

Berdasarkan Tabel 5.7 terdapat 1 pasang perlakuan yang tidak berbeda signifikan yaitu perlakuan ekstrak 30% dengan perlakuan ekstrak 40%. Artinya, kedua perlakuan ini memiliki rata-rata jumlah nyamuk mati yang tidak berbeda. Sedangkan pada perbandingan antara perlakuan yang lain menunjukkan perbedaan yang signifikan. Artinya, rata-rata jumlah nyamuk mati pada perbandingan perlakuan tersebut berbeda signifikan.

Tabel 5.8 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-5

Kombinasi Perlakuan	Sig.	Keterangan
K 20% – K 30%	0,020	Berbeda signifikan
K 20% – K 40%	0,020	Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (-)	0,013	Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (+)	0,013	Berbeda signifikan
K 30% – K 40%	0,144	Tidak Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (-)	0,014	Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (+)	0,014	Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (-)	0,014	Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (+)	0,014	Berbeda signifikan
Kontrol (-) – Kontrol (+)	0,008	Berbeda signifikan

Berdasarkan Tabel 5.8 terdapat 1 pasang perlakuan yang tidak berbeda signifikan yaitu perlakuan ekstrak 30% dengan perlakuan ekstrak 40%. Artinya, kedua perlakuan ini memiliki rata-rata jumlah nyamuk mati yang tidak berbeda. Sedangkan pada perbandingan antara perlakuan yang lain menunjukkan perbedaan yang signifikan. Artinya, rata-rata jumlah nyamuk mati pada perbandingan perlakuan tersebut berbeda signifikan.

Tabel 5.9 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-6

Kombinasi Perlakuan	Sig.	Keterangan
K 20% – K 30%	0,059	Tidak Berbeda signifikan
K 20% – K 40%	0,021	Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (-)	0,014	Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (+)	0,014	Berbeda signifikan
K 30% – K 40%	0,243	Tidak Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (-)	0,014	Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (+)	0,014	Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (-)	0,014	Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (+)	0,047	Berbeda signifikan
Kontrol (-) – Kontrol (+)	0,008	Berbeda signifikan

Berdasarkan Tabel 5.9 terdapat 2 pasang perlakuan yang tidak berbeda signifikan yaitu perlakuan ekstrak 20% dengan perlakuan ekstrak 30% dan perlakuan ekstrak 30% dengan perlakuan ekstrak 40%. Artinya, kedua perlakuan ini memiliki rata-rata jumlah nyamuk mati yang tidak berbeda. Sedangkan pada perbandingan antara perlakuan yang lain menunjukkan perbedaan yang signifikan. Artinya, rata-rata jumlah nyamuk mati pada perbandingan perlakuan tersebut berbeda signifikan.

Tabel 5.10 Hasil Uji Mann-Whitney Jam ke-24

Kombinasi Perlakuan	Sig.	Keterangan
K 20% – K 30%	0,046	Berbeda signifikan
K 20% – K 40%	0,046	Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (-)	0,013	Berbeda signifikan
K 20% – Kontrol (+)	0,046	Berbeda signifikan
K 30% – K 40%	1,000	Tidak Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (-)	0,008	Berbeda signifikan
K 30% – Kontrol (+)	1,000	Tidak Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (-)	0,008	Berbeda signifikan
K 40% – Kontrol (+)	1,000	Tidak Berbeda signifikan
Kontrol (-) – Kontrol (+)	0,008	Berbeda signifikan

Berdasarkan Tabel 5.10 terdapat 3 pasang perlakuan yang tidak berbeda signifikan yaitu perlakuan ekstrak 30% dengan perlakuan ekstrak 40%, perlakuan ekstrak 30% dengan kontrol (+) dan perlakuan ekstrak 40% dengan kontrol (+). Artinya, kedua perlakuan (ekstrak 30% dan 40%) ini memiliki rata-rata jumlah nyamuk mati yang tidak berbeda dengan kontrol positif yang menggunakan *malathion* 0,28%. Sedangkan pada perbandingan antara perlakuan yang lain menunjukkan perbedaan yang signifikan. Artinya, rata-rata jumlah nyamuk mati pada perbandingan perlakuan tersebut berbeda signifikan.

#### 5.3.4 Uji Korelasi Spearman

Analisis korelasi merupakan analisis yang digunakan dalam mengkaji hubungan antara dua buah variabel. Untuk mengetahui korelasi masing – masing variabel dapat dilihat pada tabel 5.11

Tabel 5.11 Hasil Uji Korelasi Jumlah Nyamuk yang Mati dengan Konsentrasi Ekstrak

Waktu pengamatan	r-hitung	Sig.	Keterangan
1	0,760	0,004	Berhubungan signifikan
2	0,801	0,002	Berhubungan signifikan
3	0,900	0,000	Berhubungan signifikan
4	0,909	0,000	Berhubungan signifikan
5	0,887	0,000	Berhubungan signifikan
6	0,795	0,002	Berhubungan signifikan
24	0,655	0,021	Berhubungan signifikan

Pada Tabel 5.11 terlihat bahwa nilai signifikansi yang diperoleh pada semua waktu pengamatan lebih kecil dari taraf nyata 5% (0,050). Artinya, terdapat korelasi atau hubungan yang signifikan antara konsentrasi ekstrak dengan jumlah nyamuk yang mati. Koefisien korelasi (r-hitung) yang bertanda positif menunjukkan bahwa hubungan yang terjadi adalah searah, artinya semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan maka jumlah nyamuk yang mati akan semakin banyak.

## BAB VI

### PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap potensi ekstrak bawang putih (*Allium Sativum*) sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dengan metode semprot. Pada ekstrak bawang putih Potensi bawang putih sebagai insektisida diduga karena adanya kandungan berbagai zat antara lain *flavonoid*, *saponin*, dan *allicin*. *Flavonoid* berfungsi sebagai penghambat fosforilasi oksidatif pada pernafasan *Aedes aegypti* yang dapat menyebabkan kematian nyamuk (Evans, 2003). *Saponin* juga dapat menyebabkan kematian nyamuk secara langsung dengan mengganggu sistem pencernaan nyamuk (korosif lambung) (Naidu, 2000). Selain itu kandungan *allicin* berfungsi menghambat sintesis protein dan hormon untuk pertumbuhan juga dapat merusak membran sel yang mengakibatkan kematian nyamuk. Jadi semakin tinggi konsentrasi bawang putih (*Allium sativum*), maka semakin besar kemampuan bawang putih tersebut sebagai insektisida bagi nyamuk rumah.

Dasar pemikiran penggunaan larutan malation 0.28% sebagai kontrol positif dengan metode semprot dalam penelitian ini sebagai sediaan insektisida yang disemprotkan karena kemudahan dalam penggunaannya.

Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan kematian semua nyamuk sampel berada pada konsentrasi larutan 30%. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada hewan coba (nyamuk *aedes*) penelitian utama digunakan tiga macam konsentrasi ekstrak bawang putih, yaitu : 20%, 30%, dan 40% di sertai dengan adanya kontrol negatif berupa akuades dan kontrol positif berupa larutan malation 0.28%. Pembuatan konsentrasi ekstrak bawang putih dengan

menggunakan rumus pengenceran ( $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ ) dan dilarutkan dengan aqdes hingga mencapai volume akhir sebanyak 4 ml. Penelitian pengulangan dilakukan sebanyak empat kali dan diamati dari jam ke -1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 24 jam.

Setelah penelitian dilakukan, maka selanjutnya dilakukan uji normalitas dan homogenitas untuk menentukan metode uji yang akan digunakan. Setelah uji normalitas dan homogenitas, didapatkan hasil yang tidak memenuhi syarat untuk uji parametrik sehingga digunakan uji non parametrik Kruskal Wallis.

Berdasarkan hasil analisis di atas, diketahui bahwa nilai signifikansi yang diperoleh lebih kecil dari taraf nyata 5% (0,050) baik pada pengamatan jam ke-1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 24 sehingga disimpulkan terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata jumlah nyamuk yang mati pada masing-masing perlakuan. Hal ini dimungkinkan karena semakin besar konsentrasi maka semakin tinggi pula zat aktif yang terkandung sehingga potensi ekstrak semakin besar, dan semakin lama waktu kontak maka semakin berpotensi menimbulkan kematian. Namun pada jam ke 1 pada larutan 20% belum menunjukkan adanya perbedaan potensi sebagai insektisida diantara konsentrasi-konsentrasi ekstrak bawang putih yang digunakan dalam penelitian signifikan. Hal ini mungkin disebabkan karena belum ada nyamuk yang mati pada jam tersebut.

