



**“PENGARUH KOMBINASI EKSTRAK BATANG SERAI
WANGI DAN EKSTRAK BIJI PINANG MUDA DALAM
BENTUK SPRAY SEBAGAI BIOINSEKTISIDA TERHADAP
NYAMUK AEDES AEGYPTI“**

TESIS

OLEH :

**Khoirul Anam
NIM 152520102034**

PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT

PROGRAM PASCA SARJANA

UNIVERSITAS JEMBER

2019



**“ PENGARUH KOMBINASI EKSTRAK BATANG SERAI
WANGI DAN EKSTRAK BIJI PINANG MUDA DALAM
BENTUK SPRAY SEBAGAI BIOINSEKTISIDA TERHADAP
NYAMUK AEDES AEGYPTI “**

TESIS

**Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu
syarat untuk menyelesaikan Program Studi Ilmu Kesehatan
Masyarakat (S2) dan mencapai gelar Magister Kesehatan
Masyarakat**

OLEH :

**Khoirul Anam
NIM 152520102034**

PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT

PROGRAM PASCA SARJANA

UNIVERSITAS JEMBER

2019

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Khoirul Anam

NIM : 152520102034

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis yang berjudul “*Pengaruh Kombinasi Ekstrak Batang serai Wangi dan Ekstrak Biji pinang Muda dalam Bentuk Spray sebagai Bioinsektisida terhadap Nyamuk Aedes aegypti*” merupakan :

1. Hasil karya yang dipersiapkan dan disusun sendiri.
2. Belum pernah disampaikan untuk mendapatkan gelar pada program magister ini ataupun pada program lainnya. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan tesis ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun.

Jember, 16 Juli 2019

Yang Menyatakan,

Khoirul Anam

PERSEMBAHAN

Penulisan Tesis ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu memberi semangat untuk terus berjuang meraih tujuan hidup demi masa depan keluarga yang bahagia.
2. Dr. Isa Ma'rufi, SKM, M.Kes dan Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes selaku pembimbing dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dr.rer.biol.hum.dr. Erma Sulistyaningsih, MSi, Prof.drg. Ristya Widi Endah Yani, M.Kes dan Dr.dr. Candra Bumi, MSi selaku para penguji dalam tugas akhir ini.
4. Para dosen yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya kepada saya selama proses studi ini berlangsung.

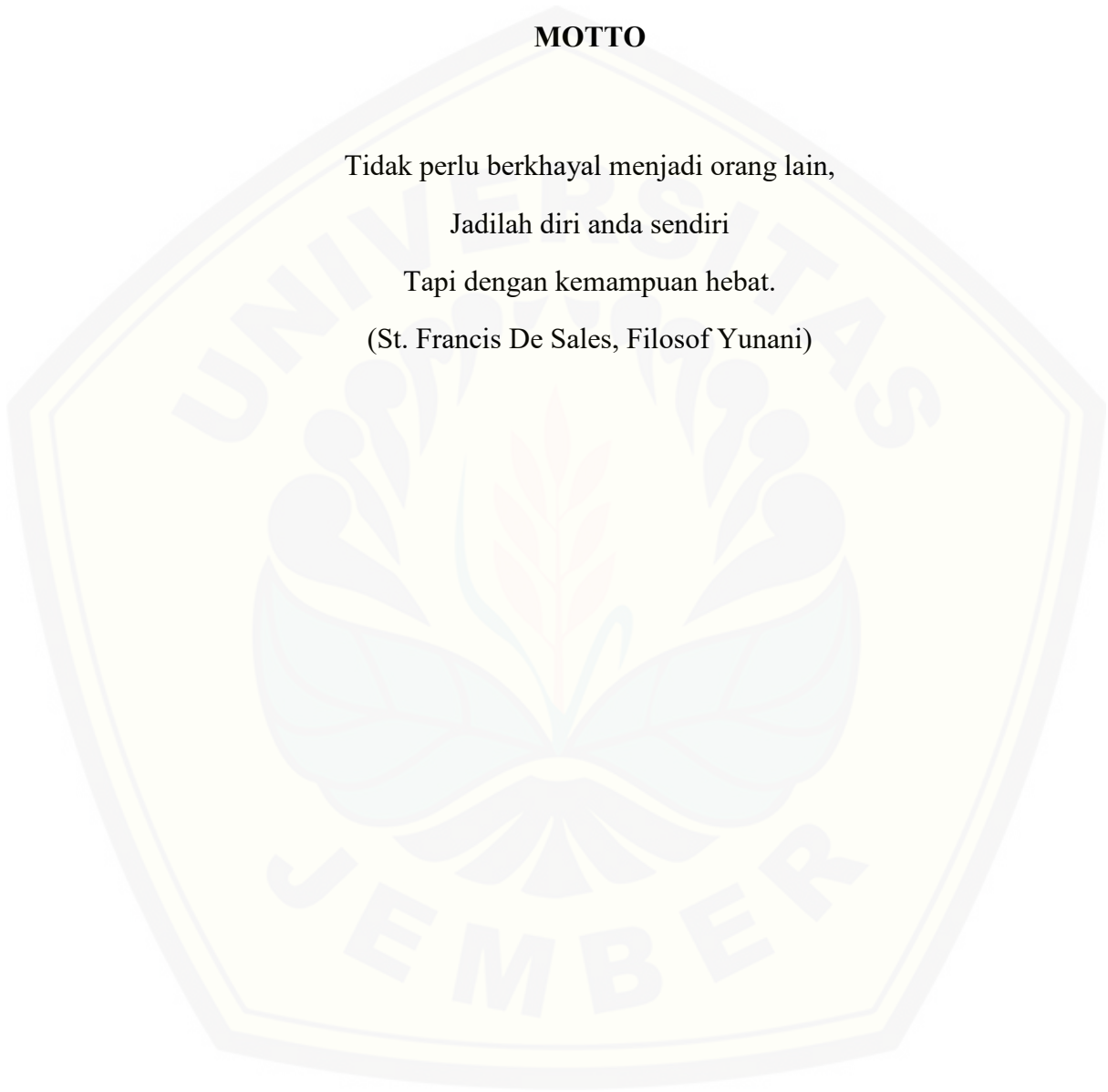
MOTTO

Tidak perlu berkhayal menjadi orang lain,

Jadilah diri anda sendiri

Tapi dengan kemampuan hebat.

(St. Francis De Sales, Filosof Yunani)



PERSETUJUAN

Tesis berjudul “*Pengaruh Kombinasi Ekstrak Batang Serai Wangi dan Ekstrak Biji Pinang Muda dalam Bentuk Spray sebagai Bioinsektisida terhadap Nyamuk Aedes aegypti*” telah di setujui pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 16 Juli 2019
Tempat : Pascasarjana Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Isa Ma'rufi SKM, M.Kes
NIP. 197509142008121002

Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes
NIP.196003091987022002

PENGESAHAN

Tesis berjudul “*Pengaruh Kombinasi Ekstrak Batang Serai Wangi dan Ekstrak Biji Pinang Muda dalam Bentuk Spray sebagai Bioinsektisida terhadap Nyamuk Aedes aegypti*” karya Khoirul Anam NIM: 152520102034 telah memenuhi persyaratan keputusan Rektor Universitas Jember, Nomor: 16887/UN25/SP/2017, tanggal 01 November 2017, Tentang Deteksi Dini Tindakan Plagiasi Dan Pencegahan Plagiarisme Karya Ilmiah Dosen, Tenaga Kependidikan Dan Mahasiswa Universitas Jember dengan Submission 1155793800 serta telah di uji dan di sahkan Pada :

Hari, tanggal : Selasa, 16 Juli 2019

Tempat : Pascasarjana Universitas Jember

Tim penguji :

Ketua

Dr.rer.biol.hum.dr. Erma Sulistyaningsih, M.Si
NIP. 197702222002122001

Sekretaris

Anggota I

Prof.drg. Ristya Widi E Y, M.Kes
NIP: 197704052001122001

Anggota II

Dr. dr. Candra Bumi, MSi
NIP: 197406082008011012

Anggota III

Dr. Isa Ma'rufi, SKM, M.Kes
NIP: 197509142008121002

Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes
NIP: 196003091987022002

Mengesahkan,

Direktur Pascasarjana Universitas Jember

Prof. Dr. Ir. Rudi Widodo, MS
NIP. 195207061976031006

RINGKASAN

Pengaruh Kombinasi Ekstrak Batang Serai Wangi dan Ekstrak Biji Pinang Muda dalam Bentuk Spray sebagai Bioinsektisida terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*; Khoirul anam; 152520102034; 2019; Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Pascasarjana Universitas Jember.

Penggunaan insektisida sintetik untuk mengendalikan vektor nyamuk *Aedes aegypti* yang menjadi vektor virus Dengue haruslah berhati-hati dan penuh pertimbangan, karena penggunaan insektisida sintetik secara terus menerus dan tidak bijaksana akan menimbulkan dampak yang tidak menguntungkan yaitu dampak resistensi dan dampak kesehatan baik kesehatan lingkungan maupun kesehatan manusia. Penggantian insektisida sintetik dengan insektisida alami perlu dilakukan untuk menghindari dampak yang tidak diinginkan, salah satu insektisida alami yang dapat digunakan adalah ekstrak batang serai wangi yang mengandung alkaloid dan ekstrak biji pinang muda mengandung yang mengandung tannin, dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan serangga termasuk nyamuk *Aedes aegypti*.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda serta kombinasi dalam bentuk spray terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*. Penelitian ini adalah eksperimen murni dengan desain faktorial karena ada 2 variabel bebas yaitu konsentrasi ekstrak dan durasi waktu observasi dengan variabel terikat yaitu kematian nyamuk. Sampel nyamuk yang dipakai dipilih secara random sampling dengan memperhatikan kriteria inklusi dan eksklusi sesuai panduan dari WHO. Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan uji statistik *Repeated Measure GLM* untuk mengetahui adanya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat dilanjutkan dengan uji Post Hoc Tukey atau LSD untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar variabel bebas terhadap variabel terikat. Untuk mengetahui LT_{50} dan LC_{50} dilakukan penghitungan dengan menggunakan program excell yang dituangkan dalam bentuk grafik.

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa ekstrak batang serai wangi, ekstrak biji pinang muda dan kombinasi ekstrak memiliki pengaruh terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*, namun perbedaan pengaruh antara masing-masing ekstrak batang serai wangi, ekstrak biji pinang muda dan kombinasi ekstrak menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan. Pengaruh lamanya waktu observasi terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti* berdasarkan uji statistik *Repeated Measure* GLM, dimana semakin lama durasi pengamatan akan semakin besar pengaruhnya terhadap kematian nyamuk. Faktor konsentrasi ekstrak yang dipergunakan berdasarkan hasil uji statistik juga memiliki pengaruh yang signifikan dimana semakin besar konsentrasi ekstrak yang dipergunakan maka semakin besar pengaruhnya terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*. *Lethal Concentration 50 %* atau LC_{50} ekstrak batang serai wangi sebesar 3.198 ppm, LC_{50} ekstrak biji pinang muda sebesar 7.602 ppm dan LC_{50} kombinasi ekstrak sebesar 1.329 ppm. *Lethal time 50 %* atau LT_{50} dari ekstrak batang serai wangi adalah sebesar 27,49 menit setelah intervensi, LT_{50} ekstrak biji pinang muda sebesar 56,967 menit dan LT_{50} kombinasi ekstrak sebesar 17,795 menit setelah intervensi.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah terdapat pengaruh ekstrak batang serai wangi, ekstrak biji pinang muda dan kombinasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda dalam bentuk spray terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti* meskipun dari ketiga jenis ekstrak tersebut secara statistik tidak berbeda secara signifikan. Berdasarkan kesimpulan diatas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari formula dan konsentrasi aman yang tidak menimbulkan masalah kesehatan manusia, kesehatan lingkungan dan resistensi terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.

SUMMARY

*The use of synthetic insecticides to control the vector of *Aedes aegypti* mosquitoes that become vector of dengue virus must be careful and considerate. The use of these synthetic insecticides continuously and unwise will have an unfavorable impact, namely the impact of resistance and the health effects of both environmental health and human health. The substitution of synthetic insecticides with natural insecticides needs to be done to undesired impacts using lemongrass extract containing alkaloids and young areca bean extract containing tannin to control insects including the *Aedes aegypti* mosquito.*

*This study aimed to determine the effect of lemongrass extract and young areca seed extract as well as their combinations in the form of spray on the death of *Aedes aegypti* mosquitoes. This research is a true experimental study with a factorial design because there are 2 independent variables, the concentration of extract and the duration of observation with to dependent variable the death of mosquitoes. The mosquito samples were selected by random sampling based on the inclusion and exclusion criteria according to WHO guidelines. The data obtained is processed by using the Repeated Measure GLM statistical test to determine the effect of independent variables on the dependent variable followed by the Post Hoc Tukey test or LSD to determine the difference in influence between independent variables on the dependent variable. To find out the LT_{50} and LC_{50} calculation is done using the excell program which is outlined in graphical form.*

*The results of statistical analysis showed that lemongrass extract, young areca bean extract and combination extracts had an influence on the mortality of *Aedes aegypti* mosquitoes, the differences in effect between lemongrass extract, young areca bean extract and extract combination showed no significant difference. The statistical test on the duration of time observation on the death of *Aedes aegypti* showed that the longer the duration of observation the more effect on the death of mosquitoes. The extract concentration factor showed a significant effect where the higher the concentration of extract, the higher of effect on the*

mortality of *Aedes aegypti* mosquitoes. The Lethal Concentration 50% or LC_{50} of lemongrass extract was 3,198 ppm, LC_{50} of young areca extract was 7,602 ppm and LC_{50} of combination extract was 1,329 ppm. The Lethal time of 50% or LT_{50} of lemongrass extract was 27.49 minutes after intervention, LT_{50} of young areca extract was 56.967 minutes and LT_{50} of combination extract was 17.795 minutes after intervention.

In conclusion, there is an effect of lemongrass extract, young areca nut extract and combination of lemongrass extract and young areca bean extract in the form of spray on the death of *Aedes aegypti* mosquitoes, although there are no significantly different, further research is needed to find safe formulas and concentrations that do not cause human health problems, environmental health and resistance to *Aedes aegypti* mosquitoes.

PRAKATA

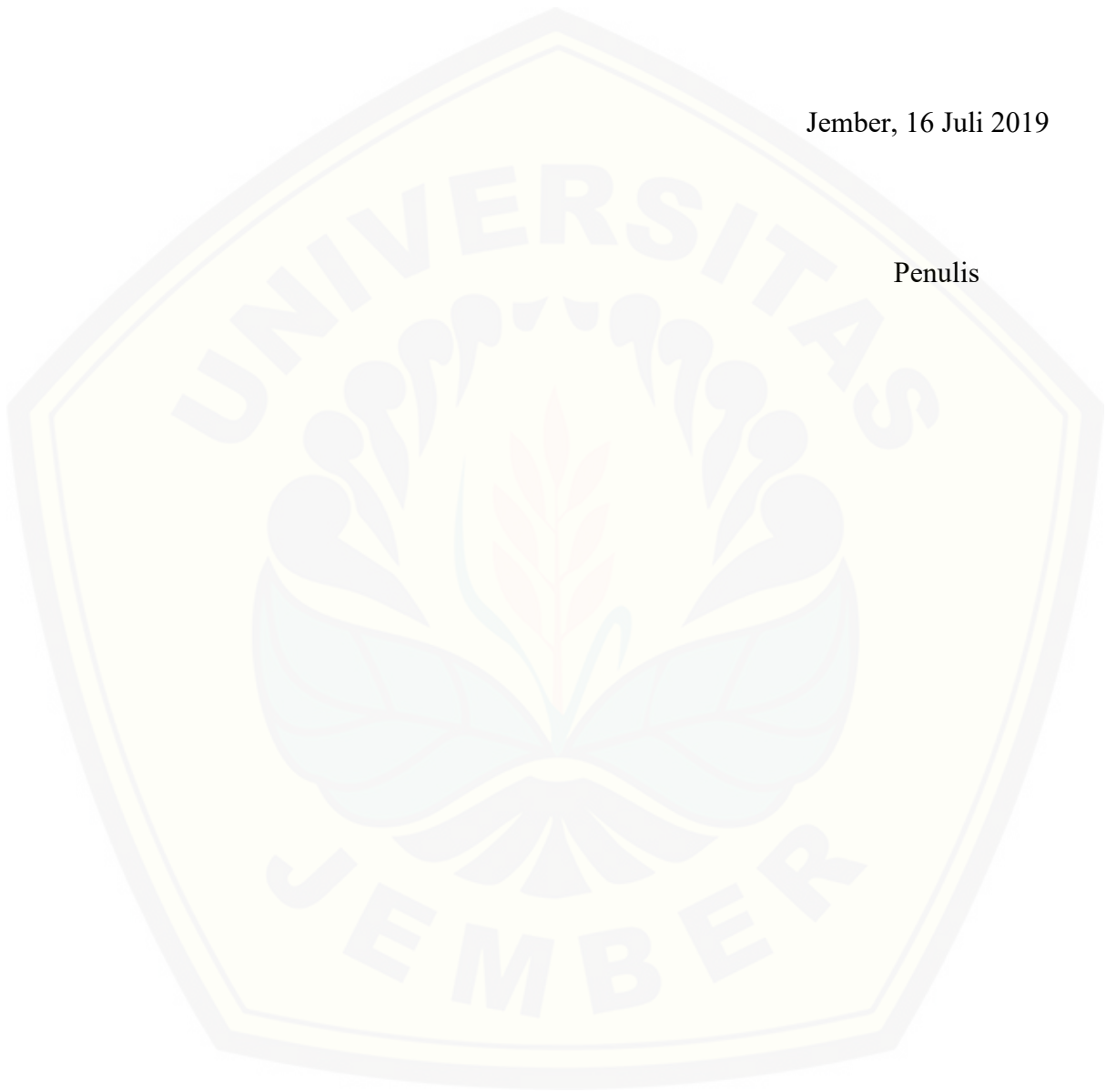
Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Rahmat dan Hidayahnya sehingga penulisan dan penyusunan proposal tesis sebagai bagian dari Tugas Akhir dalam rangka menyelesaikan studi Pascasarjana Ilmu Kesehatan Masyarakat di Universitas Jember dapat terselesaikan. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal ini tentunya terdapat banyak sekali kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran tentu akan sangat kami harapkan demi perbaikan dan penyempurnaan proposal tesis ini. Penulisan proposal tesis ini tentu tidak akan dapat terselesaikan tanpa adanya dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini ijin penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Rudi Wibowo, MS selaku Direktur Pascasarjana Universitas Jember
2. Dr. Isa Ma'rufi, M.Kes selaku Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Pascasarjana Universitas Jember sekaligus sebagai Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan proposal tesis ini.
3. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes selaku Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan proposal tesis ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
4. Dr.rer.biol.hum.dr. Erma Sulistyaningsih, M.Si, Prof. Dr.drg. Ristya Widi Endah Yani, M.Kes dan Dr.dr. Candra Bumi, M.Si selaku Dewan Penguji karya tulis ini.
5. Ibu Etik Ainur Rohmah dan Tim Laboratorium Entomologi, LPT Unair yang telah membantu selama penelitian di laboratorium.
6. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Pascasarjana Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Jember serta seluruh Civitas Akademika Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa “Tiada Gading yang tak Retak”, begitu pula penulis menyadari masih banyaknya kekurangan serta kesalahan dalam penulisan proposal ini, oleh karena itu ijinakan penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya.

Jember, 16 Juli 2019

Penulis



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| Halaman Judul | i |
| Halaman Pernyataan..... | ii |
| Halaman Persembahan..... | iii |
| Halaman Motto | iv |
| Halaman Persetujuan..... | v |
| Halaman Pengesahan..... | vi |
| Summary | vii |
| Ringkasan | ix |
| Prakata..... | xi |
| Daftar Isi | xii |
| Daftar Tabel..... | xiv |
| Daftar Gambar..... | xv |
| Daftar Lampiran | xvii |
| Daftar Notasi dan Singkatan..... | xviii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 5 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 5 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 6 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1.LandasanTeori..... | 7 |
| 2.2. Jurnal dan Hasil Penelitian yang Relevan..... | 23 |
| 2.3. Kerangka Teori..... | 25 |
| 2.4.Kerangka Konseptual..... | 28 |
| 2.5. Hipotesis Penelitian..... | 29 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | |
| 3.1. Jenis Penelitian..... | 30 |

| | |
|--|----|
| 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian..... | 33 |
| 3.3. Unit Penelitian dan Sistem Replikasi..... | 33 |
| 3.4. Variabel dan Definisi Operasional..... | 36 |
| 3.5. Data dan Sumber Data..... | 38 |
| 3.6. Teknik dan Alat Perolehan Data..... | 39 |
| 3.7. Teknik Penyajian dan Analisis Data..... | 43 |
| 3.8. Alur Penelitian | 45 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 6.1. Hasil Penelitian..... | 46 |
| 6.2. Pembahasan..... | 62 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1. Kesimpulan..... | 79 |
| 5.2. Saran | 79 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.1 | Jurnal penelitian terdahulu | 23 |
| Tabel 3.1 | Rancangan penelitian factorial | 31 |
| Tabel 3.2 | Unit Penelitian | 34 |
| Tabel 3.3 | Definisi Operasional | 38 |
| Tabel 3.4 | Alat dan Bahan Penelitian | 41 |
| Tabel 4.1 | Jumlah rata-rata kematian sampel nyamuk pada pemberian ekstrak batang serai wangi | 48 |
| Tabel 4.2 | Ringkasan pengaruh konsentrasi dan <i>time effect</i> ekstrak serai wangi | 52 |
| Tabel 4.3 | Jumlah rata-rata kematian nyamuk pada pemberian ekstrak biji pinang muda | 53 |
| Tabel 4.4 | Ringkasan pengaruh konsentrasi dan <i>time effect</i> ekstrak biji pinang muda | 57 |
| Tabel 4.5 | Jumlah rata-rata kematian nyamuk pada pemberian ekstrak kombinasi. | 58 |
| Tabel 4.6 | Nilai <i>p-value</i> antar <i>time effect</i> kombinasi ekstrak | 61 |
| Tabel 4.7 | Ringkasan pengaruh konsentrasi dan <i>time effect</i> kombinasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda | 63 |
| Tabel 4.8 | Sumbangan efektif konsentrasi dan waktu terhadap kematian nyamuk | 67 |
| Tabel 4.9 | Pengaruh jenis ekstrak berdasarkan terhadap kematian nyamuk | 82 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Serai wangi | 8 |
| Gambar 2.2 | Pohon pinang | 9 |
| Gambar 2.3 | Buah pinang..... | 10 |
| Gambar 2.4 | Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | 12 |
| Gambar 2.5 | Telur <i>Aedes aegypti</i> | 14 |
| Gambar 2.6 | Larva <i>Aedes aegypti</i> | 15 |
| Gambar 2.7 | Siklus hidup <i>Aedes aegypti</i> | 17 |
| Gambar 2.8 | Kerangka teori pengendalian <i>Aedes aegypti</i> | 28 |
| Gambar 2.9 | Kerangka konseptual..... | 29 |
| Gambar 3.1 | Alur penelitian..... | 46 |
| Gambar 4.1 | Grafik jumlah rata-rata kematian nyamuk pada spray ekstrak batang serai wangi berdasarkan waktu pengamatan. | 49 |
| Gambar 4.2 | Grafik jumlah rata-rata kematian nyamuk dengan spray ekstrak biji pinang muda berdasarkan waktu pengamatan | 54 |
| Gambar 4.3 | Grafik jumlah rata-rata kematian nyamuk pada pemberian ekstrak kombinasi berdasarkan waktu pengamatan. | 59 |
| Gambar 4.4 | Grafik gambaran rata-rata kematian nyamuk <i>Aedes aegypti</i> pada intervensi dengan menggunakan ekstrak serai wangi, ekstrak biji pinang muda dan kombinasi dengan konsentrasi 1.000 ppm..... | 64 |
| Gambar 4.5 | Grafik gambaran rata-rata kematian nyamuk <i>Aedes aegypti</i> pada intervensi dengan menggunakan ekstrak serai wangi, ekstrak biji pinang muda dan kombinasi dengan konsentrasi | 65 |

| | | |
|-------------|--|----|
| | 5.000 ppm | |
| Gambar 4.6 | Grafik gambaran rata-rata kematian nyamuk <i>Aedes aegypti</i> pada intervensi dengan menggunakan ekstrak serai wangi, ekstrak biji pinang muda dan kombinasi dengan konsentrasi 10.000 ppm..... | 66 |
| Gambar 4.7 | Grafik probit LC ₅₀ ekstrak batang serai wangi ... | 72 |
| Gambar 4.8 | Grafik <i>Lethal Time</i> atau LC ₅₀ ekstrak batang serai wangi... | 73 |
| Gambar 4.9 | Grafik probit LC ₅₀ ekstrak biji pinang muda | 75 |
| Gambar 4.10 | Grafik <i>Lethal Time</i> atau LC ₅₀ ekstrak biji pinang muda | 76 |
| Gambar 4.11 | Probit LC ₅₀ kombinasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda..... | 80 |
| Gambar 4.12 | Grafik LT ₅₀ kombinasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda..... | 81 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Hasil uji statistik
- Lampiran 2 : Foto dokumentasi mulai persiapan sampai dengan observasi
- Lampiran 3 : Form pembuatan ekstrak .
- Lampiran 4 : Data hasil observasi



DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

| | |
|------------------|--|
| AE | : <i>Aerosol</i> |
| ATP | : Adenosin Tri Phosphate |
| Balitbang | : Badan Penelitian dan Pengembangan |
| Cm | : Centimeter |
| CO ₂ | : Karbon Dioksida |
| CS | : <i>capsule suspension</i> |
| DBD | : Demam Berdarah Dengue |
| Dirjen | : Direktur Jenderal |
| DKI | : Daerah Khusus Ibukota |
| dpl | : Diatas permukaan laut |
| dkk | : dan kawan-kawan |
| dll | : dan lain-lain |
| EC | : <i>emulsifiabel concentrate</i> |
| EC ₅₀ | : <i>Efective Concentration 50</i> |
| EW | : <i>emulsion</i> |
| GLM | : <i>Generalized Linear Model</i> |
| H 1 | : Hipotesis 1 |
| H 2 | : Hipotesis 2 |
| H 3 | : Hipotesis 3 |
| Kemenkes | : Kementerian Kesehatan |
| KLB | : Kejadian Luar Biasa |
| LC ₅₀ | : <i>Lethal Concentration 50</i> |
| LPT | : Lembaga Penyakit Tropik |
| LT ₅₀ | : <i>Lethal Time 50</i> |
| LV | : <i>liquid vaporizer</i> |
| ME | : <i>microemulsion</i> |
| 3M | : Menutup, Mengubur dan Menguras |
| P2P | : Pencegahan dan Pengendalian Penyakit |
| pH | : <i>Power of hydrogen</i> |



| | |
|-----------|---|
| PSN | : Pemberantasan Sarang Nyamuk |
| ppm | : <i>part per million</i> |
| RI | : Republik Indonesia |
| SFE | : <i>supercritical fluid extraction</i> |
| <i>Sp</i> | : <i>species</i> |
| SC | : <i>suspension concentrate</i> |
| TCM | : <i>Traditional Chinese Medicine</i> |
| UL | : <i>ultra low volume</i> |
| WHO | : <i>World Health Organization</i> |
| WHOPES | : <i>World Health Organization Pesticides Evaluation Scheme</i> |
| WG | : <i>water dispersible granule</i> |
| WP | : <i>wettable powder</i> |
| α | : alfa |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

WHO selaku organisasi kesehatan dunia telah memberikan rekomendasi dalam penggunaan insektisida untuk mengendalikan nyamuk *Aedes aegypti* dengan menggunakan *malathion* pada nyamuk stadium dewasa dan pada stadium larva dengan menggunakan *temephos* 1% atau lebih sering disebut Abate. *Malathion* ataupun *temephos* 1% adalah insektisida golongan *organophosphate* yang mempunyai titik tangkap di celah sinaps saraf dan otot dengan cara menghambat kerja enzim *cholinesterase* pada otot nyamuk sehingga akan terjadi kontraksi otot yang terus – menerus atau kejang dan pada akhirnya terjadi gangguan pernapasan dan kematian nyamuk, namun saat ini sudah banyak dilaporkan telah terjadi resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida *organophosphate* tersebut (Majawati, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Heny Prasetyowati dkk (2016) terhadap insektisida golongan *organophosphate* di wilayah DKI Jakarta didapatkan hasil bahwa telah terjadi resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida *malathion* dan *temephos* 1 % di wilayah DKI Jakarta, sehingga perlu dicari insektisida yang baru serta teruji keefektifannya terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti* (Prasetyowati, 2016).

Insektisida *organophosphate* adalah insektisida sintetik dengan waktu paruh yang panjang sehingga perlu diperhatikan dampak residu dari penggunaan insektisida *organophosphate* tersebut. Dampak penggunaan insektisida sintetik dalam jangka waktu yang lama selain resistensi serangga adalah terjadinya gangguan kesehatan manusia dan kesehatan lingkungan (Mahyuni, 2015). Dampak resistensi serta residu yang merugikan tersebut menjadi alasan perlunya dilakukan rotasi penggunaan insektisida atau mencari alternatif baru agar dampak negatif penggunaan insektisida *organophosphate*

untuk mengendalikan populasi nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor penular penyakit yang merupakan *vector born disease* dapat diminimalkan (Majawati, 2016).

Resistensi yang terjadi akibat penggunaan insektisida sintetik golongan *organophosphate* secara terus menerus dalam pengendalian vektor nyamuk *Aedes aegypti* dapat menjadi salah satu indikator perlunya mengganti insektisida sintetik dengan insektisida alami. Dampak terjadinya resistensi akibat penggunaan insektisida sintetik tersebut akan menyebabkan pertumbuhan nyamuk *Aedes aegypti* yang tidak terkontrol sehingga populasi nyamuk *Aedes aegypti* terus bertambah dan berpotensi untuk meningkatkan penyebaran *vector born disease* seperti DBD, Cikungunya dan sebagainya. Jumlah pasien DBD yang merupakan salah satu penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* yang meningkat dapat menjadi salah satu indikator bahwa jumlah populasi nyamuk *Aedes aegypti* di masyarakat cukup tinggi (Majawati, 2016).

Laporan dari Dirjen P2P Kemenkes RI Tahun 2016 yang dimuat dalam Profil Kesehatan Republik Indonesia 2016 disebutkan bahwa masih terjadi peningkatan angka kejadian demam berdarah dengue berdasarkan jumlah kabupaten/kota disetiap propinsi dari tahun 2013 sebanyak 84,90 %, pada tahun 2014 sebanyak 84,74 % dan pada tahun 2015 sebanyak 86,77 %. Jawa Timur adalah propinsi yang terdiri dari 38 kabupaten/kota, pada tahun 2013 sampai dengan 2015 dilaporkan bahwa semua kabupaten/kota di Jawa Timur mengalami demam berdarah dengue (Kemenkes, 2016). Data yang dirilis oleh Balitbang Kemenkes RI per Februari 2016 disebutkan telah terjadi fenomena KLB DBD di 7 propinsi dengan 9 kabupaten dan 2 kota di Indonesia, sedangkan pada bulan Maret 2016 telah bertambah 4 propinsi dan 6 kabupaten menetapkan status KLB DBD termasuk Kabupaten Situbondo di Jawa Timur. Data kasus DBD untuk wilayah Jawa Timur periode Januari - Maret 2016 telah terjadi sebanyak 858 kasus dan 27 diantaranya meninggal dunia, sedangkan jumlah kasus DBD di Jawa Timur pada tahun 2015 sebanyak 19.942 kasus DBD dan 277 meninggal dunia. Berdasarkan jumlah

kasus DBD di Jawa Timur periode Januari - Maret 2016, Kabupaten Jember menempati posisi kedua terbanyak setelah Kabupaten Jombang yaitu sebanyak 170 kasus yang dilaporkan dan 3 korban meninggal (Kemenkes, 2016).