Pada hasil uji Mann Whitney untuk mendapatkan gambaran potensi sebagai insektisida antara konsentrasi ekstrak bawang putih didapatkan hasil perbedaan yang signifikan dari jam 1 sampai jam 24.

Uji korelasi Spearman untuk konsentrasi ekstrak bawang putih terdapat korelasi atau hubungan yang signifikan antara konsentrasi ekstrak dengan jumlah nyamuk yang mati. Koefisien korelasi (r-hitung) yang bertanda positif

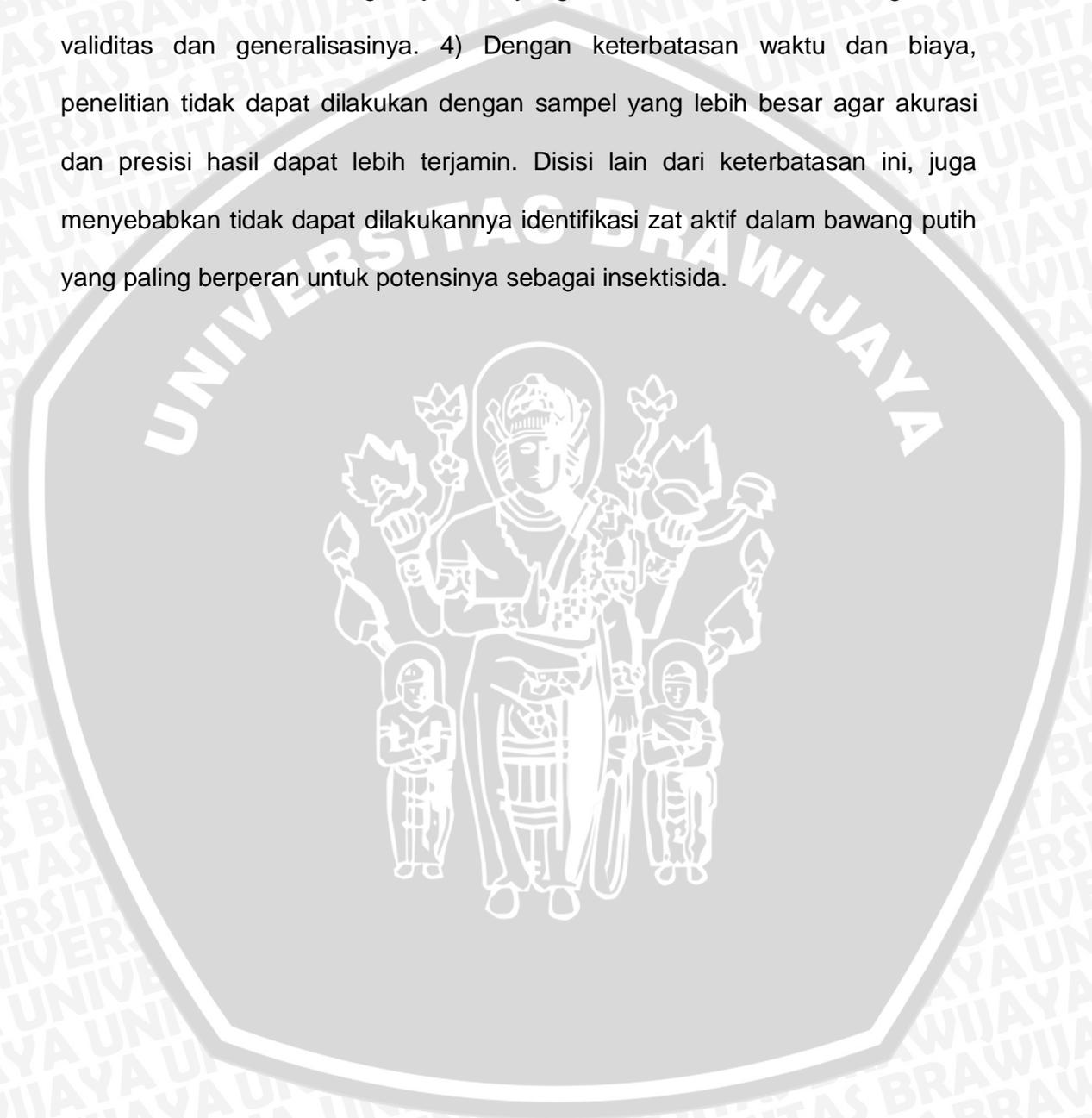
menunjukkan bahwa hubungan yang terjadi adalah searah, artinya semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan maka jumlah nyamuk yang mati akan semakin banyak.

Hasil yang didapatkan tentang pengaruh konsentrasi dan lama waktu kontak sesuai dengan hasil beberapa penelitian sebelumnya. Hasil penelitian Juliarti dalam tugas akhirnya yang berjudul Efektivitas Dekok Bawang Putih (*Allium sativum*) sebagai *Larvasida* pada Larva nyamuk *Culex sp.* Pada tahun 2006, menyebutkan bahwa dekok bawang putih mempunyai efek sebagai *larvasida* pada larva nyamuk *culex sp.* Disebutkan juga terdapat hubungan berbanding lurus antara peningkatan dosis dekok bawang putih dengan jumlah larva *Culex sp.* yang mati (Juliarti, 2006).

Penelitian Presti dengan judul Uji Potensi Larutan Bawang putih (*Allium sativum*) sebagai Insektisida dengan Metode Umpan terhadap Nyamuk Rumah (*Musca domestica*), menyatakan bahwa larutan bawang putih terbukti mempunyai potensi sebagai insektisida dengan metode umpan terhadap nyamuk rumah. Selain itu, dikatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan bawang putih maka potensi insektisida terhadap nyamuk rumah semakin besar (Presti, 2009).

Keterbatasan dalam penelitian ini antara lain: 1) Luas area pada penelitian berupa kotak berukuran 25 cm x 25 cm x 25 cm, hal ini tidak dapat menentukan radius yang efektivitas potensi sebagai insektisida larutan ekstrak bawang putih pada aplikasi di ruang terbuka. 2) Tidak dapat menentukan secara pasti usia nyamuk sampel karena nyamuk sampel didapatkan dari hasil beli pada Dinkes Surabaya. Pada kondisi laboratorium daya tahan hidup nyamuk adalah 14 hari sedangkan pada sampel penelitian ini tidak dilakukan perkembangbiakan

nyamuk mulai dari telur. Usia sampel nyamuk ini mempengaruhi validitas internal. 3) Keterbatasan dalam waktu, tenaga sehingga jumlah sampel penelitian tidak bisa dilakukan dengan jumlah yang lebih besar untuk meningkatkan validitas dan generalisasinya. 4) Dengan keterbatasan waktu dan biaya, penelitian tidak dapat dilakukan dengan sampel yang lebih besar agar akurasi dan presisi hasil dapat lebih terjamin. Disisi lain dari keterbatasan ini, juga menyebabkan tidak dapat dilakukannya identifikasi zat aktif dalam bawang putih yang paling berperan untuk potensinya sebagai insektisida.



## BAB VII

### PENUTUP

#### 7.1 Kesimpulan

Pada penelitian “Uji Potensi Ekstrak Etanol Bawang Putih (*Allium sativum*) Sebagai Insektisida Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* Dengan Metode Semprot ” dapat disimpulkan :

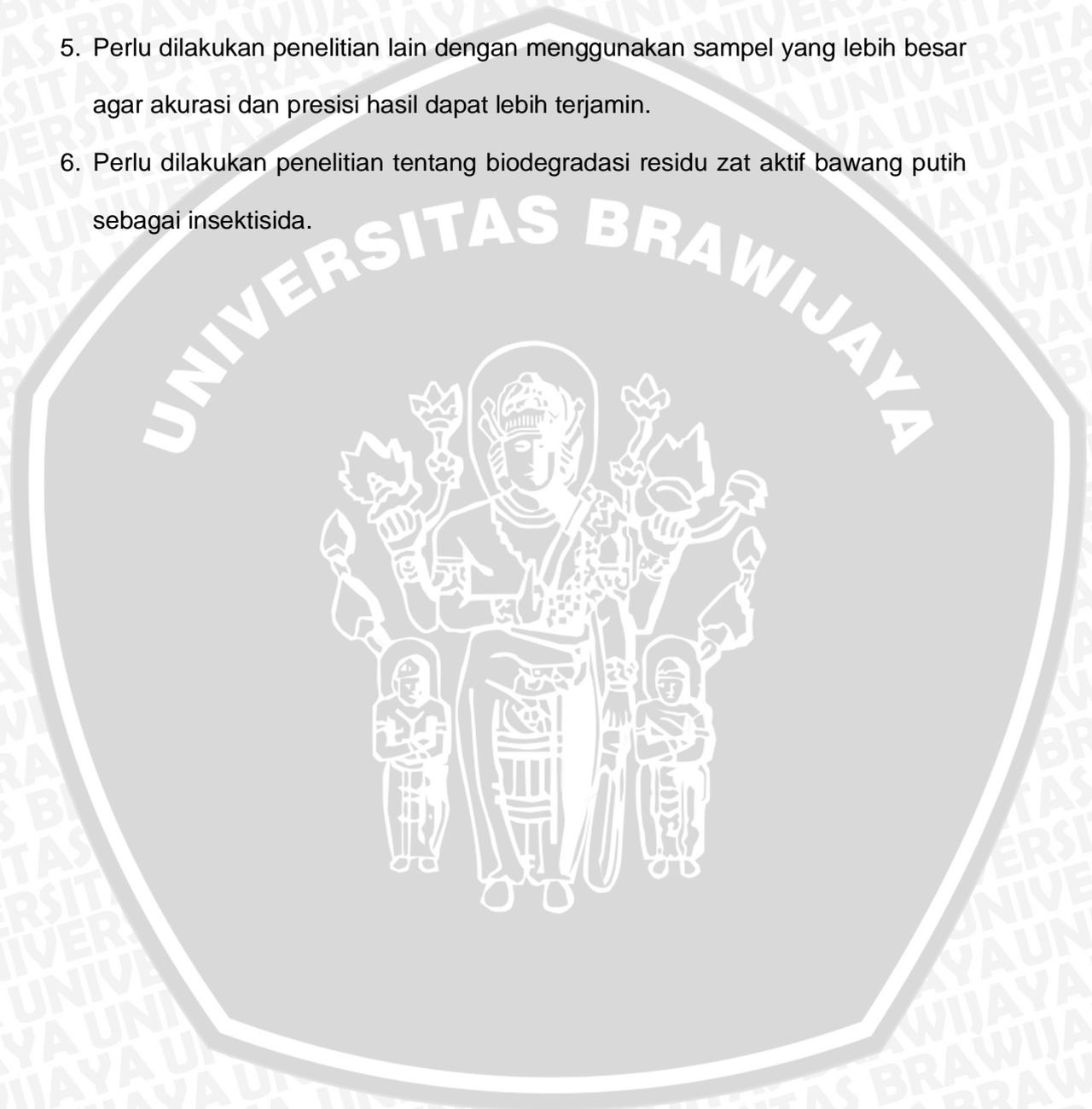
1. Ekstrak Bawang putih (*Allium sativum*) mempunyai potensi sebagai insektisida terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*.
2. Efektifitas potensi ekstrak bawang putih sebagai insektisida terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* didapatkan mulai konsentrasi 20%, dan akan bertambah potensinya jika konsentrasi ekstrak bawang putih semakin besar.

#### 7.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian “Uji Potensi Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) Sebagai Insektisida Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* Dengan Metode Semprot” peneliti menyarankan :

1. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui radius yang efektif sebagai insektisida dari larutan bawang putih dengan metode semprot.
2. Perlu adanya penelitian dengan homogenisasi usia sampel nyamuk *Aedes aegypti*
3. Perlu dilakukan pemurnian bahan aktif *Flavonoid*, *saponin* dan *Allicin* dari Ekstrak Bawang Putih untuk mengetahui besar konsentrasi *Flavonoid*, *Saponin* dan *Allicin* murni mana yang memiliki potensi sebagai insektisida

4. Perlu dilakukan uji toksisitas yang terkandung dalam Ekstrak Bawang Putih sebagai racun pernafasan dan racun kontak terhadap manusia dan hewan coba.
5. Perlu dilakukan penelitian lain dengan menggunakan sampel yang lebih besar agar akurasi dan presisi hasil dapat lebih terjamin.
6. Perlu dilakukan penelitian tentang biodegradasi residu zat aktif bawang putih sebagai insektisida.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adriyani, Y., dan Arisandi, Y. 2006. *Khasiat berbagai tanaman untuk pengobatan*, Penerbit ESKA MEDIA, Jakarta.
- Alavanja, M.C.R., Hoppin, J.A., Kamel, F. 2004. *Health Effects of Chronic Pesticide Exposure: Cancer and Neurotoxicity*. Annual review of Public Health, 25, 155-197
- Baskoro, A.D., dan Sudjari, Rahajoe S. 2006. *Buku Ajar Parasitologi Arthropoda*. Malang : Laboratorium Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
- Brodnitz, M.H. Pascale, J.V., and Derslice, L.V. 1971. *Flavor components of garlic extract* K. Agr. Food. Chem. 19(2):273-275
- Brown, H.W., and Belding, D.L. 1964. *Basic Clinical Parasitology 2nd Ed*. New York: Meredith Publishing Company. P.247-249.
- Browning, G. 2000. *An Investigation into the Concentration of Garlic on the Growth of Bacteria, The Garlic Center, UK*, <http://www.garlic.mistral.co.uk/diy.htm> 10/09/2015
- Charlesworth, 2008. *Larva and Pupal Stages are Aquatic*. Purdue university. <http://extension.entm.purdue.edu/publichealth/insects/mosquito.html> diakses 6 january 2015
- Dahlan, M. S. 2004. *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan*. Jakarta : Salemba. Majalah Kedokteran Indonesia. 55(4):384
- Depkes RI. 2012. *Pengendalian Demam Chikungunya*, Edisi 2. (Online). [http://pppl.depkes.go.id/\\_asset/download/bk%20cikungunya%20edited\\_2\\_10\\_12ok.pdf](http://pppl.depkes.go.id/_asset/download/bk%20cikungunya%20edited_2_10_12ok.pdf) Diakses tanggal 17 Januari 2016

Depkes RI. 2013. *Riset Kesehatan Dasar*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI. (Online) <http://www.depkes.go.id/resources/download/general/Hasil%20Riskasdas%202013.pdf> Diakses tanggal 21 Januari 2016

Depkes, 2011. *Modul Pengendalian Demam Berdarah Dengue*. Jakarta: Direktorat Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang dan Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit & Penyehatan Lingkungan; 2009 [Diakses pada 6 April 2013].

Djojosumarto, P. 2008. *Pestisida dan Aplikasinya*, Yogyakarta : Agromedia Pustaka.

Evans, D. E., J.O.D. Coleman., and A. Kearns. 2003. *Plant Cell Culture*. Bios Scientific Publisher. London. 194.

Gandahusada S., et al. 2000. *Parasitologi Kedokteran*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Hal. 220;231; 240-255

Gubler D. J. 1997. *Dengue and dengue hemorrhagic fever*. <http://www.pubmedcentral.gov/picrender.fcgi?tool=pmcentrez&blobtype=pdf&atrid=8892>. Di akses 2 Maret, 2015

Harborne, J.B. 2007. Metode Fitokimia: *Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan*, ITB, Bandung

Hoedojo, R., dan Zulhasril. 2008. *Parasitologi Kedokteran Edisi Ke-4*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI

ITIS, 2011. ITIS Standart Report Page :Caesalpinia. United States : *Integrated Taxonomic Information System*

Kamath, S., Das, A,K., and Parikh, F, S. 2006. *Chikungunya*. Journal of Association Of physician of India

- Kardinan, A. 2002. *Pestisida Nabati Ramuan dan Aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kardinan, Agus. 2007. *Tanaman Pengusir Dan Pembasmi Nyamuk*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Kurane, I. 2007. *Dengue Hemorrhagic Fever with Special Emphasis on immunopathogenesis, Comparative immunology, Microbiology & Infectious Disease*. 30:329-40.
- Kusumawati, D., 2005. *Bersahabat dengan Hewan Coba*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Larry, S. 2009. *Foundation of parasitology* 8<sup>th</sup> Edition. New York : Mc Graw- Hill Companies
- Lukito. 1998. *Teknik komputer dasar*. Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada.
- McCafferty. 2010. *Aquatic Entomology*. Boston: Jones & Barlett Publishers, Inc. pp. 98-102
- Manuel, F. B., and Douglas, K. A. 1992, *Human Medicinal Agent From Plant*, American Chemical Society, Washington.D.C.
- Marjanah. 2004. *Tumbuhan Babadotan (Ageratum conyzoides L) sebagai Alternatif Insektisida Nabati*. Dalam, *Visi Wacana* 10. Jakarta p. 299-305.
- Martono, Y., Kristopo, H., dan Sihasale. 2002. *Recovery Produk Ekstrak Steviosida sebagai Bahan Alternatif Pengganti Gula dari Stevia rebaudiana* (Bert.). *Prosiding Seminar Nasional PATPI*.
- Naidu AS. 2000. *Natural Food Antimicrobial System*. USA: CRC Press
- Neva, F.A., and Brown, H.W. 1994 *Basic Clinical Parasitologi*, 6<sup>th</sup> ed, Prentice Hall International Edition.