Pengendalian serangga khususnya nyamuk *Aedes aegypti* di Indonesia adalah dengan memutus siklus hidup nyamuk dengan cara mekanik atau fisik, dengan cara biologi dan dengan cara kimiawi (Kemenkes, 2010). Pengendalian vektor nyamuk *Aedes aegypti* secara kimia dengan menggunakan insektisida dapat ditujukan terhadap nyamuk dewasa maupun larva. Insektisida untuk nyamuk dewasa antara lain dari golongan *organochlorine*, *organophosphate*, *carbamate* dan *pyrethroid* yang dapat diaplikasikan dalam bentuk spray langsung pada nyamuk, sedangkan larvasida adalah dengan pemberian granula *temephos* 1 % atau serbuk Abate yang merupakan insektisida golongan *organophosphate* (Kemenkes, 2012).

Serai wangi (*Cymbopogon nardus L*) yang mengandung senyawa alkaloid seperti *geraniol* dan *sitronelol* memiliki kemampuan sebagai insektisida yang bekerja layaknya pestisida golongan *organophosphate* yang bersifat kontak dengan menghambat enzim *cholinesterase* sehingga akan terjadi kontraksi otot secara terus menerus. Kontraksi otot yang terjadi secara terus menerus termasuk otot pernapasan serangga, maka akan terjadi gangguan pernapasan yang akan menyebabkan terjadinya kematian nyamuk karena kekurangan oksigen (Perumalsam, 2009). Penelitian yang dilakukan oleh Partiban dkk (2015) tentang komposisi dari minyak atsiri yang terkandung pada serai wangi adalah *geraniol* dan *sitronelol* yang merupakan komponen mayor dari minyak atsiri ekstrak serai wangi. Menurut Anita Verawati dkk (2013) bahwa kandungan *geraniol* ekstrak serai wangi sebagai repellent secara signifikan dapat mengurangi jumlah gigitan nyamuk *Aedes aegypti* pada responden. Agustiani Dumeva dkk (2016) yang melakukan penelitian tentang kemampuan *lotion* dari ekstrak batang brotowali yang mengandung alkaloid *sitronella* dapat mengurangi jumlah gigitan nyamuk *Aedes aegypti* sebanyak 6,8 % pada responden.

Biji pinang yang merupakan biji dari tumbuhan pinang (*Areca catechu L*) merupakan tumbuhan yang banyak tumbuh di wilayah Indonesia. Biji pinang berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Vanimakhal (2016) banyak mengandung senyawa aktif yang diantaranya adalah *tannin*. *Tannin* yang merupakan senyawa dengan konsentrasi terbesar pada biji pinang dapat memperkecil pori – pori kulit serangga dan menghambat enzim *α -amylase*. Hambatan kerja enzim *α -amylase* yang merupakan enzim yang bekerja sebagai katalisator dalam sintesa karbohidrat akan menyebabkan serangga malas untuk makan. Berkurangnya nafsu makan serangga ini akan menyebabkan kebutuhan energi untuk menjaga aktifitas kehidupannya akan terganggu dan pada akhirnya akan terjadi kematian serangga (Moctezuma, 2014).

Wei Peng (2015) yang melakukan penelitian tentang kandungan senyawa aktif biji pinang menyebutkan bahwa kandungan biji pinang yang merupakan tanaman dengan sebaran di seluruh wilayah Asia dapat diidentifikasi mengandung 59 senyawa dengan komponen terbesar adalah *tannin*, dimana kandungan *tannin* terbesar terdapat pada biji pinang yang lebih muda. Vanimakhal (2016) menyebutkan bahwa ekstrak biji pinang mengandung beberapa senyawa aktif diantaranya adalah *tannin*, *alkaloids*, *phenol*, *flavonoids* dan lainnya. Penelitian tentang kemampuan *tannin-proteincomplex* sebagai pestisida nabati yang dilakukan oleh Asriyah Firdausi (2012) dijelaskan bahwa *tannin* yang merupakan metabolit sekunder dari golongan *polyphenol* memiliki kemampuan *antifeeding* dengan menghambat kerja enzim *α -amylase* sehingga akan menurunkan respon terhadap gula darah pada hewan. Berdasarkan latar belakang di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Pengaruh Kombinasi Ekstrak Batang Serai Wangi dan Ekstrak Biji Pinang Muda dalam Bentuk Spray sebagai Bioinsektisida terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*”.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah pengaruh ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dalam bentuk spray terhadap jumlah kematian nyamuk *Aedes aegypti*.
2. Bagaimanakah pengaruh ekstrak biji pinang muda (*Areca catechu L*) dalam bentuk spray terhadap jumlah kematian nyamuk *Aedes aegypti*.
3. Bagaimanakah pengaruh kombinasi ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan ekstrak biji pinang muda dalam bentuk spray terhadap jumlah kematian nyamuk *Aedes aegypti*.

1.3. Tujuan penelitian

1. Tujuan umum

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan ekstrak biji pinang muda (*Areca catechu L*) dalam bentuk spray sebagai bioinsektisida alami untuk mengendalikan nyamuk *Aedes aegypti*.

2. Tujuan khusus

1. Menganalisis pengaruh konsentrasi dan *time effect* ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dalam bentuk spray sebagai bioinsektisida alami nyamuk *Aedes Aegypti*.
2. Menganalisis pengaruh konsentrasi dan *time effect* ekstrak biji pinang muda (*Areca catechu L*) dalam bentuk spray sebagai bioinsektisida alami nyamuk *Aedes Aegypti*.
3. Menganalisis pengaruh konsentrasi dan *time effect* kombinasi/campuran ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan ekstrak biji pinang muda (*Areca catechu L*) dalam bentuk spray sebagai bioinsektisida alami nyamuk *Aedes aegypti*.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoretis

Memberikan bukti secara empiris melalui eksperimen bahwa ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan ekstrak biji pinang muda (*Areca catechu L*) dalam bentuk spray memiliki pengaruh terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti* sehingga dapat dipergunakan sebagai insektisida alami yang tidak memiliki dampak negatif bagi kesehatan manusia maupun resistensi bagi serangga.

2. Manfaat Praktis

1. Bagi masyarakat

Bahwa kandungan ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan ekstrak biji pinang muda (*Areca catechu L*) yang banyak terdapat di sekitar tempat tinggal dapat dipergunakan sebagai bioinsektisida alami yang ramah lingkungan dalam rangka mengendalikan vektor nyamuk *Aedes aegypti*.

2. Bagi institusi pendidikan

Dapat dipergunakan sebagai referensi ilmiah dalam rangka pengembangan ilmu pengetahuan melalui penelitian lebih lanjut.

3. Bagi peneliti

Dapat memberikan bukti secara ilmiah bahwa kandungan ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda mempunyai kemampuan sebagai bioinsektisida dalam rangka pengendalian nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor secara alami disamping penggunaan insektisida sintetis.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*)

2.1.1.1 Taxonomi

Tanaman serai wangi atau *Cymbopogon nardus* merupakan tumbuhan monokotil dengan daun berwarna hijau runcing pada ujungnya, akar sirkuler, panjang batang 5,0 – 7,0 cm dengan lebar batang 5,0 – 15,0 mm berwarna merah kecoklatan. Tumbuhan ini tumbuh secara bergerombol dengan tinggi mencapai 1 – 1,5 meter. Tumbuhan ini dapat tumbuh subur di daerah beriklim tropis dan sub-tropis hingga pada ketinggian 900 meter dpl. Tumbuhan serai wangi tumbuh secara merata di seluruh dunia hingga Indonesia yang dimanfaatkan sebagai rempah – rempah untuk memasak makanan. Adapun klasifikasi berdasarkan *taxonomi* adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Sub-kingdom : *Trachiobiontae*
Superdevisi : *Spermatophyta*
Devisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Liliopsida*
Sub-kelas : *Commelinidae*
Orde : *Cyperales*
Family : *Poaceae*
Genus : *Cymbopogon*
Species : *Cymbopogon nardus L*



Gambar 2.1 Serai Wangi

Sumber :<http://www.nad.litbang.pertanian.go.id>

Menurut Gunawan dan Mulyani (2010), kandungan bahan aktif dalam minyak atsiri daun *Cymbopogon nardus* adalah berupa *alkaloid geraniol* 97 % dan sisanya adalah *sitronello*, *sitral* dan *mentol*. Sedangkan menurut Luciani Gaspar De Toledo (2016) yang dimuat dalam *Molecular Sciences* menyebutkan bahwa kandungan utama *Cymbopogon nardus* adalah *geraniol*, *citronellal*, *sitral* dan *citronellol*. Gunawan dan Mulyani (2010) dalam bukunya Ilmu Obat Alam (*Farmakognosi*) Jilid 1 dikatakan bahwa kandungan utama minyak serai wangi adalah *geraniol* (97%), *sitronela*, *sitronelol*, *sitral* dan *mentol*. Hasil uji fitokimia terhadap ekstrak etanol daun serai yang dilakukan oleh Anita Verawati dkk (2013) didapatkan bahwa kandungan batang serai wangi adalah *alkaloid*, *flavonoid*, *saponin*, *tannin*, *quinone* dan *terpenoid*. Tumbuhan ini seringkali digunakan sebagai bahan kosmetik, parfum, dan repellen anti nyamuk (Gunawan,2010).

2.1.2. Biji Pinang Muda (*Areca catechu L*)

2.1.2.1 Taxonomi

Tumbuhan pinang (*Areca catechu L*) tumbuh dan tersebar di wilayah Asia termasuk Indonesia. Pinang merupakan tumbuhan palm *family arecaceae* yang dapat tumbuh antara 12 – 30 meter, berakar serabut berwarna putih, batang tegak dengan bekas pelepah yang lepas terlihat jelas dan berdiameter 15 – 20 cm. Daun tebal dengan bersirip dalam dan mengumpul di bagian ujung atas

pohon, panjang daun dapat mencapai 1 meter. Pelepah daun berbentuk tabung dengan panjang mencapai 2 meter dengan tangkai daun pendek.

Pinang merupakan tumbuhan berumah satu (*monoceous*) dimana bunga jantan dan betina berada pada satu tempat. Tongkol bunga dengan seludang panjang yang mudah rontok dan keluar dari bawah roset daun dengan panjang mencapai 75 cm. Bunga betina berada di bagian pangkal tongkol dan bunga jantan berada di ujungnya dengan ukuran lebih kecil dan mudah rontok. Bentuk buahnya bulat lonjong seperti telur dengan panjang antara 3,5 – 7 cm, berwarna hijau saat masih muda dan berubah orange kemerahan saat sudah tua dengan bagian kulit berserabut. Pada bidang irisan melintang tampak *perisperm* berwarna coklat tuadengan lipatan tidak beraturan yang menembus *endosperm* yang berwarna agak keputihan. *Taxonomi* tumbuhan pinang adalah sebagai berikut:

| | |
|---------|--------------------------|
| Kingdom | : <i>Plantae</i> |
| Devisi | : <i>Magnoliophyta</i> |
| Kelas | : <i>Liliopsida</i> |
| Ordo | : <i>Arecales</i> |
| Family | : <i>Areceaceae</i> |
| Genus | : <i>Areca</i> |
| Spesies | : <i>Areca catechu L</i> |



Gambar 2.2 Pohon Pinang

Sumber: <http://www.nad.litbang.pertanian.go.id>



Gambar 2.3 Buah Pinang

Sumber: <http://www.nad.litbang.pertanian.go.id>

2.1.2.2. Kandungan bahan aktif

Uji fitokimia ekstrak etanol biji pinang yang dilakukan oleh Vanimakhal (2016) terdapat beberapa bahan metabolit sekunder dari ekstrak biji pinang yaitu; *saponin, flavonoid, tannin, phenol, steroid, alkaloid* dan protein. Penelitian kandungan biji pinang juga dilakukan oleh Wei Peng (2015) dari jurusan Kedokteran Tradisional Universitas Chengdhu disebutkan bahwa kandungan ekstrak etanol biji pinang adalah *flavonoid, alkaloid, tannin, steroid* dan bahan – bahan yang lain termasuk protein dan asam lemak. Kandungan *tannin* biji pinang muda menurut Wei Peng dkk (2015) paling tinggi dan menurun seiring dengan bertambahnya usia buah pinang. Menurut Adediji (2015) dari bagian Anatomi Fakultas Kedokteran Dasar dari Universitas Bennin Nigeria disebutkan bahwa kandungan biji pinang adalah air 30%, karbohidrat 47%, protein 5%, lemak 3% dan alkaloid termasuk *arecoline* 0,5% - 0,7%. Penelitian yang dilakukan oleh Nursidika (2014) terhadap ekstrak biji pinang dengan pelarut etanol didapatkan kandungan bahan aktif *terpenoid, flavonoid, tannin, alkaloid, saponin* dan *quinone*.

2.1.3. Ekstrak Batang Serai Wangi dan Ekstrak Biji Pinang Muda

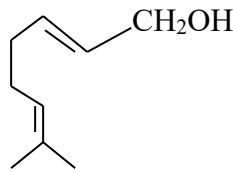
Ekstraksi adalah penyarian zat-zat aktif dari bagian tanaman. Adapun tujuan dari ekstraksi yaitu untuk menarik komponen kimia yang terdapat dalam simplisia. Ekstraksi ini didasarkan pada perpindahan massa komponen zat padat ke dalam pelarut dimana perpindahan mulai terjadi pada lapisan antar muka, kemudian berdifusi masuk ke dalam pelarut. Secara umum, terdapat empat situasi dalam menentukan tujuan ekstraksi (Gemini,2007):

- a. Senyawa kimia telah diketahui identitasnya untuk diekstraksi dari organisme
- b. Bahan diperiksa untuk menemukan kelompok senyawa kimia tertentu, misalnya *alkaloid*, *flavanoid* atau *saponin*, meskipun struktur kimia sebetulnya dari senyawa ini bahkan keberadaannya belum diketahui.
- c. Organisme (tanaman atau hewan) digunakan dalam pengobatan tradisional, dan biasanya dibuat dengan cara, misalnya *Traditional Chinese Medicine* (TCM) seringkali membutuhkan herbal yang dididihkan dalam air untuk diberikan sebagai obat.
- d. Sifat senyawa yang akan diisolasi belum ditentukan sebelumnya dengan cara apapun.

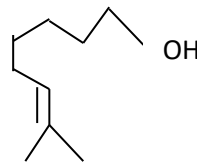
Menurut Hammed dkk (2013) ada beberapa metode umum ekstraksi yang sering dilakukan, yaitu ekstraksi dengan pelarut atau maserasi, destilasi, *supercritical fluid extraction* (SFE), pengepresan mekanik dan sublimasi serta secara enzimatis. Ekstraksi dengan menggunakan pelarut atau maserasi didasarkan pada sifat kepolaran zat dalam proses ekstraksi, dimana senyawa polar akan larut dalam pelarut yang bersifat polar seperti etanol, metanol, butanol dan air, sedangkan senyawa yang bersifat non-polar akan larut dalam pelarut non-polar seperti eter, kloroform dan N-heksana. Pelarut polar akan mampu melarutkan senyawa yang bersifat polar seperti alkaloid, komponen fenolik, karotenoid, tannin, gula, asam amino dan glikosida. Pelarut non polar dapat mengekstrak senyawa kimia seperti lilin, lipid dan minyak yang mudah menguap (Harborne, 2006).

2.1.4. Cara kerja alkaloid dan Tanin

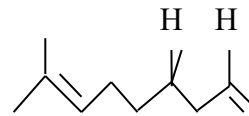
Kandungan alkaloid yang terdapat pada ekstrak batang serai wangi terdiri dari geraniol, sitronellol, sitronella, sitral dan zat lain yang jumlahnya sedikit (Mulyani, 2010). Geraniol adalah fraksi alkaloid dengan jumlah 97 % dari semua fraksi alkaloid yang terkandung dalam ekstrak batang serai wangi (Toledo, 2016).



Geraniol



Sitronelol



Sitronelal

Cara kerja alkaloid geraniol, sitronelol dan sitronelal sebagai insektisida adalah dengan berikatan secara *irreversible* dengan molekul enzim *cholinesterase* pada celah sinaps yang menghubungkan saraf dan otot. Ikatan yang bersifat *irreversible* ini mengakibatkan hambatan pada cara kerja enzim *cholinesterase* dalam menghidrolisis *neurotransmitter acetylcholine* menjadi *acetyl co-A* dan *cholin*.

Acetylcholin atau asetilkolin merupakan salah satu *neurotransmitter* (zat penghantar rangsangan saraf) yang mentransmisikan sinyal atau rangsangan yang diterima untuk diteruskan diantara sel-sel saraf yang berdekatan atau pada sambungan antara ujung akhir saraf dan otot atau *neuro-muscular junction*. *Acetylcholine* yang merupakan *neurotransmitter* yang terdapat pada sistem saraf pusat maupun sistem saraf tepi disintesis di ujung presinaps dari *acetyl co-A* dan *choline* dengan bantuan enzim *choline acetyltransferase*. Saat ada impuls listrik dari ujung saraf maka *acetylcholine* segera terbentuk dan gelembung *acetylcholine* ini bergerak kearah sinaps dengan membawa impuls listrik untuk diteruskan ke saraf yang lain atau ke otot. *Acetylcholine* yang membawa impuls saraf akan segera dipecah kembali untuk didaur ulang dengan bantuan enzim *cholinesterase* menjadi *acetyl co-A* dan *choline* untuk dibawa ke ujung saraf kembali dan dipergunakan untuk produksi *acetylcholine* yang baru (Victor W dkk, 2014).

Pemecahan *acetylcholine* menjadi *acetyl co-A* dan *cholin* agar dapat didaur ulang di celah sinaps memerlukan bantuan enzim *cholinesterase*. Enzim *cholinesterase* akan terganggu kerjanya apabila terdapat zat-zat yang dapat menghambat kerja enzim *cholinesterase* itu sendiri. *Cholinesterase* adalah enzim yang memecah *acetylcholine* dengan cara menghidrolisis *acetylcholine* menjadi *acetyl co-A* dan *choline*. Jika aktifitas enzim *cholinesterase* yang ada pada celah

sianps dan *neuro-muscular junction* menurun, maka akan mengakibatkan aktifitas *acetylcholine* akan terus berlangsung dan terjadi kontraksi otot yang terus-menerus (Zuraida,2012). Aktifitas otot yang terus –menerus berkontraksi ini terjadi pada semua otot termasuk otot-otot pernapasan sehingga akan menyebabkan terganggunya sistem pernapasan yang berakhir dengan kelelahan otot atau *fatigue* dan otot tidak mampu lagi untuk melakukan aktifitas depolarisasi dan repolarisasi yang berakibat terhentinya suplai oksigen keseluruhan tubuh (Perumalsam, 2009).

Tannin yang terdapat dalam ekstrak biji pinang muda merupakan metabolit sekunder dari polyphenol adalah bahan aktif yang dapat bekerja dengan cara menghambat kerja enzim *α-amylase*. *Port de entry* tannin pada tubuh serangga adalah melalui kulit dengan cara merusak kutikula kulit serangga dan berikatan dengan protein yang merupakan komponen utama enzim. Ikatan yang terjadi antara tannin dan protein ini mengakibatkan *active site* dari enzim tidak dapat mengikat substrat sehingga proses katalisasi dari metabolisme amilum menjadi glukosa tidak dapat berlangsung (Moctezuma, 2014).

Enzim merupakan unit fungsional dari metabolisme sel yang hingga saat ini diketahui bahwa protein adalah komponen utama dari enzim dimana kemampuan katalitiknya tergantung pada integritas dari struktur proteinnya (Victor W, 2014). Cara kerja enzim *α-amylase* terhadap amilum dibagi menjadi 2 tahap yaitu tahap pertama degradasi molekul amilum menjadi matosa dan maltotriosa yang terjadi secara acak. Tahap ke-2 adalah degradasi molekul amilum menjadi glukosa dan maltose yang terjadi secara lebih lambat dari tahap pertama. Teori cara kerja enzim terhadap substrat adalah dengan teori *lock and key* serta dengan teori kecocokan induksi (*Induced Fit Theory*), diantara kedua teori ini memiliki kesamaan yaitu sifat ikatan substrat dan enzim adalah ikatan sementara dan akan segera terlepas setelah reaksi terjadi (Victor, 2014).

Tannin adalah suatu senyawa fenolik dengan berat molekul cukup tinggi ($C_{72}H_{52}O_{46}$) yang mengandung hidroksil dan kelompok lain yang cocok (karboksil) untuk membentuk kompleks yang efektif dengan protein dan makromolekul yang lain dibawah kondisi lingkungan tertentu (Horvath, 1981).

Berat molekul tannin yang tinggi dan memiliki gugus hidroksil mirip dengan berat molekul amilum $(C_6H_{10}O_5)_n$ sangat memungkinkan tannin akan menggantikan posisi amilum pada metabolisme karbohidrat dalam tubuh serangga atau nyamuk. Cara kerja enzim α -amylase dan tannin adalah dengan membentuk ikatan yang bersifat reversible yang berakibat terjadinya inhibisi metabolisme amilum menjadi glukosa yang sangat dibutuhkan oleh serangga untuk kebutuhan energi. Terhentinya suplai glukosa akibat hambatan yang terjadi ini mengakibatkan serangga tidak memiliki sumber energi untuk keperluan metabolisme dan aktifitas seluler dan pada akhirnya menyebabkan kematian (Gelgel, 2006).

2.1.5. Nyamuk *Aedes aegypti*

2.1.5.1. Taxonomi

Vektor penular virus *Dengue* kepada manusia diyakini adalah nyamuk *Aedes sp.* Menurut Chairil Anwar (2014) bahwa vektor pembawa virus *Dengue* adalah nyamuk genus *Aedes* dengan species *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, *Aedes scutellaris*, *Aedes mediovittatus* dan *Aedes polynesiensis*. Untuk vektor virus *Dengue* yang ada di Indonesia yang terpenting adalah *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, namun demikian yang paling banyak mendapat perhatian adalah *Aedes aegypti* karena tempat hidupnya yang dekat dengan pemukiman manusia dan bahkan didalam rumah, sedangkan *Aedes albopictus* lebih banyak bertempat tinggal dan melakukan aktifitas di hutan atau kebun (Rahayu, 2013).

Menurut Soedarto (2008) *Aedes Aegypti* merupakan jenis nyamuk yang dapat membawa virus *Dengue* penyebab penyakit DBD dan tersebar di seluruh wilayah tropis dan sub-tropis Asia Tenggara termasuk Indonesia. Urutan klasifikasi nyamuk *Aedes aegypti* menurut taksonomi adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Animal*

Philum : *Antrophoda*

Sub Philum : *Mandibulata*

Kelas : *Inseccta*

Ordo : *Diptera*

Sub Ordo : *Nematocera*

Familia : Culicidae
Sub Familia : Culicinae
Tribus : Culicini
Genus : Aedes
Species : Aedes Aegypti



Gambar 2.4 Nyamuk *Aedes aegypti*

Sumber: [https://www.google.co.id/search?q=gambar+nyamuk+aed\]&tbn](https://www.google.co.id/search?q=gambar+nyamuk+aed]&tbn)

2.1.5.2. *Breeding Place* (tempat perindukan) nyamuk *Aedes aegypti*

Aedes sp termasuk nyamuk yang aktif pada siang hari dan biasanya akan berbiak dan meletakkan telurnya pada tempat-tempat penampungan air bersih atau genangan air hujan misalkan vas bunga, bak penampungan air, kaleng bekas dan lain-lain (Sembel,2009). *Aedes aegypti* dewasa terutama hidup dan mencari mangsa di dalam lingkungan rumah atau bangunan, sedangkan *Aedes albopictus* lebih menyukai hidup dan mencari mangsa diluar rumah atau bangunan yaitu di kebun yang rimbun dengan pepohonan (Soedarto, 2008). Jarak terbang maksimum antara *breeding place* dengan sumber makanan pada *Aedes sp* antara 100 – 200 meter. Daya tarik yang merangsang nyamuk *Aedes sp* untuk terbang mencari makan adalah adanya bau dari zat yang dikeluarkan oleh hewan maupun manusia seperti CO₂, beberapa asam amino serta karena temperatur yang hangat di dalam rumah (Wahyuni,2016).

Darah yang dihisap dari hewan dan manusia yang mengandung protein akan digunakan oleh nyamuk betina untuk mematangkan telur yang ada dalam

perut nyamuk, oleh karena itu nyamuk *Aedes aegypti* yang menghisap darah adalah nyamuk betina dan yang jantan tidak menghisap darah, namun menyukai cairan tumbuhan yang mengandung gula untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (Wahyuni, 2016). *Aedes aegypti* berukuran lebih kecil bila dibandingkan dengan ukuran nyamuk rumah (*Culex spp*). Telur nyamuk *Aedes aegypti* mempunyai dinding bergaris – garis dan membentuk bangunan menyerupai kasa, sedangkan larva mempunyai pelana yang terbuka dan gigi sisir yang berduri lateral. Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa memiliki ukuran sedang dengan tubuh berwarna kecoklatan, tubuh dan tungkainya ditutupi sisik dengan garis putih kecoklatan, di bagian punggungnya tampak dua garis melengkung vertikal di bagian kiri dan kanan yang menjadi ciri khas dari species ini. Sisik-sisik pada tubuhnya pada umumnya mudah rontok sehingga menyulitkan identifikasi pada nyamuk yang sudah tua. Nyamuk jantan umumnya lebih kecil dari nyamuk betina dan terdapat rambut-rambut tebal pada antena nyamuk jantan (Soedarto,2008).

2.1.5.3.Siklus hidup *Aedes aegypti*

Siklus hidup *Aedes aegypti* adalah dengan *metamorphosis* sempurna, artinya siklus hidup *Aedes sp* melalui empat stadium yaitu: stadium telur, stadium larva, stadium pupa dan stadium dewasa. Waktu yang diperlukan untuk berkembang dari stadium telur sampai dengan dewasa memerlukan waktu antara 14-16 hari, sedangkan usia nyamuk dewasa dapat mencapai 2-3 bulan (Wahyuni, 2016). Empat stadium dalam siklus hidup *Aedes sp* adalah sebagai berikut:

1. Stadium Telur

Ukuran telur nyamuk *Aedes aegypti* sangat kecil dan berwarna hitam, diletakan di permukaan air yang menggenang dan jernih (Wahyuni,2016). Bentuk telur ellips atau oval memanjang dengan permukaan *polygonal* dan berwarna hitam dengan ukuran 0,5 sampai dengan 0,8 mm, tidak memiliki alat pelampung serta menempel di bagian dalam permukaan air secara terpisah satu persatu (Soegijanto, 2004). Jumlah telur yang dihasilkan dalam sekali bertelur berkisar antara 100-300 butir. Nyamuk dewasa dapat bertelur 10-100 kali dalam durasi waktu 4-5 hari dan telur *Aedes sp* dapat bertahan pada suhu panas dengan

temperatur 25-30°C. Nyamuk betina akan meletakkan telurnya pada dinding penampungan air atau tempat genangan air dan menetas dalam waktu 1 – 3 hari (Wahyuni, 2016).



Gambar 2.5 Telur *Aedes aegypti*

Sumber: <http://www.gambar+jentik+nyamuk+aedes&imgdi>

2. Stadium Larva

Bentuk larva *Aedes sp* memanjang tanpa kaki dengan bulu sederhana yang tersusun bilateral dan berukuran 0,5 – 1 cm yang terdiri atas kepala (*chepal*), dada (*thorax*) dan perut (*abdomen*). Sifat larva *Aedes spp* selalu bergerak aktif dalam air dengan gerakan berulang-ulang dari bawah ke permukaan air untuk bernapas, sedangkan pada waktu istirahat posisinya hampir tegak lurus dengan permukaan air. Saat posisi istirahat, larva *Aedes aegypti* membentuk sudut 45° dengan garis permukaan air dengan sifon di atas permukaan air untuk bernapas. Selama pertumbuhan larva, *Aedes aegypti* mengalami pelepasan kulit (*moulting*) sebanyak empat kali yang terdiri dari instar I, instar II, instar III dan instar IV.

Larva *Aedes sp.* dapat bertahan hidup di tempat yaang mengandung air dengan pH 4–8 dan memerlukan waktu antara 7-10 hari untuk berubah menjadi pupa. Selain dipengaruhi oleh pH, perkembangan larva *Aedes aegypti* menjadi pupa juga dipengaruhi oleh suhu air, dimana suhu optimum yang dibutuhkan oleh larva untuk berkembang menjadi pupa adalah berkisar antara 25-27 ° C. Bila suhu air kurang dari optimum maka perkembangan larva menjadi dewasa dapat memerlukan waktu hingga berminggu – minggu (Wahyuni, 2016).



Gambar 2.6 Larva *Aedes aegypti*

Sumber: [http://www: gambar+jentik+nyamuk+aedes&imgdi](http://www.gambar+jentik+nyamuk+aedes&imgdi)

3. Stadium Pupa

Pupa *Aedes aegypti* memiliki bentuk yang khas yaitu memiliki tabung atau terompet pernapasan berbentuk segi tiga. Pada stadium ini pupa tidak memerlukan makanan karena masa istirahat sebelum menjadi dewasa. Usia pupa untuk berubah menjadi dewasa memerlukan waktu 2-5 hari. Fase pupa nyamuk *Aedes aegypti* memiliki bentuk tubuh lebih pendek dengan bagian kepala-dada (*cephalothorax*) lebih besar dibandingkan bagian perutnya, sehingga secara sekilas bentuknya menyerupai tanda koma. Fase ini pupa lebih aktif bergerak dibandingkan pada fase larva sehingga secara jelas dapat dilihat lebih aktif naik turun ke permukaan air.

4. Stadium Dewasa

Proses yang diperlukan mulai dari telur sampai dengan dewasa memerlukan waktu selama 7-14 hari dan dapat bertahan hidup selama 2- 3 bulan. Nyamuk dewasa berwarna hitam dengan garis-garis warna putih yang tegak lurus dengan sumbu panjang tubuh. Habitat nyamuk dewasa adalah di alam bebas, namun seringkali berada di sekitar tempat pemukiman manusia. Imago atau nyamuk dewasa memiliki kemampuan terbang sejauh 100-200 meter untuk mencari makan dengan mencium bau yang dikeluarkan oleh manusia. Makanan utama nyamuk sebenarnya adalah sari tumbuhan yang mengandung gula, namun untuk nyamuk betina perlu protein darah yang akan dipergunakan untuk pematangan telurnya (Syarifah, 2007).

Nyamuk dewasa dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:

- a. Kepala (*caput*)

Bentuk seperti bola dengan sepasang mata faset. Terdapat sepasang antena yang panjang dengan tipe mulut menusuk dan menghisap, namun mulut yang jantan lebih lemah.

b. Dada (*thoraks*)

Pada bagian punggung terdapat garis-garis putih yang dapat dipergunakan untuk membedakan dengan jenis yang lain serta terdapat sepasang sayap yang berukuran 2,5 – 3,0 mm bersisik hitam. Setiap ruas dada terdapat sepasang kaki, ada yang panjang dan pendek. Femur bersisik putih dengan bagian anterior lebih panjang. Tibia berwarna hitam dengan tarsi belakang berlingkaran putih, segmen kelima berwarna putih.

c. Perut (*abdomen*)

Tersusun atas 8 segmen, pada segmen ke-8 dapat dipergunakan untuk membedakan antara nyamuk jantan dan betina yaitu agak lebar dan berbentuk kerucut sedangkan betina agak meruncing dan menonjol. Posisi saat istirahat sejajar dengan bidang permukaan yang dihinggapinya (Wahyuni, 2016).