- Nok, A.J., S, William., and P.C, Onyeneke. 1996. *Allium sativum*-induced death of African Trypanosomes. *Parasitology Research B2*: 634-637.
- NSW. 2014. *NSW Arbovirus Surveillance & Vector Monitoring Pathway Controls Dengue Virus Infection*. *Plos pathogens Journal* 4(7): 1-12. *Penyakit Demam Berdarah Dengue dan Demam Dengue*. Jakarta : *Penyakit*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, II (1), 40-50. Press, Surabaya
- Program(Online)*.<http://medent.usyd.edu.au/arbovirus/mosquit/photos/mosquitphotos.htm> diakses 6 januari 2015
- Rismunandar. 1989. *Membudidayakan 5 Jenis Bawang*. Sinar Baru, Bandung
- Robinson, T. 2001. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Bandung: Penerbit ITB. Hal: 71-72, 191-193
- Rukmana, R. 2004. *Budidaya Bawang Putih*. Kanisius. Yogyakarta.
- Russell, R.C. 1996. *A colour photo atlas of mosquitoes of Southeastern Australia*. *Medical Entomology, Westmead Hospital(Online)*.<http://medent.usyd.edu.au/photo/aedes%20aegypti.htm> diakses tanggal 6 januari 2015
- Soegijanto, S. (2004), *Demam Berdarah Dengue*, Airlangga University
- Staples, J.E., Fischer, M., and Powers, A. M. 2009. Chikungunya. *Centers for Disease Control and Prevention*
- Sungkar, S. 2005. *Bionomik Aedes Aegypti, Vektor Demam Berdarah Dengue*, *Majalah Kedokteran Indonesia*, Vol. 55, No.4, hal. 384- 389
- WHO CTD, 1996. *Report of the WHO Informal Consultation on The Evaluation and Tesing Insecticide*. (Online).  
[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/65962/1/CTD\\_WHOPEP\\_IC\\_96.1.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/65962/1/CTD_WHOPEP_IC_96.1.pdf). Diakses tanggal 3 Februari 2016

WHO. 2003. *Pencegahan dan Penanggulangan Penyakit Demam Dengue dan Demam Berdarah Dengue*. Jakarta: WHO & Departemen Kesehatan RI; 2003

WHO. 2006. *Guidelines for Testing Mosquitos Adulticides for Indoor Residual Spraying and Treatment of Mosquitos Nets*. (Online). ([http://whglibdoc.who.int/hg/2006/WHO\\_CDS\\_NTD\\_WHOPEPES\\_GCDPP\\_2006.3\\_eng.pdf](http://whglibdoc.who.int/hg/2006/WHO_CDS_NTD_WHOPEPES_GCDPP_2006.3_eng.pdf))

World Health Organization. 2014. *Immunization, Vaccines and Biologicals. Dengue*. (Online) <http://www.who.int/immunization/diseases/dengue/en/> di akses 03 Januari 2015

Xi, Z., et al 2008. *The Aedes aegypti Toll Pathway Controls Dengue Virus Infection*. Plos pathogens Journal. 4(7): 1-12.

Zettel, C., & Kaufan, P. 2013. *Yellow Fever Mosquito Aedes aegypty (Linnaeus)* (Online) <http://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/aedesaegypti.htm> (diakses 6 januari 2015)

Zuraida, A.R., et al. 2010. *Regeneration of Malaysian India Rice (Oryza sativa) variety Mr232 via Optimized Somatic Embryogenesis System*. Jurnal phytologi

## LAMPIRAN

Lampiran 1. Rerata Kematian Nyamuk *Aedes aegypti*

Waktu Pengamatan	Perlakuan				
	Ekstrak 20%	Ekstrak 30%	Ekstrak 40%	Kontrol (+)	Kontrol (-)
Jam ke-1	0,5	2	3	25	0
Jam ke-2	2	4,5	6,25	25	0
Jam ke-3	5,25	8	10,25	25	0
Jam ke-4	7,75	13	17	25	0
Jam ke-5	13,25	18,25	20,75	25	0
Jam ke-6	17,5	21,25	23,25	25	0
Jam ke-24	24	25	25	25	0
Rerata	10,03	13,14	15,07	25	0



**Lampiran 2. Uji Asumsi Normalitas**

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
N		20	20	20	20	20	20	20
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	6,10	7,55	9,70	12,55	15,45	17,40	19,80
	Std. Deviation	9,781	9,271	8,633	8,757	8,912	9,389	10,170
Most Extreme Differences	Absolute	,374	,281	,236	,124	,159	,241	,423
	Positive	,374	,281	,236	,124	,159	,209	,305
	Negative	-,266	-,208	-,162	-,122	-,155	-,241	-,423
Kolmogorov-Smirnov Z		1,674	1,255	1,056	,555	,709	1,077	1,894
Asymp. Sig. (2-tailed)		,007	,086	,215	,918	,696	,197	,002



**Lampiran 3. Uji Asumsi Homogenitas Ragam****Test of Homogeneity of Variances**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Jam_1	3,500	4	15	,033
Jam_2	3,780	4	15	,026
Jam_3	3,460	4	15	,034
Jam_4	6,400	4	15	,003
Jam_5	6,477	4	15	,003
Jam_6	8,938	4	15	,001
Jam_24	3,000	4	15	,053



**Lampiran 4. Oneway**

**ANOVA**

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Jam_1	Between Groups	1808,800	4	452,200	753,667	,000
	Within Groups	9,000	15	,600		
	Total	1817,800	19			
Jam_2	Between Groups	1613,200	4	403,300	306,304	,000
	Within Groups	19,750	15	1,317		
	Total	1632,950	19			
Jam_3	Between Groups	1404,700	4	351,175	458,054	,000
	Within Groups	11,500	15	,767		
	Total	1416,200	19			
Jam_4	Between Groups	1422,200	4	355,550	153,475	,000
	Within Groups	34,750	15	2,317		
	Total	1456,950	19			
Jam_5	Between Groups	1482,700	4	370,675	211,814	,000
	Within Groups	26,250	15	1,750		
	Total	1508,950	19			
Jam_6	Between Groups	1638,300	4	409,575	168,318	,000
	Within Groups	36,500	15	2,433		
	Total	1674,800	19			
Jam_24	Between Groups	1963,200	4	490,800	3681,000	,000
	Within Groups	2,000	15	,133		
	Total	1965,200	19			



**Lampiran 5. Kruskal-Wallis Test**

Ranks			
	Perlakuan	N	Mean Rank
Jam_1	20%	4	5,75
	30%	4	11,38
	40%	4	13,38
	Kontrol (-)	4	3,50
	Kontrol (+)	4	18,50
	Total	20	
Jam_2	20%	4	6,63
	30%	4	11,25
	40%	4	13,63
	Kontrol (-)	4	2,50
	Kontrol (+)	4	18,50
	Total	20	
Jam_3	20%	4	6,63
	30%	4	10,63
	40%	4	14,25
	Kontrol (-)	4	2,50
	Kontrol (+)	4	18,50
	Total	20	
Jam_4	20%	4	6,50
	30%	4	11,00
	40%	4	14,00
	Kontrol (-)	4	2,50
	Kontrol (+)	4	18,50
	Total	20	
Jam_5	20%	4	6,50
	30%	4	11,25
	40%	4	13,75
	Kontrol (-)	4	2,50
	Kontrol (+)	4	18,50
	Total	20	
Jam_6	20%	4	6,88
	30%	4	11,13
	40%	4	14,00
	Kontrol (-)	4	2,50
	Kontrol (+)	4	18,00
	Total	20	
Jam_24	20%	4	8,00
	30%	4	14,00
	40%	4	14,00
	Kontrol (-)	4	2,50
	Kontrol (+)	4	14,00
	Total	20	