Gambar 2.7 Siklus hidup *Aedes aegypti*

Sumber: <https://www.google.com/search?q=siklus+aedes+aegypti&client>

2.1.5.4. Pengendalian Vektor Nyamuk *Aedes aegypti*

Menurut Kepmenkes RI Nomor : 581/Kepmenkes/1992, metode pengendalian vektor *Aedes spp* dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain:

a. Secara fisik atau mekanik dengan pengelolaan lingkungan

Upaya pemberantasan DBD dilaksanakan oleh pemerintah dan masyarakat yang pelaksanaannya di desa/kelurahan/sekolah atau tempat umum yang dilaksanakan secara berjenjang mulai dari tingkat bawah sampai tingkat pusat. Strategi yang dipakai dalam metode ini adalah dengan modifikasi lingkungan agar nyamuk tidak dapat berkembang biak yaitu dengan melakukan gerakan 3M plus serta sanitasi lingkungan yang baik. Gerakan 3M dengan cara melakukan gerakan mengubur, menguras dan menutup rapat tempat penampungan air maka diharapkan *Aedes aegypti* tidak dapat melangsungkan perkembangan biakannya dan akan memutus mata rantai penularan penyakit DBD.

b. Secara Biologi

Pengendalian secara biologi dengan menggunakan predator jentik nyamuk *Aedes aegypti* dapat pula dilakukan, misalnya dengan memelihara ikan pemakan larva *Aedes aegypti* seperti ikan cupang atau golongan *cyclops*. Cara ini telah dicoba di Palembang dengan menggunakan ikan cupang dan terbukti efektif, namun tidak dilakukan secara berkelanjutan.

c. Secara Kimiawi

Pengendalian vektor nyamuk *Aedes spp* secara kimia sampai saat ini masih menjadi pilihan di masyarakat. Insektisida golongan *organochlorine*, *organophosphate*, *carbamate*, dan *pyrethroid* yang diaplikasikan dalam bentuk spray atau dalam bentuk pengasapan (*fogging*) saat ini masih dipergunakan oleh masyarakat. Jenis insektisida sintetis ini efektif digunakan untuk mengendalikan nyamuk dewasa, namun untuk larva saat ini hanya larvasida golongan *organophosphate* yang digunakan yaitu serbuk Abate. Serbuk Abate yang terdiri dari *organophosphate* (*Temephos 1 %*) dapat digunakan untuk mengendalikan larva *Aedes aegypti* dengan cara menghambat enzim *cholinesterase* yang berakibat terjadinya kontraksi otot secara terus menerus termasuk otot pernapasan sehingga larva *Aedes aegypti* tidak dapat bernapas dan akhirnya larva mengalami kematian. Penggunaan bahan kimia sintetis sebagai pengendali vektor nyamuk masih efektif digunakan, namun demikian

perlu juga diperhatikan tentang efek jangka panjang dari penggunaan insektisida sintetis tersebut.

Penggunaan *temephos* 1 % atau Abate di Indonesia sudah dilakukan sejak tahun 1976. Empat tahun berikutnya, Abate ditetapkan sebagai bagian dari program pemberantasan massal *Aedes aegypti* di Indonesia (Felix,2008). Penggunaan Abate yang sudah terlalu lama tersebut yaitu lebih dari 30 tahun akan menimbulkan resiko resistensi terhadap *temephos* 1 %. Laporan terjadinya resistensi terhadap *temephos* 1 % telah terjadi di beberapa negara seperti Brazil, Bolivia, Argentina, Thailand dan juga di Surabaya pada tahun 2008 (Felix,2008).

Serbuk Abate merupakan larvasida sintetis dari golongan *organophosphate* yang bersifat racun kontak. Titik tangkap dari racun golongan *organophosphate* ini adalah dengan menghambat kerja enzim *cholinesterase* sehingga kerja *acetylcholine* akan lebih lama. Penumpukan *acetylcholine* di celah sinaps larva *Aedes aegypti* akan berakibat terjadi kejang otot secara terus-menerus termasuk otot pernapasan larva sehingga akan terjadi kematian larva akibat gangguan pernapasan (Pedoman Penggunaan Insektisida dalam Pengendalian Vektor Penyakit, 2012). Penggunaan larvasida sintetis yang akan memberikan dampak negatif dalam penggunaan jangka panjang dapat pula diganti dengan larvasida yang berasal dari alam yang lebih ramah lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh beberapa ahli dikatakan bahwa *alkaloid, tannin, saponin dan flavonoid* dapat dipergunakan sebagai larvasida alami (Vanimakhal, 2016).

Pengendalian pada stadium dewasa dapat dilakukan secara kimiawi dengan menggunakan insektisida golongan *organophosphate* yaitu *malathion* dengan aplikasi *fogging* (Kemenkes, 2012). Dalam Pedoman Penggunaan Insektisida Dalam Pengendalian Vektor yang dikeluarkan oleh Kemenkes RI tahun 2012 disebutkan bahwa penggunaan insektisida dalam mengendalikan vektor serangga dapat dilakukan dengan cara penyemprotan udara (*space spray*) seperti *thermal fogging* dan *cold fogging*. Jenis formulasi yang dapat dipergunakan untuk mengendalikan vektor serangga dapat berupa *emulsifiabel*

concentrate (EC), *microemulsion* (ME), *emulsion* (EW), *ultra low volume* (UL) dan beberapa insektisida siap pakai seperti *aerosol* (AE), obat nyamuk bakar, *liquid vaporizer* (LV) dan *smoke*. Formulasi insektisida yang bersifat residu adalah *wettable powder* (WP), *water dispersible granule* (WG), *suspension concentrate* (SC), *capsule suspension* (CS) serta serbuk.

Cara kerja insektisida yang dipergunakan untuk mengendalikan vektor nyamuk *Aedes aegypti* tergantung pada jenis atau golongan insektisida yang dipergunakan. Cara kerja insektisida atau *mode of action* untuk pengendalian vektor serangga terbagi dalam 5 kelompok cara kerja yaitu:

1. Mempengaruhi sistem saraf
2. Menghambat produksi energi
3. Mempengaruhi sistem endokrin
4. Menghambat produksi kutikula
5. Menghambat keseimbangan air.

Insektisida yang dipergunakan dalam pengendalian vektor serangga dapat berasal dari sintetik ataupun berasal dari alam atau nabati. Insektisida nabati adalah insektisida yang berasal dari tumbuhan yang mengandung bahan aktif seperti *alkaloid* (*geraniol*, *sitronellol*, *rotenon*, dll), *saponin*, *tannin*, *flavonoid* (Peng, 2015).

Serai wangi (*Cymbopogon nardus*) yang mengandung bahan aktif *geraniol* dan *stronellol* sebagai alkaloid utama telah banyak dipergunakan sebagai larvasida yang memiliki cara kerja menghambat kerja enzim *cholinesterase* (Toledo, 2016). Begitu pula ekstrak biji pinang muda (*Areca catechu L*) yang mengandung *tannin* sebagai bahan aktif yang mencapai 15% sudah dilakukan penelitian sebagai insektisida alami. Cara kerja *tannin* adalah dengan menghambat enzim α -*amylase* sehingga mengganggu metabolisme karbohidrat. Terganggunya metabolisme karbohidrat ini akan menyebabkan serangga malas untuk makan sehingga sering pula *tannin* yang dipergunakan sebagai insektisida disebut *anti-feeding* (Moctezuma, 2014).

2.2. Jurnal dan Hasil Penelitian yang Relevan

Tabel 2.1 Jurnal penelitian terdahulu

| No | Nama peneliti | Judul penelitian | Hasil penelitian |
|----|--|--|--|
| 1. | Ata J.P and Mannolo. M.M.Q (2014) | In Vitro of <i>Cymbopogon nardus</i> Essential Oil Againts Leaf Disease Fungus of Narra (<i>Pterocarpus indicus</i> Wild). | Minyak atsiri serai wangi mengandung senyawa <i>sitronella</i> yang memiliki kemampuan sebagai antifungi terhadap penyakit bercak daun yang disebabkan oleh jamur. |
| 2. | Daniel Chong Jun Weng, Jalifah Latip, Siti Aisyah Hasbullah, Hardjono Sastrohamidjojo (2015) | Optimal Extraction and Evaluation on The Oil Content of Citronella Oil Extracted from <i>Cymbopogon nardus</i> | <i>Cymbopogon nardus</i> memiliki kandungan minyak <i>sitronella</i> tertinggi bila diambil dari daun serai wangi adalah <i>citronelol</i> , <i>citronellal</i> dan <i>geraniol</i> . |
| 3. | Coral Moctezuma & Almuth Hammerbecker, dkk (2014) | Specific <i>Polyphenols</i> and <i>Tannins</i> Are Associate with Defense Againts Insects Herbivores in the Tropical Oak <i>Quercus oleoides</i> . | <i>Tannin</i> bekerja sebagai insektisida dengan cara membentuk ikatan protein-tannin kompleks, menghambat enzim <i>α-amylase</i> sehingga serangga tidak makan (<i>anti feeding</i>) serta merusak kutikula serangga. |
| 4. | Wei Peng, Yu-Ji Liu dkk (2014) | <i>Areca catechu</i> L (<i>Areaceae</i>): A Review of Its Traditional Uses, Bothany, Phytochemistry, Pharmacology and Toxicology. | Biji pinang mengandung banyak sekali bahan aktif dimana bahan aktif terbesar adalah <i>tannin</i> yang mencapai 15% pada buah pinang yang masih muda dan menurun dengan bertambahnya usia biji pinang. |
| 5. | Chairil Anwar, dkk (2014) | Identifikasi dan Distribusi Nyamuk <i>Aedes sp.</i> Sebagai Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue di Beberapa Daerah di | Pemanasan Global menyebabkan perubahan populasi nyamuk <i>Aedes sp.</i> dimana terjadi pergeseran populasi terbanyak adalah <i>Aedes albopictus</i> sebanyak |

| | | | |
|-----|--|--|---|
| | | Sumatra Selatan. | 97 % nyamuk <i>Aedes sp.</i> yang tertangkap dan teridentifikasi di wilayah Sumatera Selatan. |
| 6. | Untung Suseno Sutardjo, dkk (2016) | Profil Kesehatan Indonesia 2015. Kemenkes RI 2016. | Laporan Profil Kesehatan Indonesia dari tahun 2014 – 2015. Data epedemiologi kasus DBD di Indonesia serta distribusinya. |
| 7. | Eka Lestari Mahyuni (2014) | Faktor Resiko dalam Penggunaan Pestisida Terhadap Keluhan Kesehatan Pada Petani di Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo 2014. | Terdapat hubungan yang signifikan antara jenis pestisida yang digunakan, lama kerja dan frekuensi penyemprotan dengan keluhan kesehatan petani. |
| 8. | Luciani Gaspar De Toledo, dkk (2016) | Essential Oil of <i>Cymbopogon nardus</i> L. Rendle: A Strategy to Combat Fungal Infections Caused by <i>Candida Species</i> . | Komposisi ekstrak serai wangi yaitu <i>citronellal</i> , <i>geranial</i> , <i>geraniol</i> , <i>citronellol</i> dan <i>neral</i> . Minyak <i>essential</i> serai wangi memiliki kemampuan menghambat perkembangan <i>Candida sp.</i> |
| 9. | Vanimakhal, R.R & Ezhilarasi Balasubramanian, S (2016) | Phytochemical Qualitative Analysis and Total Tannin Content in the Aqueous Extract of <i>Areca catechu</i> Nut. | Kandungan <i>tannin</i> ekstrak biji pinang adalah <i>saponin</i> , <i>flavonoid</i> , <i>tannin</i> , <i>phenol</i> , <i>steroid</i> dan protein. |
| 10. | Endah Tri Suryani (2018) | Gambaran Kasus Demam Berdarah Dengue di Kota Blitar Tahun 2015-2017 | Data epidemiologi kasus DBD di propinsi Jawa Timur yang selalu mengalami fluktuatif pada musim-musim tertentu. Jumlah kasus DBD di setiap kabupaten kota di Jawa Timur serta jumlah penderita yang meninggal akibat DBD dari tahun 2015 – tahun 2017. |

2.3 Kerangka Teori Pengendalian Vektor Nyamuk *Aedes aegypti*

Pengendalian vektor nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilakukan berdasarkan siklus hidup nyamuk *Aedes aegypti*. Terdapat dua stadium yang dapat dimanfaatkan secara efektif untuk memberantas atau mengendalikan perkembang-biakan nyamuk *Aedes aegypti* yaitu pada stadium larva dan stadium dewasa atau imago, sedangkan pada stadium telur ataupun stadium pupa tidak efektif untuk dilakukan pengendalian karena pada kedua stadium tersebut nyamuk dalam keadaan tidak aktif. Pemberantasan nyamuk pada stadium dewasa dapat dilakukan secara fisik dengan manipulasi lingkungan yaitu dengan melakukan PSN (pemberantasan sarang nyamuk) yang merupakan program pemerintah. Menurut Kepmenkes RI Nomor : 581/Kepmenkes/1992, manipulasi lingkungan secara fisik ini adalah dengan melakukan gerakan 3M plus yaitu;

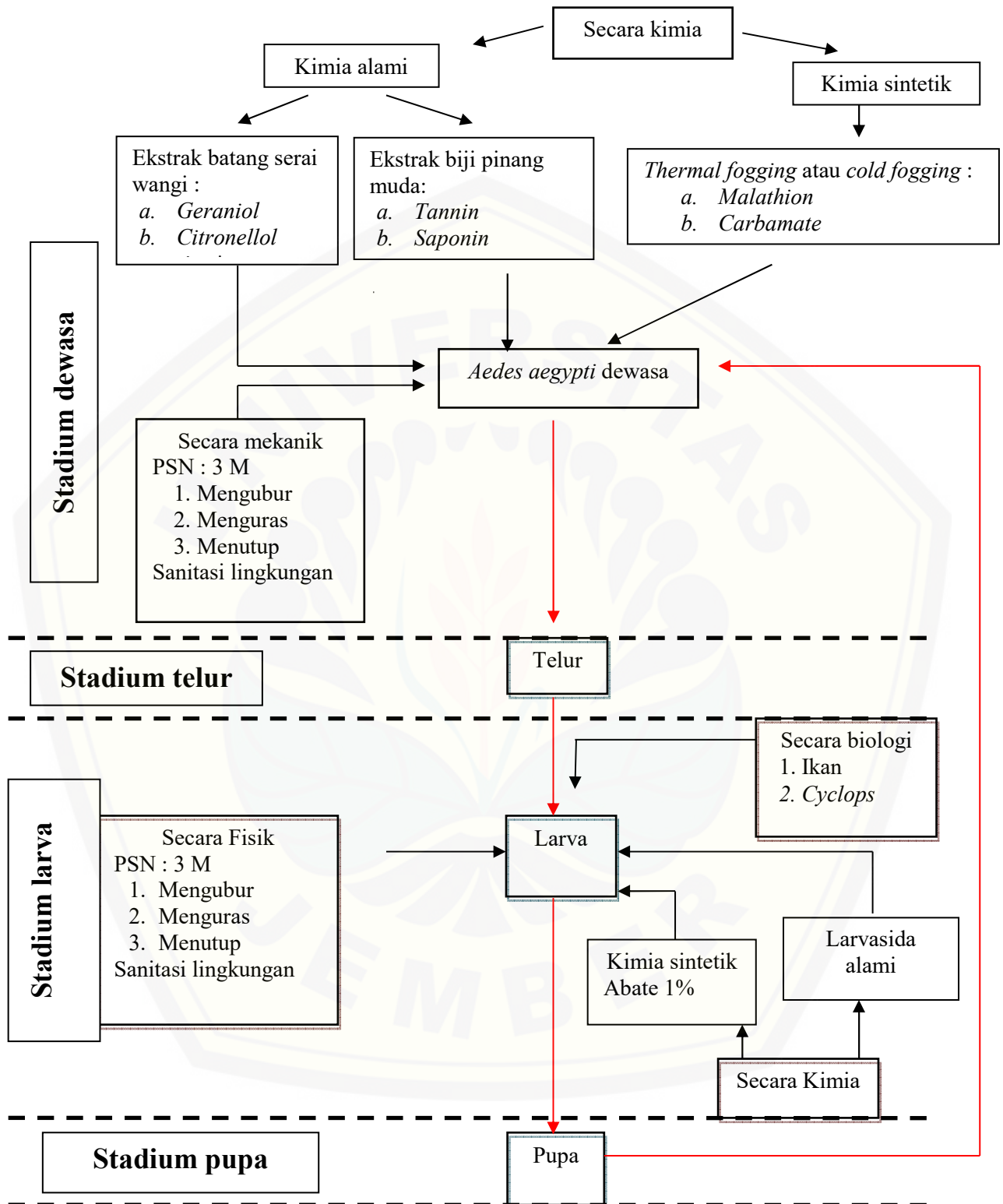
1. Mengubur benda-benda bekas yang dapat menampung air agar tidak digunakan oleh nyamuk untuk menaruh telur dan tempat hidup larva.
2. Menutup tempat-tempat penampungan air agar nyamuk tidak bisa masuk dan manaruh telurnya.
3. Menguras tempat penampungan air sehingga apabila terdapat telur nyamuk ataupun larva akan terbuang dan mati.
4. Sanitasi lingkungan yang baik.

Pemberantasan pada stadium dewasa dapat pula dilakukan secara kimiawi dengan menggunakan insektisida golongan *organophosphate* yaitu *malathion* atau *carbamate* dengan aplikasi *fogging* (Kemenkes, 2012). Dalam Pedoman Penggunaan Insektisida Dalam Pengendalian Vektor yang dikeluarkan oleh Kemenkes RI tahun 2012 disebutkan bahwa penggunaan insektisida dalam mengendalikan vektor serangga dapat dilakukan dengan cara penyemprotan udara (*space spray*) seperti *thermal fogging* dan *cold fogging*.

Aplikasi insektisida dalam pengendalian vektor nyamuk pada stadium dewasa dapat dilakukan dengan cara *space spray* atau penyemprotan udara menurut Pedoman Pemberantasan Vektor Penyakit Dengan Pestisida yang dikeluarkan oleh Kemenkes RI tahun 2012. Penggunaan insektisida secara *spray*

untuk pengendalian vektor serangga atau nyamuk dapat dipergunakan baik secara massal (*fogging*) maupun secara individual. Jenis insektisida *spray* yang banyak diperjual-belikan secara bebas adalah insektisida sintetis golongan *organophosphate* atau *carbamate* yang dalam jangka panjang akan menimbulkan efek residual yang berbahaya. Pengendalian vektor nyamuk pada stadium dewasa dengan menggunakan *spray* dapat pula dilakukan menggunakan insektisida dari ekstrak batang serai wangi yang mengandung alkaloid *geraniol*, *sitronelol*, *sitral* dan ekstrak biji pinang muda yang mengandung bahan aktif *alkaloid*, *saponin* dan *tannin*.

Pengendalian vektor nyamuk pada stadium larva dapat dilakukan dengan cara mekanik atau fisik dengan PSN dan sanitasi lingkungan. PSN atau pemberantasan sarang nyamuk dapat dilakukan dengan 3M yaitu mengubur, menguras dan menutup tempat-tempat yang menjadi *breeding-place* nyamuk. Pemberantasan pada tahap larva ini dapat pula dilakukan secara biologi dengan memanfaatkan predator alami misalkan ikan atau *cyclops*. Ikan yang dipelihara ditempat – tempat penampungan air, maka secara alami akan memangsa larva *Aedes aegypti* yang terdapat di genangan atau penampungan air tersebut (Kemenkes,2013). Cara berikutnya yang dapat dilakukan pada stadium larva dapat dilakukan secara kimiawi dengan menggunakan larvasida. Dalam Pedoman Pemberantasan Vektor Penyakit Dengan Pestisida yang dikeluarkan oleh Kemenkes RI tahun 2012 disebutkan bahwa salah satu cara pemberantasan vektor serangga adalah dengan penggunaan insektisida. Insektisida yang dipergunakan pada stadium larva dan telah dipergunakan oleh masyarakat secara luas adalah pemakaian serbuk Abate yang berisi *temephos* 1 % yang merupakan insektisida golongan *organophosphate* (Kemenkes, 2013).

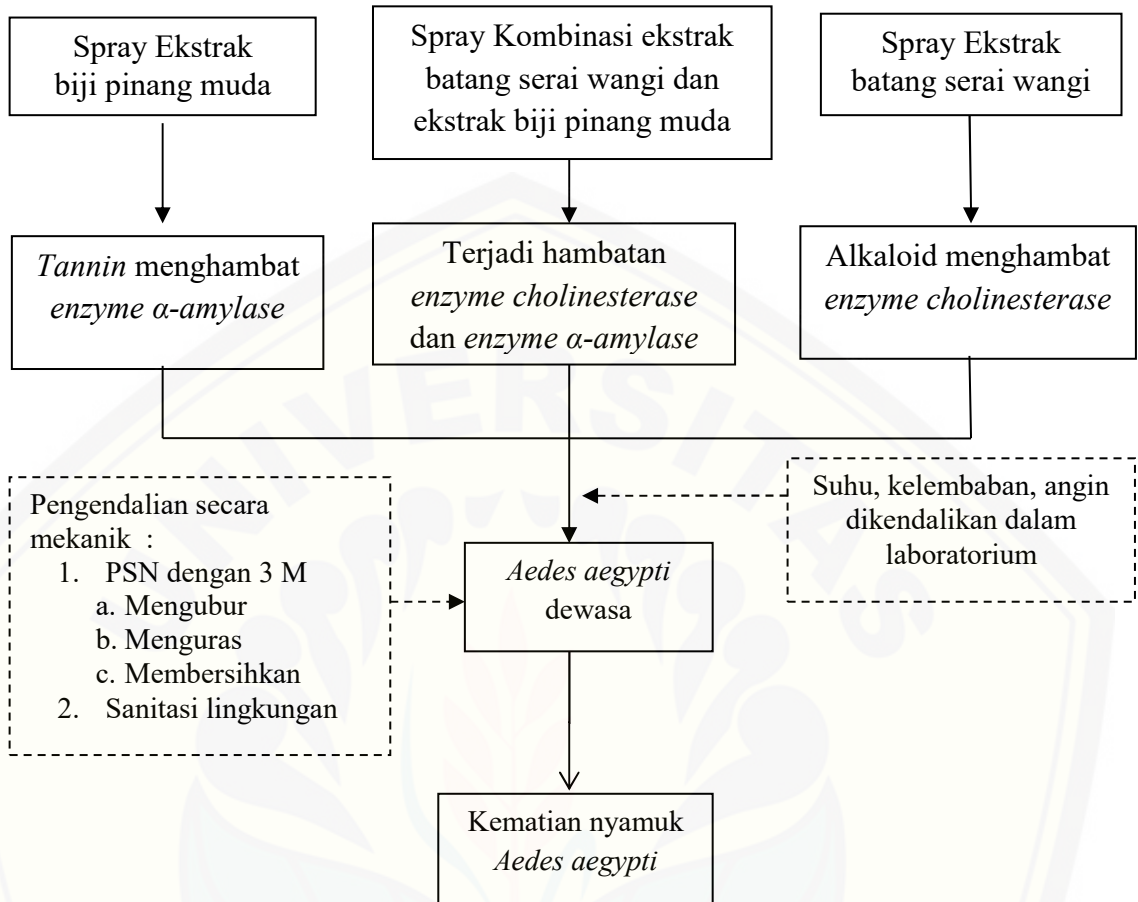


Keterangan :

- : Siklus hidup *Aedes aegypti*
- : Stadium *Aedes aegypti*

Gambar 2.8 Kerangka Teori Pengendalian *Aedes aegypti*

2.4. Kerangka Konseptual



Gambar 2.9 Kerangka Konseptual

Keterangan :

□ : Diteliti

□ (dashed) : Tidak diteliti

Berdasarkan gambar kerangka konseptual tersebut diatas dapat dijelaskan bahwa penelitian ini adalah penelitian secara eksperimen murni dengan melakukan intervensi secara kimia terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dewasa. Intervensi secara kimia ini dengan menggunakan ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) atau ekstrak biji pinang muda (*Areca catechu L*) serta dengan kombinasi ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan ekstrak biji pinang muda (*Areca catechu L*). Beberapa kondisi yang akan

mempengaruhi hasil dalam eksperimen ini seperti suhu, kelembaban dan angin akan dikendalikan di dalam laboratorium sehingga tidak akan mempengaruhi hasil penelitian. Pengendalian *Aedes aegypti* dengan cara yang lain seperti manipulasi secara mekanik dengan PSN dan sanitasi lingkungan tidak dilakukan.

Serai wangi (*Cymbopogon nardus*) yang mengandung bahan aktif *geraniol* dan *stronellol* sebagai alkaloid utama telah banyak dipergunakan sebagai larvasida yang memiliki cara kerja menghambat kerja enzim *cholinesterase* (Toledo,2016). Begitu pula ekstrak biji pinang (*Areca catechu L*) yang mengandung *tannin* sebagai bahan aktif yang mencapai 15% sudah dilakukan penelitian sebagai insektisida alami. Cara kerja *tannin* adalah dengan menghambat enzim *α -amylase* sehingga mengganggu metabolisme karbohidrat(Moctezuma, 2014).

2.5. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kepekatan konsentrasi dan *time effect* ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) memiliki pengaruh sebagai bioinsektisida alami terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*.
2. Kepekatan konsentrasi dan *time effect* ekstrak biji pinang muda (*Areca catechu L*) tidak memiliki pengaruh sebagai bioinsektisida alami terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*.
3. Kepekatan konsentrasi dan *time effect* kombinasi ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan ekstrak biji pinang muda (*Areca catechu L*) memiliki pengaruh sebagai bioinsektisida alami terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti* .

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Jenis penelitian

Jenis penelitian eksperimen adalah suatu penelitian dengan melakukan percobaan (*experiment*) yang dimaksudkan untuk mengetahui gejala atau pengaruh yang akan timbul akibat dari suatu perlakuan atau intervensi tertentu pada eksperimen tersebut (Notoatmodjo,2012). Penelitian ini termasuk kedalam rancangan penelitian murni (*true experiment*) dengan rancangan faktorial dengan melibatkan faktor waktu pengamatan yang berjenjang dan jenis bahan serta konsentrasi yang berbeda. Penelitian ini dilakukan di laboratorium dimana subyek dalam penelitian ini dibagi menjadi kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Perlakuan atau intervensi dilakukan terhadap kelompok eksperimen dan hasilnya dicatat dan dibandingkan dengan kelompok kontrol (Notoatmodjo,2012).

Tabel 3.1 Rancangan penelitian faktorial

| | Sampel | Interve nsi | Jumlah kematian nyamuk pada pengamatan menit ke- | | | | |
|--------------------------------------|---------|----------------|--|------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | 15 | 30 | 60 | 120 | 240 |
| P O P U L A S I | Kontrol | O_k | O_k^{15} | O_k^{30} | O_k^{60} | O_k^{120} | O_k^{240} |
| | S | P_1 | O_1^{15} | O_1^{30} | O_1^{60} | O_1^{120} | O_1^{240} |
| | | P_2 | O_2^{15} | O_2^{30} | O_2^{60} | O_2^{120} | O_2^{240} |
| | | P_3 | O_3^{15} | O_3^{30} | O_3^{60} | O_3^{120} | O_3^{240} |
| | B | P_4 | O_4^{15} | O_4^{30} | O_4^{60} | O_4^{120} | O_4^{240} |
| | | P_5 | O_5^{15} | O_5^{30} | O_5^{60} | O_5^{120} | O_5^{240} |
| | | P_6 | O_6^{15} | O_6^{30} | O_6^{60} | O_6^{120} | O_6^{240} |
| | K | P_7 | O_7^{15} | O_7^{30} | O_7^{60} | O_7^{120} | O_7^{240} |
| | | P_8 | O_8^{15} | O_8^{30} | O_8^{60} | O_8^{120} | O_8^{240} |
| P_9 | | O_9^{15} | O_9^{30} | O_9^{60} | O_9^{120} | O_9^{240} | |

Keterangan tabel 3.1 :

Berdasarkan gambar desain penelitian diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Populasi adalah keseluruhan subyek penelitian dan mewakili seluruh populasi nyamuk *Aedes aegypti* (Notoatmodjo, 2012). Populasi nyamuk *Aedes aegypti* dalam penelitian ini adalah hasil penangkaran nyamuk di Laboratorium Entomologi Lembaga Penyakit Tropis Universitas Airlangga Surabaya
2. Sampel adalah nyamuk *Aedes aegypti* yang dipilih secara *simple random sampling* yang akan dipergunakan sebagai subyek dalam penelitian eksperimen. Sampel pada penelitian dengan rancangan faktorial ini dikelompokkan menjadi kelompok:

Kontrol : Kelompok sampel yang dipilih sebagai kontrol.

S : Kelompok sampel yang mendapat intervensi dengan ekstrak batang serai wangi.

B : Kelompok sampel yang mendapat intervensi ekstrak biji pinang muda.

K : Kelompok sampel yang mendapat intervensi kombinasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda dengan perbandingan 1:1.

3. Kolom intervensi adalah berisi kelompok sampel yang mendapat intervensi berbeda berdasarkan kriteria jenis ekstrak dan konsentrasi ekstrak. Penentuan konsentrasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda berdasarkan hasil uji pendahuluan yang telah dilakukan pada 2 Agustus 2018 di Lembaga Penyakit Tropis Universitas Airlangga Surabaya dimana pada kelompok sampel yang mendapat intervensi ekstrak batang serai wangi, ekstrak biji pinang muda maupun kombinasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda pada konsentrasi 250 ppm, 500 ppm dan 750 ppm sampai dengan pengamatan pada 24 jam pertama tidak menyebabkan kematian nyamuk sampel, sehingga berdasarkan hasil uji pendahuluan tersebut pada penelitian ini

dipergunakan konsentrasi sebesar 1.000 ppm, 5.000 ppm dan 10.000 ppm, dimana pada penelitian ini kelompok intervensi dikelompokkan sebagai berikut:

- a. P₁ : Kelompok sampel S yang mendapat intervensi dengan ekstrak batang serai wangi dengan konsentrasi 1.000 ppm.
 - b. P₂ : Kelompok sampel S yang mendapat intervensi dengan ekstrak batang serai wangi dengan konsentrasi 5.000 ppm.
 - c. P₃ : Kelompok sampel S yang mendapat intervensi dengan ekstrak batang serai wangi dengan konsentrasi 10.000 ppm.
 - d. P₄ : Kelompok sampel B yang mendapat intervensi dengan ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi 1.000 ppm.
 - e. P₅ : Kelompok sampel B yang mendapat intervensi dengan ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi 5.000 ppm.
 - f. P₆ : Kelompok sampel B yang mendapat intervensi dengan ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi 10.000 ppm.
 - g. P₇ : Kelompok sampel K yang mendapat intervensi kombinasi ekstrak batang serai wangi 1.000 ppm dan ekstrak biji pinang muda 1.000 ppm dengan perbandingan 1:1.
 - h. P₈ : Kelompok sampel K yang mendapat intervensi kombinasi ekstrak batang serai wangi 5.000 ppm dan ekstrak biji pinang muda 5.000 ppm dengan perbandingan 1:1.
 - i. P₉ : Kelompok sampel K yang mendapat intervensi kombinasi ekstrak batang serai wangi 10.000 ppm dan ekstrak biji pinang muda 10.000 ppm dengan perbandingan 1:1.
4. Kolom jumlah kematian nyamuk pada pengamatan ke- adalah kolom yang berisi kelompok sampel dan kontrol atau kelompok observasi (O) yang mati setelah mendapat intervensi berupa spray ekstrak sebanyak ± 1 cc berdasarkan jenis ekstrak serta konsentrasi pada periode waktu pengamatan yang telah ditentukan atau *time effect* yaitu 15 menit, 30 menit, 60 menit, 120 menit dan 240 menit setelah dilakukan intervensi. Pemilihan waktu pengamatan ini berdasarkan hasil uji pendahuluan yang

dilakukan sebelumnya dimana kematian nyamuk setelah mendapat intervensi berupa spray ekstrak tidak banyak berubah setelah jam ke-6 setelah intervensi. Berdasarkan kriteria tersebut, maka kelompok observasi dapat dibagi dan dirumuskan sebagai berikut :

O_x^y dan O_k^y

Keterangan :

O : jumlah kematian nyamuk pada kelompok observasi.

x : kelompok sampel yang mendapat intervensi P_x .

y : waktu pengamatan pada menit ke- setelah intervensi.

k : kontrol.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Entomologi Lembaga Penyakit Tropis Universitas Airlangga Surabaya pada bulan Nopember 2018 sampai dengan Januari 2019 yang sebelumnya sudah diawali dengan uji pendahuluan pada 2 Agustus 2018 yang hasilnya dipergunakan sebagai dasar pemilihan konsentrasi dan waktu pengamatan.