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

	Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
Chi-Square	17,306	17,888	18,368	18,187	18,041	17,114	17,030
Df	4	4	4	4	4	4	4
Asymp. Sig.	,002	,001	,001	,001	,001	,002	,002

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan



### Lampiran 6. Korelasi Pearson

#### Correlations

		Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24	Konsentrasi
Jam_1	Pearson Correlation	1	,989**	,948**	,801**	,633**	,499*	,335	,760**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,003	,025	,149	,004
	N	20	20	20	20	20	20	20	12
Jam_2	Pearson Correlation	,989**	1	,979**	,875**	,727**	,601**	,434	,801**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000	,005	,056	,002
	N	20	20	20	20	20	20	20	12
Jam_3	Pearson Correlation	,948**	,979**	1	,941**	,840**	,737**	,592**	,900**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,000	,006	,000
	N	20	20	20	20	20	20	20	12
Jam_4	Pearson Correlation	,801**	,875**	,941**	1	,956**	,885**	,754**	,909**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000	,000	,000	,000
	N	20	20	20	20	20	20	20	12
Jam_5	Pearson Correlation	,633**	,727**	,840**	,956**	1	,979**	,903**	,887**
	Sig. (2-tailed)	,003	,000	,000	,000		,000	,000	,000
	N	20	20	20	20	20	20	20	12
Jam_6	Pearson Correlation	,499*	,601**	,737**	,885**	,979**	1	,958**	,795**
	Sig. (2-tailed)	,025	,005	,000	,000	,000		,000	,002
	N	20	20	20	20	20	20	20	12
Jam_24	Pearson Correlation	,335	,434	,592**	,754**	,903**	,958**	1	,655*
	Sig. (2-tailed)	,149	,056	,006	,000	,000	,000		,021
	N	20	20	20	20	20	20	20	12
Konsentrasi	Pearson Correlation	,760**	,801**	,900**	,909**	,887**	,795**	,655*	1
	Sig. (2-tailed)	,004	,002	,000	,000	,000	,002	,021	
	N	12	12	12	12	12	12	12	12

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**Lampiran 7. Uji Lanjut Mann-Whitney Test**

**Mann-Whitney Test**

**Ranks**

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Jam_1	20%	4	2,75	11,00
	30%	4	6,25	25,00
	Total	8		
Jam_2	20%	4	2,63	10,50
	30%	4	6,38	25,50
	Total	8		
Jam_3	20%	4	2,63	10,50
	30%	4	6,38	25,50
	Total	8		
Jam_4	20%	4	2,50	10,00
	30%	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_5	20%	4	2,50	10,00
	30%	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_6	20%	4	2,88	11,50
	30%	4	6,13	24,50
	Total	8		
Jam_24	20%	4	3,00	12,00
	30%	4	6,00	24,00
	Total	8		

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

	Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
Mann-Whitney U	1,000	,500	,500	,000	,000	1,500	2,000
Wilcoxon W	11,000	10,500	10,500	10,000	10,000	11,500	12,000
Z	-2,097	-2,205	-2,247	-2,337	-2,323	-1,888	-2,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,036	,027	,025	,019	,020	,059	,046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,057 <sup>b</sup>	,029 <sup>b</sup>	,029 <sup>b</sup>	,029 <sup>b</sup>	,029 <sup>b</sup>	,057 <sup>b</sup>	,114 <sup>b</sup>

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

### Mann-Whitney Test 2

#### Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Jam_1	20%	4	2,50	10,00
	40%	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_2	20%	4	2,50	10,00
	40%	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_3	20%	4	2,50	10,00
	40%	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_4	20%	4	2,50	10,00
	40%	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_5	20%	4	2,50	10,00
	40%	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_6	20%	4	2,50	10,00
	40%	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_24	20%	4	3,00	12,00
	40%	4	6,00	24,00
	Total	8		

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

	Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
Mann-Whitney U	,000	,000	,000	,000	,000	,000	2,000
Wilcoxon W	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	12,000
Z	-2,352	-2,323	-2,381	-2,323	-2,323	-2,309	-2,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,019	,020	,017	,020	,020	,021	,046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,029 <sup>b</sup>	,114 <sup>b</sup>					

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

### Mann-Whitney Test 3

#### Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Jam_1	20%	4	5,50	22,00
	Kontrol (-)	4	3,50	14,00
	Total	8		
Jam_2	20%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_3	20%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_4	20%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_5	20%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_6	20%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_24	20%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		

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

	Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
Mann-Whitney U	4,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
Wilcoxon W	14,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Z	-1,528	-2,477	-2,530	-2,477	-2,477	-2,460	-2,477
Asymp. Sig. (2-tailed)	,127	,013	,011	,013	,013	,014	,013
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,343 <sup>b</sup>	,029 <sup>b</sup>					

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

### Mann-Whitney Test 4

#### Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Jam_1	20%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_2	20%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_3	20%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_4	20%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_5	20%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_6	20%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_24	20%	4	3,00	12,00
	Kontrol (+)	4	6,00	24,00
	Total	8		

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

	Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
Mann-Whitney U	,000	,000	,000	,000	,000	,000	2,000
Wilcoxon W	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	12,000
Z	-2,494	-2,477	-2,530	-2,477	-2,477	-2,460	-2,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,013	,013	,011	,013	,013	,014	,046
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,029 <sup>b</sup>	,114 <sup>b</sup>					

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

### Mann-Whitney Test 5

#### Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Jam_1	30%	4	3,63	14,50
	40%	4	5,38	21,50
	Total	8		
Jam_2	30%	4	3,38	13,50
	40%	4	5,63	22,50
	Total	8		
Jam_3	30%	4	2,75	11,00
	40%	4	6,25	25,00
	Total	8		
Jam_4	30%	4	3,00	12,00
	40%	4	6,00	24,00
	Total	8		
Jam_5	30%	4	3,25	13,00
	40%	4	5,75	23,00
	Total	8		
Jam_6	30%	4	3,50	14,00
	40%	4	5,50	22,00
	Total	8		
Jam_24	30%	4	4,50	18,00
	40%	4	4,50	18,00
	Total	8		

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

	Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
Mann-Whitney U	4,500	3,500	1,000	2,000	3,000	4,000	8,000
Wilcoxon W	14,500	13,500	11,000	12,000	13,000	14,000	18,000
Z	-1,084	-1,340	-2,084	-1,742	-1,461	-1,169	,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,278	,180	,037	,081	,144	,243	1,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,343 <sup>b</sup>	,200 <sup>b</sup>	,057 <sup>b</sup>	,114 <sup>b</sup>	,200 <sup>b</sup>	,343 <sup>b</sup>	1,000 <sup>b</sup>

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

### Mann-Whitney Test 6

#### Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Jam_1	30%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_2	30%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_3	30%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_4	30%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_5	30%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_6	30%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_24	30%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		

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

	Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
Mann-Whitney U	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
Wilcoxon W	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Z	-2,477	-2,477	-2,477	-2,477	-2,460	-2,460	-2,646
Asymp. Sig. (2-tailed)	,013	,013	,013	,013	,014	,014	,008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,029 <sup>b</sup>						

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

### Mann-Whitney Test 7

#### Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Jam_1	30%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_2	30%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_3	30%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_4	30%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_5	30%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_6	30%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_24	30%	4	4,50	18,00
	Kontrol (+)	4	4,50	18,00
	Total	8		

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

	Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
Mann-Whitney U	,000	,000	,000	,000	,000	,000	8,000
Wilcoxon W	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	18,000
Z	-2,477	-2,477	-2,477	-2,477	-2,460	-2,460	,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,013	,013	,013	,013	,014	,014	1,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,029 <sup>b</sup>	1,000 <sup>b</sup>					

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

### Mann-Whitney Test 8

#### Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Jam_1	40%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_2	40%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_3	40%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_4	40%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_5	40%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_6	40%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		
Jam_24	40%	4	6,50	26,00
	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Total	8		

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

	Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
Mann-Whitney U	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
Wilcoxon W	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Z	-2,477	-2,460	-2,477	-2,460	-2,460	-2,460	-2,646
Asymp. Sig. (2-tailed)	,013	,014	,013	,014	,014	,014	,008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,029 <sup>b</sup>						

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

### Mann-Whitney Test 9

#### Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Jam_1	40%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_2	40%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_3	40%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_4	40%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_5	40%	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_6	40%	4	3,00	12,00
	Kontrol (+)	4	6,00	24,00
	Total	8		
Jam_24	40%	4	4,50	18,00
	Kontrol (+)	4	4,50	18,00
	Total	8		

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

	Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
Mann-Whitney U	,000	,000	,000	,000	,000	2,000	8,000
Wilcoxon W	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	12,000	18,000
Z	-2,477	-2,460	-2,477	-2,460	-2,460	-1,984	,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,013	,014	,013	,014	,014	,047	1,000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,029 <sup>b</sup>	,114 <sup>b</sup>	1,000 <sup>b</sup>				

a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

### Mann-Whitney Test 10

#### Ranks

	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Jam_1	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_2	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_3	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_4	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_5	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_6	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		
Jam_24	Kontrol (-)	4	2,50	10,00
	Kontrol (+)	4	6,50	26,00
	Total	8		

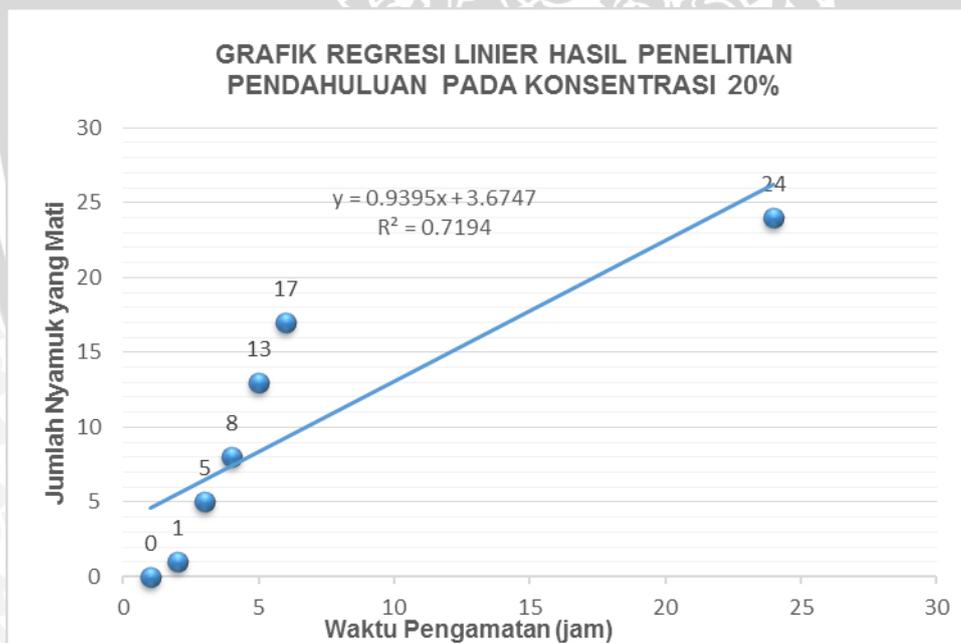
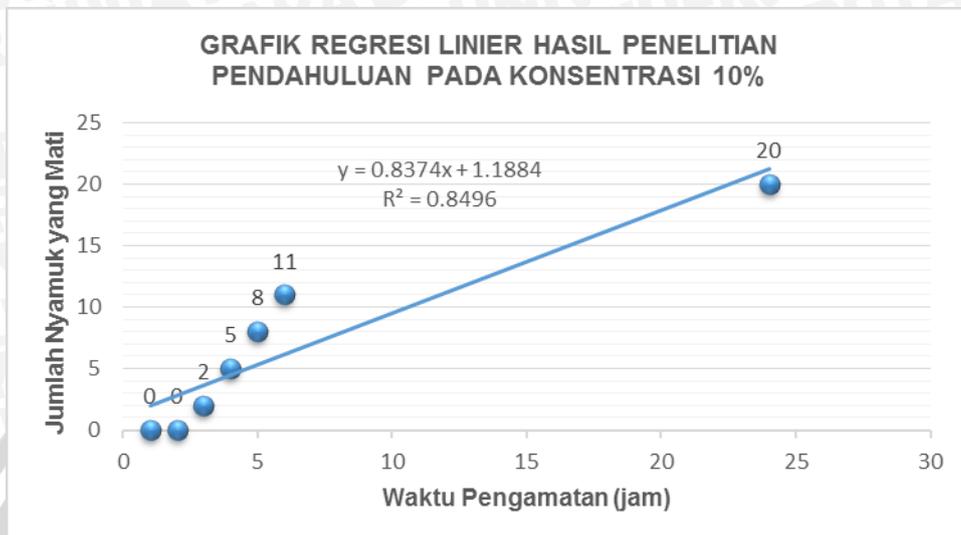
#### Test Statistics<sup>a</sup>

	Jam_1	Jam_2	Jam_3	Jam_4	Jam_5	Jam_6	Jam_24
Mann-Whitney U	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
Wilcoxon W	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Z	-2,646	-2,646	-2,646	-2,646	-2,646	-2,646	-2,646
Asymp. Sig. (2-tailed)	,008	,008	,008	,008	,008	,008	,008
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,029 <sup>b</sup>						

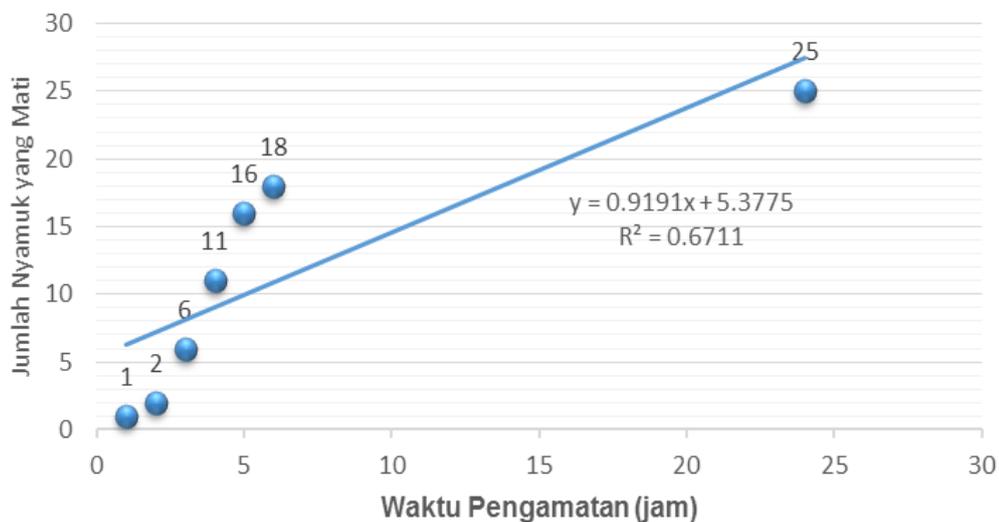
a. Grouping Variable: Perlakuan

b. Not corrected for ties.