3.3. Unit Penelitian dan Sistem Replikasi

3.3.1. Unit Penelitian

Unit penelitian atau unit eksperimen adalah unit yang dikenai perlakuan tunggal dalam sebuah replikasi eksperimen dasar. Unit penelitian dalam eksperimen ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Unit Penelitian

| No | Nama unit | Definisi |
|----|-----------|--|
| 1 | Unit 1 | Kelompok intervensi P_1 dengan spray ekstrak serai wangi dengan konsentrasi 1000 ppm. |
| 2 | Unit 2 | Kelompok intervensi P_2 dengan spray ekstrak serai wangi dengan konsentrasi 5.000 ppm. |
| 3 | Unit 3 | Kelompok intervensi P_3 dengan spray ekstrak |

| | | |
|----|---------|--|
| | | serai wangi dengan konsentrasi 10.000 ppm. |
| 4 | Unit 4 | Kelompok intervensi P ₄ dengan spray ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi 1.000 ppm. |
| 5 | Unit 5 | Kelompok intervensi P ₅ dengan spray ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi 5.000 ppm. |
| 6 | Unit 6 | Kelompok intervensi P ₆ dengan spray ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi 10.000 ppm. |
| 7 | Unit 7 | Kelompok intervensi P ₇ dengan spray kombinasi ekstrak serai wangi 1.000 ppm dan ekstrak biji pinang muda dengan konsntrasi 1.000 ppm dengan perbandingan 1:1 |
| 8 | Unit 8 | Kelompok intervensi P ₈ dengan spray kombinasi ekstrak serai wangi konsentrasi 5.000 ppm dan ekstrak biji pinang muda dengan konsntrasi 5.000 ppm dengan perbandingan 1:1. |
| 9 | Unit 9 | Kelompok intervensi P ₃₉ dengan spray kombinasi ekstrak serai wangi konsentrasi 10.000 ppm dan ekstrak biji pinang muda dengan konsntrasi 10.000 ppm dengan perbandingan 1:1. |
| 10 | Unit 10 | Kelompok kontrol |

3.3.2. Sistem Replikasi Sampel

Replikasi adalah pengulangan dari percobaan dasar, dimana dalam penelitian eksperimen murni ini digunakan persamaan :

$$(t - 1)(r - 1) > 10$$

Dimana : t = jumlah perlakuan

r = jumlah replikasi

Berdasarkan jumlah perlakuan atau intervensi dalam penelitian eksperimen murni ini maka jumlah replikasi dapat dihitung sebagai berikut:

$$(t - 1)(r - 1) > 10$$

$$(10 - 1)(r - 1) > 10$$

$$9(r - 1) > 10$$

$$9r - 9 > 10$$

$$9r > 10 + 9$$

$$9r > 19$$

$$R > 19/9$$

$$R > 2,11$$

Sehingga r dibulatkan menjadi 3 kali replikasi.

3.3.3. Teknik Penentuan Sampel

Penentuan sampel menurut Soekidjo Notoatmodjo (2012) agar hasil suatu penelitian yang dilakukan dapat digeneralisasikan dalam suatu populasi, maka perlu dilakukan teknik penentuan sampel agar dapat mewakili populasi. Populasi dalam penelitian eksperimen ini adalah nyamuk *Aedes aegypti* dewasa, sehingga perlu dilakukan teknik pengambilan sampel nyamuk *Aedes aegypti* dewasa yang akan digunakan dalam penelitian eksperimen ini. Menurut ketentuan dari *World Health Organization Pesticides Evaluation Scheme* (WHOPES) tahun 2009 bahwa jumlah sampel nyamuk *Aedes aegypti* yang dipergunakan dalam suatu penelitian minimal adalah 25 ekor untuk setiap unit penelitian. Dalam penelitian ini terdapat 10 unit penelitian dengan 3 kali pengulangan untuk setiap unit, sehingga jumlah nyamuk *Aedes aegypti* dewasa yang dipergunakan sebagai sampel dalam penelitian ini sebanyak 750 ekor nyamuk *Aedes aegypti* dewasa dengan kriteria sebagai berikut:

a. Kriteria inklusi

1. Nyamuk *Aedes aegypti* yang berumur 3-7 hari.
2. Nyamuk bergerak aktif.
3. Nyamuk sudah dipuasakan 24 jam.

b. Kriteria eksklusi

1. Nyamuk sudah mati sebelum perlakuan.
2. Nyamuk tidak bergerak secara aktif sebelum perlakuan.

3.4. Variabel dan Definisi Operasional

3.4.1. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah karakteristik yang terdapat pada individu atau benda yang menunjukkan adanya perbedaan nilai atau kondisi. Sedangkan menurut Soekidjo Notoatmodjo dalam Metodologi Penelitian Kesehatan (2012), variabel mengandung pengertian ukuran atau ciri-ciri yang dimiliki oleh anggota kelompok yang berbeda dengan yang dimiliki oleh anggota kelompok lain. Berdasarkan perannya atau hubungan fungsional dalam penelitian, variabel dalam penelitian ini dibedakan menjadi:

a. Variabel terikat

Variabel terikat, variabel tergantung, variabel terpengaruh atau *dependen variabel* adalah variabel yang dipengaruhi. Variabel terikat pada penelitian ini adalah jumlah kematian nyamuk *Aedes aegypti* setelah mendapat intervensi berupa penyemprotan atau spray ekstrak batang serai wangi atau ekstrak biji pinang muda dan kombinasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda yang sudah ditentukan konsentrasinya serta durasi waktu pengamatannya.

b. Variabel bebas

Variabel bebas menurut Soekidjo Notoatmodjo (2012) disebut juga sebagai variabel resiko atau variabel sebab karena merupakan variabel yang menjadi penyebab terjadinya akibat atau efek. Pada penelitian ini sebagai variabel bebas adalah ekstrak batang serai wangi dengan konsentrasi yang telah ditentukan, ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi yang telah ditentukan dan kombinasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi yang telah ditentukan serta waktu pengamatan secara periodik atau *time effect* yang telah ditentukan berdasarkan hasil uji pendahuluan sebelumnya.

c. Variabel kendali

Variabel kendali adalah variabel yang berpotensi mengganggu hubungan variabel terikat dan variabel bebas namun dapat dikendalikan sehingga tidak mempengaruhi hasil hubungan antar variabel dalam

penelitian. Suhu, kelembaban dan angin dalam penelitian ini merupakan variabel kendali, oleh karena itu untuk mengendalikan variabel kendali ini dilakukan penelitian di Lembaga Penyakit Tropik (LPT) Universitas Airlangga Surabaya.

3.4.2. Definisi Operasional

Definisi operasional adalah uraian tentang batasan variabel yang dimaksud atau cara yang digunakan agar variabel dapat diukur (Notoatmodjo,2012). Pada penelitian ini definisi operasional dari variabel penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3 Definisi Operasional

| Variabel | Definisi variabel | Alat ukur | Satuan data | Skala data |
|---|--|-----------------|-------------|------------|
| Ekstrak batang serai wangi (<i>Cymbopogon nardus</i>) | Sediaan hasil ekstraksi etanol dari batang serai wangi yang telah dicampur dengan pelarut air dengan konsentrasi 1.000 ppm, 5.000 ppm dan 10.000 ppm. | Timbangan mikro | Ppm | Ratio |
| Ekstrak biji pinang muda (<i>Areca catechu L</i>) | Sediaan hasil ekstraksi etanol biji pinang muda yang telah dicampur dengan pelarut air dengan konsentrasi 1.000 ppm, 5.000 ppm dan 10.000 ppm. | Timbangan mikro | Ppm | Ratio |
| Kombinasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda | Campuran ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi yang sama dengan perbandingan 1:1 pada konsentrasi 1000 ppm, 5000 ppm dan 10.000 ppm | Timbangan mikro | Ppm | Ratio |
| <i>Time effect</i> | Periode waktu pengamatan atau observasi pada menit ke-15, menit ke-30, menit ke-60, menit ke-120 dan menit ke-240 setelah intervensi | Jam | Menit | Interval |
| Jumlah kematian | Jumlah kematian nyamuk <i>Aedes aegypti</i> sebanyak 50 % sampai | Kalkulator | Ekor | Ratio |

| | |
|--------------------------------|--|
| nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | dengan 90 % setelah mendapat intervensi spray ekstrak batang serai wangi, spray ekstrak biji pinang muda atau kombinasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda pada periode pengamatan menit ke-15, menit ke-30, menit ke-60, menit ke-120 dan menit ke-240 setelah intervensi. |
|--------------------------------|--|

3.5.Data dan Sumber Data

Data penelitian ini ada dua jenis yaitu:

1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari subyek penelitian dengan menggunakan alat pengukuran atau alat pengambilan data langsung pada subyek penelitian sebagai sumber informasi (Notoatmodjo,2012). Sumber data primer pada penelitian ini adalah sediaan bahan yang terdiri dari ekstrak serai wangi, ekstrak biji pinang muda serta kombinasi ekstrak serai wangi dan ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi yang telah ditentukan serta dengan melakukan observasi secara langsung pada setiap tahapan penelitian dan melakukan pencatatan atau dokumentasi jumlah nyamuk *Aedes aegypti* yang mati.

2. Data sekunder

Data sekunder menurut Soekidjo Notoatmodjo (2012) adalah data yang diperoleh lewat pihak lain, tidak langsung diperoleh oleh peneliti dari subyek penelitiannya. Data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari literatur dan jurnal hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh peneliti yang lain.

3.6. Teknik dan Alat Perolehan Data

Teknik dan alat untuk memperoleh data pada penelitian ini adalah dengan melakukan observasi dan pencatatan pada setiap tahapan penelitian yang terdiri dari tahap persiapan, tahap pengujian dan tahap pengamatan (Wahyuni,2012).

3.6.1. Tahap persiapan

Tahap persiapan yang dilakukan sebelum melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

a. Sterilisasi alat dan bahan

Sterilisasi alat yang dipergunakan dengan cara mencuci bersih dengan menggunakan sabun. Hal ini dimaksudkan agar alat yang dipergunakan benar-benar bersih dan steril dari bahan-bahan sisa penelitian sebelumnya serta bebas dari mikroorganisme yang dapat mengganggu penelitian (Wahyuni,2012).

b. Persiapan sampel nyamuk *Aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* dewasa yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini berasal dari penangkaran nyamuk di Lembaga Penyakit Tropis (LPT) Universitas Airlangga Surabaya.

c. Pembuatan ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang

Proses pembuatan ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan ekstrak biji pinang muda (*Areca catechu L*) memerlukan alat dan bahan serta tahap ekstraksi yang sama sebagai berikut (Wahyuni,2012). Alat dan bahan yang dipergunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.4 Alat dan bahan penelitian

| Alat | Bahan |
|----------------------|--------------------|
| Timbangan mikro | Batang serai wangi |
| Oven | Biji pinang muda |
| Blender | Etanol 96 % |
| Toples | Kertas saring |
| Corong | Aluminium foil |
| Rotary evaporator | |
| Pengaduk | |
| Gelas beker | |
| Pisau | |
| Alat semprot / spray | |
| Kandang nyamuk | |

Langkah ekstraksi batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan biji pinang muda (*Areca catechu L*) pada prinsipnya adalah sama yaitu sebagai berikut (Wahyuni,2012):

1. Pengumpulan batang serai wangi dan biji pinang muda. Batang serai wangi dan biji pinang muda dipilih sesuai kriteria yaitu sehat, ukuran homogen. Batang serai dan biji pinang muda dicuci bersih dan ditimbang, dicacah dan kemudian dikering anginkan.
2. Proses pengeringan tidak dengan menjemur dibawah terik matahari, namun dengan kering angin selama 7 hari sampai benar – benar kering. Setelah dikeringkan anginkan selama 7 hari, dilakukan penimbangan kembali dan dicatat berat keringnya. Untuk memastikan tidak ada kandungan air dalam sediaan batang serai dan biji pinang muda, dilakukan pengovenan selama \pm 4-5 jam dengan suhu \pm 45 ° C dan kemudian kembali ditimbang.
3. Penghalusan batang serai wangi dan biji pinang muda dengan menggunakan blender hingga berbentuk serbuk.

4. Menimbang serbuk batang serai wangi dan serbuk biji pinang muda masing –masing sebanyak 150 gram, dimasukkan tabung elenmeyer dan ditambahkan masing-masing etanol 96% sebanyak 600 ml. Diaduk sampai homogen kemudian ditutup rapat dengan aluminium foil selama 3 hari untuk maserasi.
5. Maserasi selama 3 hari, tahap berikutnya adalah penyaringan maserat dengan menggunakan kertas saring untuk memisahkan cairan dan endapan.
6. Cairan yang terpisah merupakan ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda yang masih bercampur etanol sebagai pelarut. Untuk mendapatkan ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda murni harus dilakukan penguapan etanol dengan cara diputar dengan *Rotary Evaporatory* pada kecepatan 90 rpm selama 3 jam.
7. Cairan kental yang tersisa adalah ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda murni yang kemudian dimasukkan toples kaca dan ditutup rapat dengan aluminium foil.
8. Menyimpan sediaan ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda dalam lemari es untuk menjaga agar tidak rusak.

3.6.2. Tahap pengujian

Tahap pengujian penelitian ini terdapat dua langkah sebagai berikut:

- a. Penyediaan sediaan ekstrak dengan konsentrasi tertentu

Untuk membuat sediaan ekstrak batang serai wangi dengan konsentrasi dalam bentuk ppm (*part per million*) yang ditentukan dengan menggunakan konsep / persamaan sebagai berikut:

$$\text{Ppm ekstrak} = \frac{\text{Massa zat terlarut}}{\text{Massa pelarut}} \times 10^6$$

Keterangan :

Ppm ekstrak : konsentrasi ekstrak yang dibuat dalam (ppm).

Masa zat terlarut : berat ekstrak dalam gram (g).

Masa pelarut : berat pelarut dalam gram (g).

10^6 : konstanta.

Konsentrasi ekstrak dalam penelitian ini dengan menggunakan pelarut air terdiri dari :

1. Ekstrak batang serai wangi dengan konsentrasi 1.000 ppm.
 2. Ekstrak batang serai wangi dengan konsentrasi 5.000 ppm.
 3. Ekstrak batang serai wangi dengan konsentrasi 10.000 ppm
 4. Ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi 1.000 ppm.
 5. Ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi 5.000 ppm.
 6. Ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi 10.000 ppm
 7. Kombinasi ekstrak batang serai wangi konsentrasi 1.000 ppm dan ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi 1.000 ppm dengan perbandingan 1:1.
 8. Kombinasi ekstrak batang serai wangi konsentrasi 5.000 ppm dan ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi 5.000 ppm dengan perbandingan 1:1.
 9. Kombinasi ekstrak batang serai wangi konsentrasi 10.000 ppm dan ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi 10.000 ppm dengan perbandingan 1:1.
 10. Sediaan yang berisi aqua dan etanol sebagai kontrol.
- b. Proses penyemprotan atau spray terhadap nyamuk *Aedes aegypti*

Penyemprotan atau spray dengan menggunakan ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*), ekstrak biji pinang muda (*Areca catechuL*) dan kombinasi ekstrak batang serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan ekstrak biji pinang muda (*Areca catechuL*) dilakukan terhadap nyamuk *Aedes aegypti* secara sendiri-sendiri. Sampel nyamuk *Aedes aegypti* dengan jumlah 25 ekor tiap kelompok sampel dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk setiap konsentrasi ekstrak. Ekstrak batang serai wangi, ekstrak biji pinang muda dan kombinasi ekstrak serai wangi dan ekstrak biji pinang muda dengan konsentrasi

yang telah ditentukan, dimasukkan kedalam botol spray kemudian diberi tekanan agar saat penyemprotan dilakukan dapat membentuk partikel spray yang kecil.