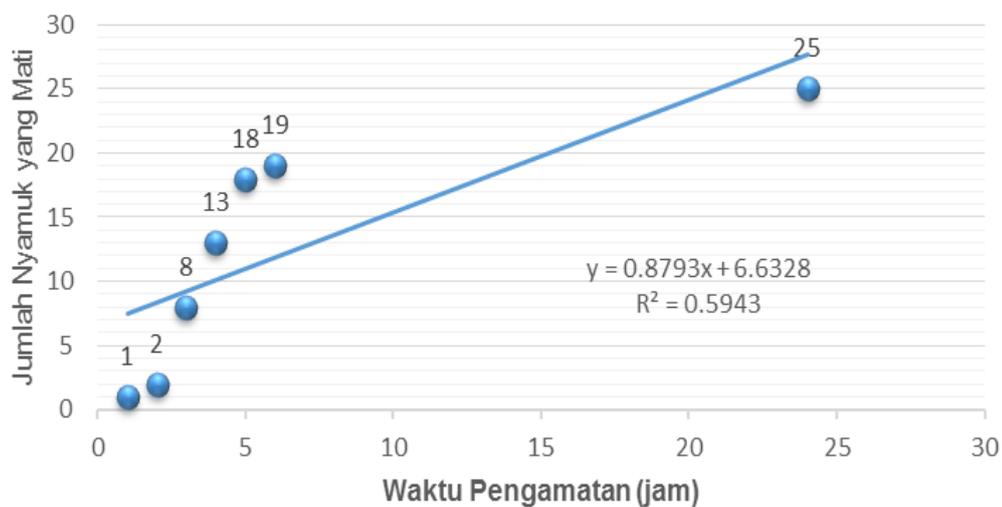
Lampiran 8. Grafik Regresi Linier Hasil Penelitian Pendahuluan

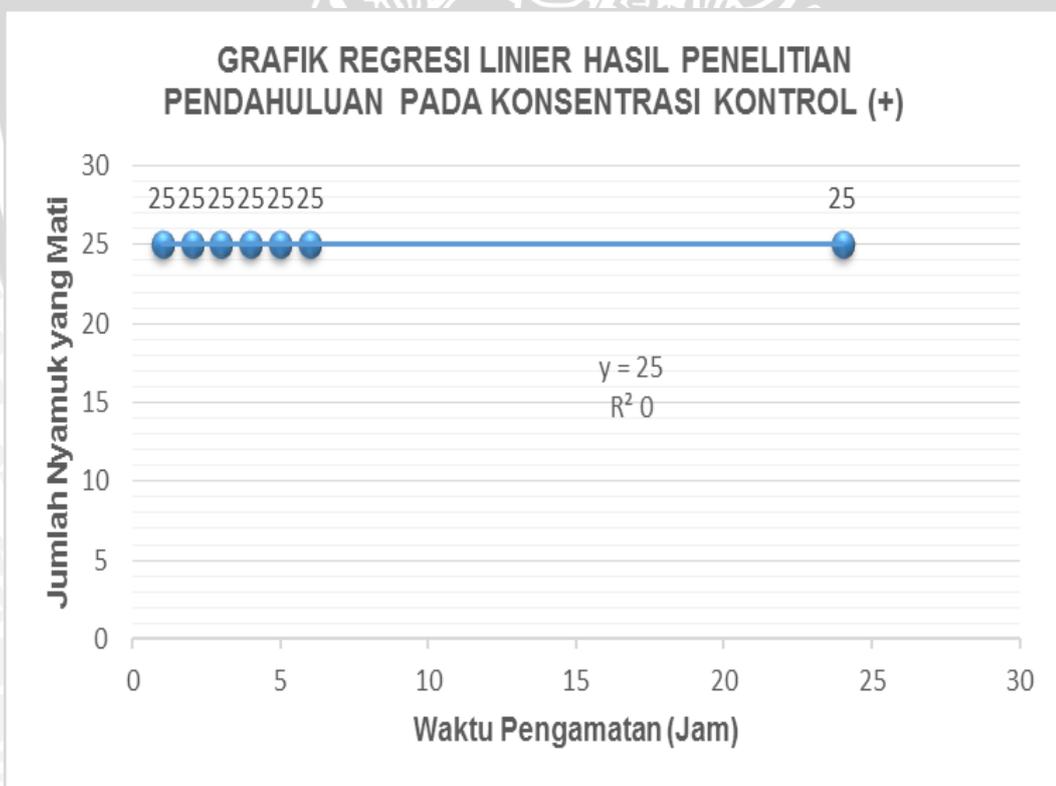
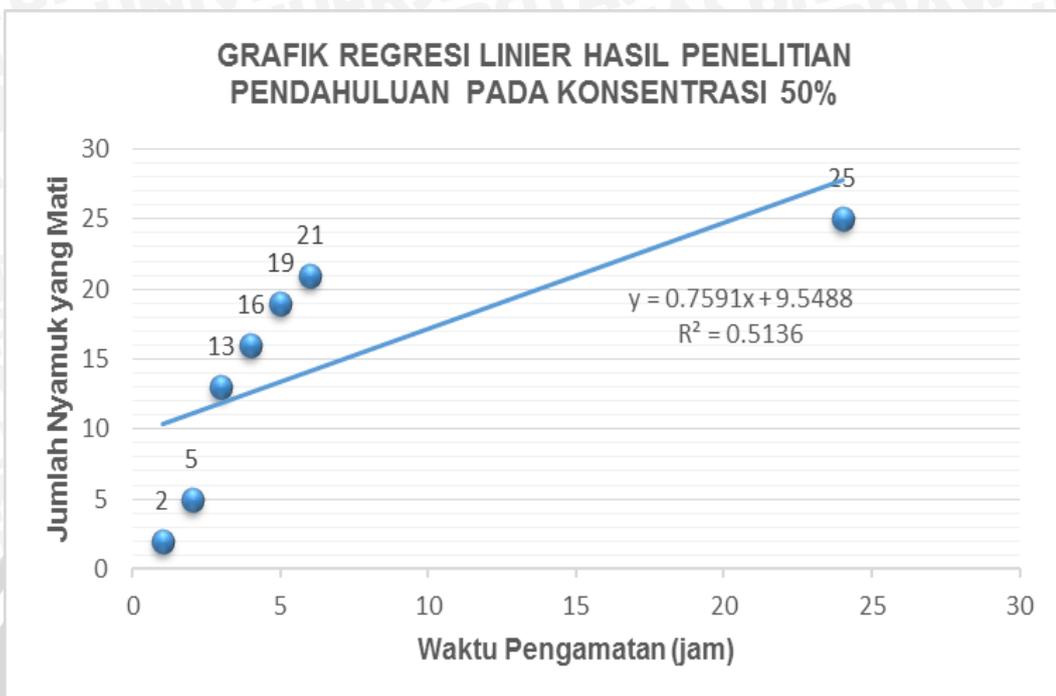


**GRAFIK REGRESI LINIER HASIL PENELITIAN  
PENDAHULUAN PADA KONSENTRASI 30%**

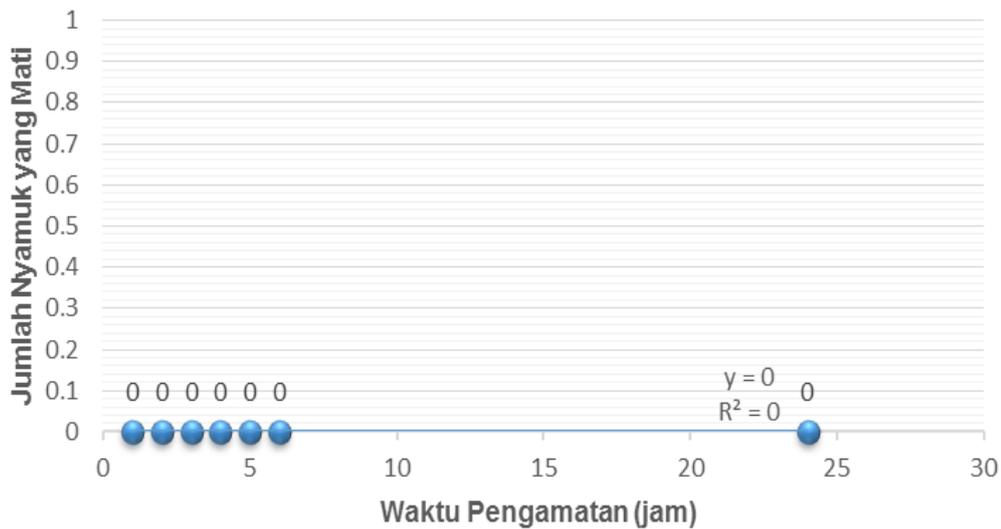


**GRAFIK REGRESI LINIER HASIL PENELITIAN  
PENDAHULUAN PADA KONSENTRASI 40%**

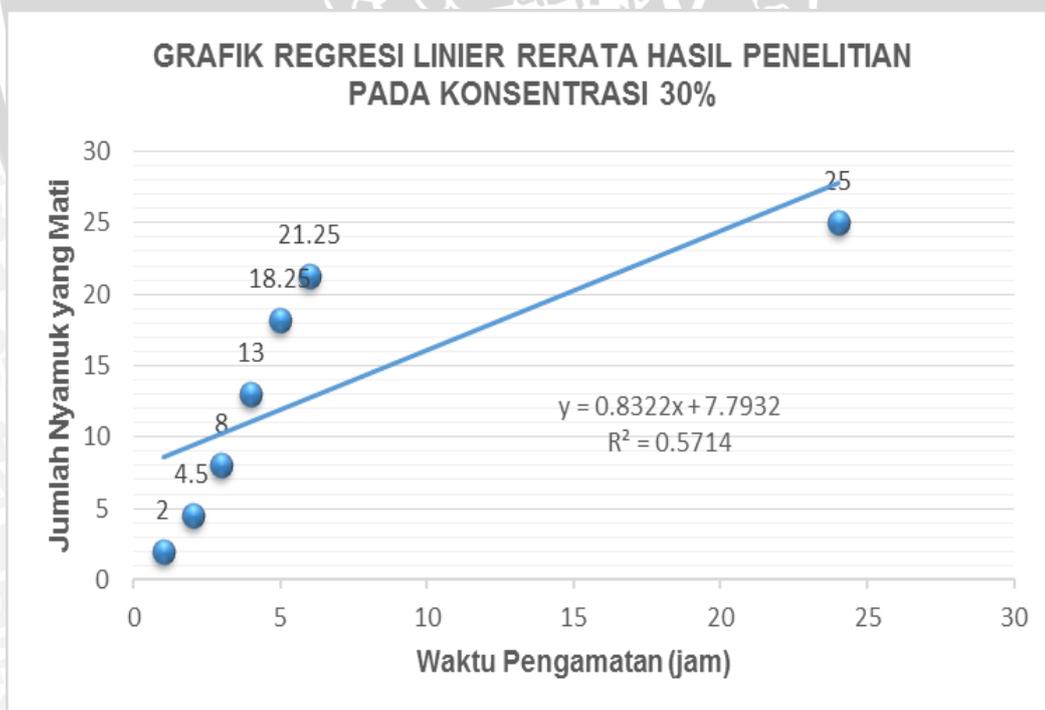
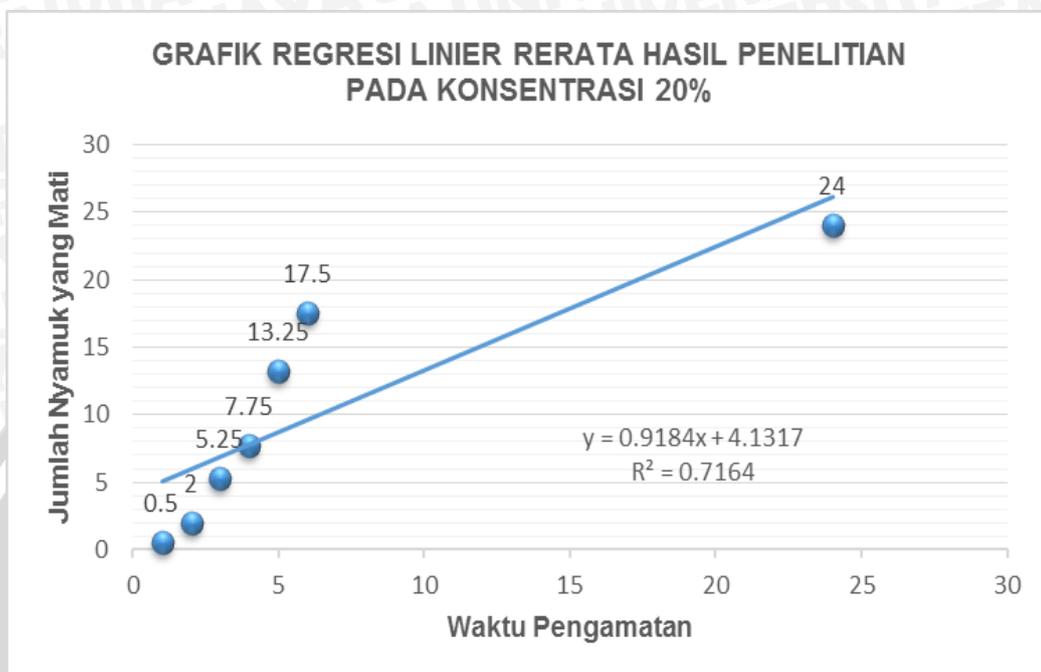




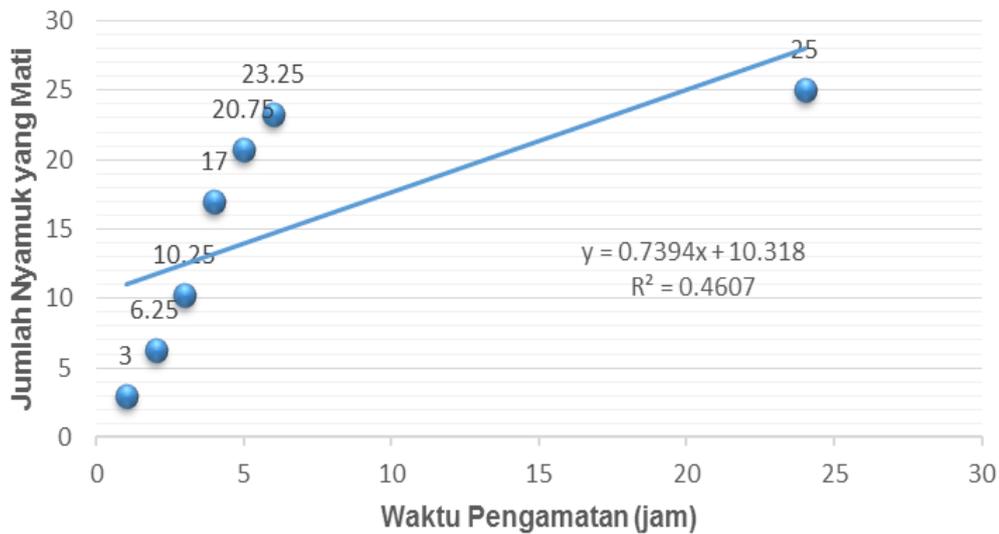
GRAFIK REGRESI LINIER HASIL PENELITIAN  
PENDAHULUAN PADA KONSENTRASI KONTROL (-)



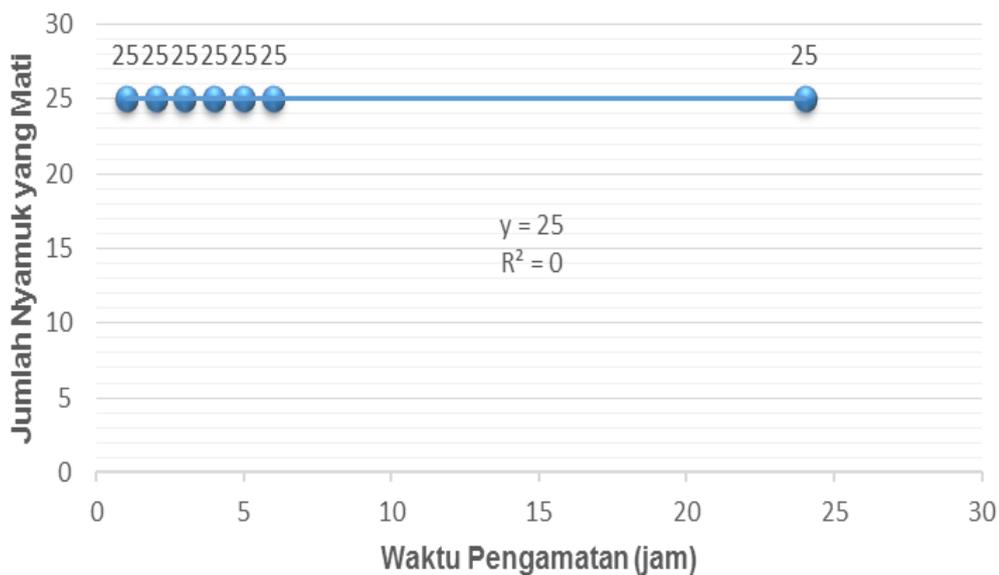
Lampiran 9. Grafik Regresi Linier Rerata Hasil Penelitian



**GRAFIK REGRESI LINIER RERATA HASIL PENELITIAN  
PADA KONSENTRASI 40%**



**GRAFIK REGRESI LINIER RERATA HASIL PENELITIAN  
PADA KONSENTRASI KONTROL (+)**



GRAFIK REGRESI LINIER RERATA HASIL PENELITIAN PADA KONSENTRASI KONTROL (-)