3.6.3. Tahap pengamatan

Pada tahap pengamatan dilakukan pencatatan terhadap jumlah kematian nyamuk *Aedes aegypti* setelah disemprot. Sofyan Siregar (2013) dalam Metode Penelitian Kuantitatif menyebutkan bahwa observasi atau pengamatan adalah kegiatan pengumpulan data secara langsung dengan melakukan penelitian terhadap kondisi obyek dan lingkungan yang mendukung kegiatan penelitian, sehingga akan didapatkan gambaran secara jelas tentang kondisi obyek penelitian tersebut. Observasi pada penelitian ini dilakukan pada menit ke- 15 setelah penyemprotan, menitke- 30 , menit ke- 60, menit ke - 120 dan terakhir menit ke-240.

3.7. Teknik penyajian dan analisis data

3.7.1. Penyajian data

Teknik penyajian data pada penelitian ini adalah dengan menuangkan hasil observasi kedalam tabel hasil penelitian dan grafik.

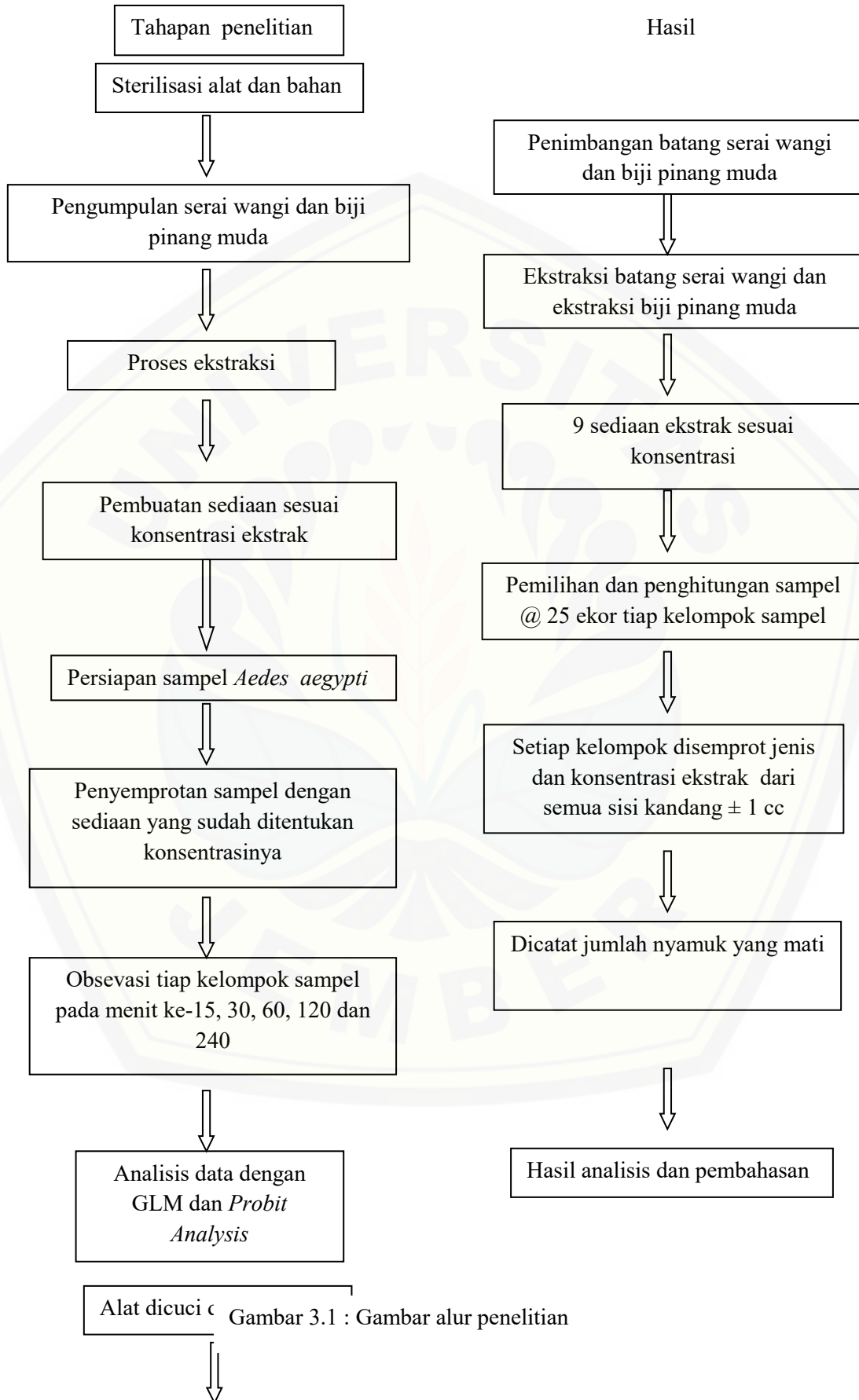
3.7.2. Analisis data

Analisis data dalam suatu rancangan penelitian merupakan prosedur untuk mengolah dan menyajikan data yang diperoleh selama penelitian agar dapat digunakan untuk menguji hipotesis penelitian. Berdasarkan rancangan penelitian yang direncanakan dalam penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel tidak bebas atau variabel *dependen*, maka pilihan uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi linear (Notoatmodjo, 2012). Regresi linear secara garis besar dibagi menjadi 2 kategori yaitu regresi linear sederhana dimana akan digunakan untuk menganalisis hubungan satu variabel bebas terhadap satu variabel terikat, sedangkan apabila ada beberapa variabel bebas yang diduga mempengaruhi variabel terikat dapat digunakan regresi linear berganda (Siregar, 2013). Dalam penelitian ini ada 3

variabel bebas dengan masing – masing variabel bebas terdiri dari 2 faktor yaitu faktor waktu pengamatan yang dilakukan secara berulang-ulang dan faktor konsentrasi ekstrak yang digunakan serta satu variabel terikat yaitu jumlah kematian sampel nyamuk sehingga akan membentuk pola multifaktorial dalam rancangan penelitian. Berdasarkan uraian diatas maka uji statistik yang akan digunakan untuk menganalisis pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat dalam penelitian eksperimen murni ini adalah dengan menggunakan uji statistik *Repeated Measure GLM* atau *Generalized Linear Models* (Tirta, 2014).

Guidlines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvacides yang merupakan panduan dari WHO (2005) dalam pengendalian vektor nyamuk pada stadium larva menggunakan larvasida yang berasal dari tumbuhan disebutkan bahwa ekstrak tumbuhan dikatakan memiliki daya larvsida terhadap nyamuk apabila memiliki *Lethal Concentration* (LC)₅₀ sampai LC₉₀ dalam rentang waktu pengamatan setelah intervensi selama 24 jam sampai dengan 48 jam. Penelitian ini mengacu pada panduan WHO tersebut, dimana konsentrasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda serta kombinasi ekstrak serai wangi dan ekstrak biji pinang muda dalam bentuk spray akan dikatakan memiliki kemampuan untuk mengendalikan nyamuk *Aedes aegypti* apabila memiliki kemampuan LC₅₀, konsentrasi efektif yang mampu membunuh 50 % dari sampel atau EC₅₀, waktu yang dibutuhkan untuk membunuh 50 % dari sampel atau LT₅₀, dan dosis terendah yang mampu membunuh 50 % dari sampel atau ED₅₀. Penelitian eksperimen ini dilakukan secara *in vitro* sehingga ED₅₀ yang merupakan dosis obat atau zat yang dimasukkan dalam tubuh sampel tidak dilakukan sehingga ED₅₀ tidak dihitung. Perhitungan nilai LC₅₀, LT₅₀ dan EC₅₀ dilakukan dengan menggunakan uji statistik analisis probit atau *Probit Analysis* dengan Excell.

3.8. Alur Penelitian



Gambar 3.1 : Gambar alur penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang *Pengaruh Kombinasi ekstrak Batang Serai Wangi dan Ekstrak Biji Pinang Muda dalam Bentuk Spray sebagai Bioinsektisida Nyamuk Aedes aegypti* dapat disimpulkan sebagai berikut:

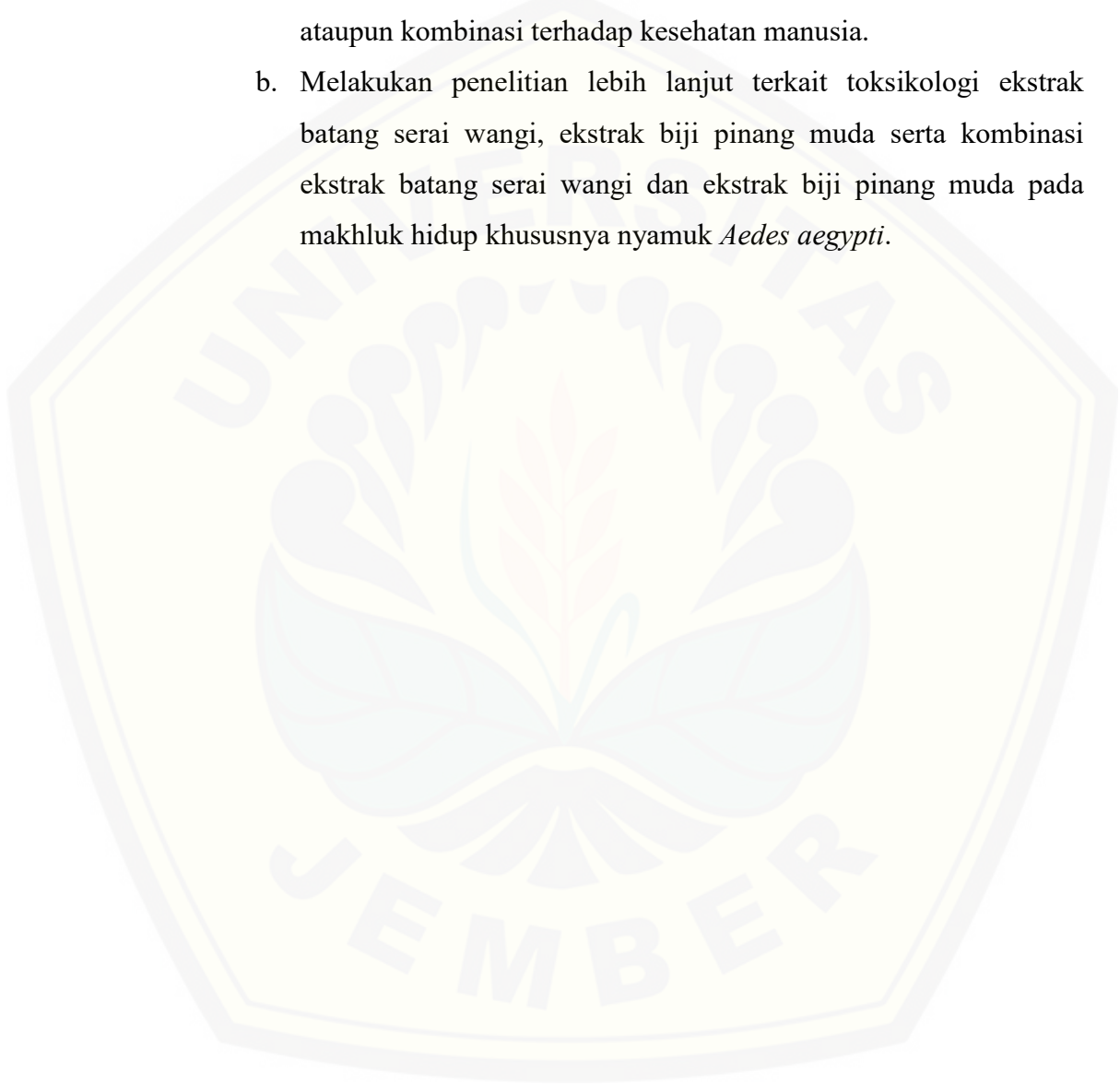
1. Ekstrak batang serai wangi dalam bentuk spray memiliki pengaruh terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*.
2. Ekstrak biji pinang muda dalam bentuk spray memiliki pengaruh terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*.
3. Kombinasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda dalam bentuk spray memiliki pengaruh terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*.
4. Kombinasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda dalam bentuk spray lebih efektif dalam membunuh nyamuk *Aedes aegypti* dari pada ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda diberikan secara tunggal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan dari penelitian ini, maka ada beberapa saran yang perlu dipertimbangkan sebagai bahan masukan para pihak yang terkait antara lain:

0. Bagi pemangku kebijakan / pemerintah
 - a. Membuat regulasi dan kebijakan tentang pengendalian vector demam berdarah dengue di masyarakat agar kejadian KLB yang terjadi setiap tahun dapat diminimalkan.

- b. Menerima dan selalu mengembangkan setiap temuan baru terkait strategi pengendalian vektor demam berdarah dengue berdasarkan hasil penelitian secara ilmiah.
2. Bagi peneliti yang lain
 - a. Melakukan penelitian lebih lanjut terkait dampak jangka panjang penggunaan ekstrak batang serai wangi, ekstrak biji pinang muda ataupun kombinasi terhadap kesehatan manusia.
 - b. Melakukan penelitian lebih lanjut terkait toksikologi ekstrak batang serai wangi, ekstrak biji pinang muda serta kombinasi ekstrak batang serai wangi dan ekstrak biji pinang muda pada makhluk hidup khususnya nyamuk *Aedes aegypti*.



DAFTAR PUSTAKA

- Adediji, J.A, Eze, G.I, Richard Agbonluai. 2015. Histological Changes Induced by Aqueous Extract of Areca Nut (*Areca catechu*) on the Liver of Wistar Rats. *J.Pharm.Sci.Innov.* 4(5). Benin City : University of Benin. Nigeria.
- Achmadi. 2010. Manajemen Demam Berdarah Berbasis Wilayah. *Buletin Jendela Epidemiologi.* (2): 1-5. Jakarta: Pusat Data dan Surveilans Epidemiologi Kementerian Kesehatan RI
- Anwar, Chairil . 2014. Identifikasi dan Distribusi Nyamuk *Aedes* sp. Sebagai Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue di Beberapa Daerah di Sumatera Selatan. *Jurnal.* Palembang; Departemen Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya.
- Ata, J.P & Mannolo, M.M.Q. 2014. In Vitro Evaluation of *Cymbopogon nardus* Essential Oil Against Leaf Disease Fungus of Narra (*Pterocarpus indicus* Wild). *Int.Res.J.Biological Sci.* 3 (8): 56-59. College Laguna : University of the Philippines Los Banos.
- Dumeva, A. 2016. Pengaruh Ekstrak Batang Brotowali (*Tynospora crispa*) Terhadap Kematian Nyamuk *Aedes Aegypti*. *Jurnal.* Palembang: UIN Raden Fatah Palembang.
- Ernest, Hodgson. 2011. A Textbook of Modern Toxicology Fourth Edition. North Carolina University. John Wiley & Sons.
- Dirjen, P2PL. 2012. Pedoman Penggunaan Insektisida (Pestisida) Dalam Pengendalian Vektor. KTD. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI.
- Felix. 2008. Ketika Larva Nyamuk Dewasa Sudah Kebal Terhadap Insektisida. Jakarta : Farmacia.
- Ganong, William.F. 2008. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran = Review of Medical Physiology. Edisi 22. Jakarta. EGC.
- Gemini dan Abdul Rahim. 2007. Penuntun Praktikum Fitokimia. UIN Alauddin: Makassar. 24-26
- Hammed, A. M., I. Jaswir, A. Amid, Z. Alam, T. T. Asiyani-H. and N. Ramli. 2013. *Enzymatic Hydrolysis of Plants and Algae for Extraction of Bioactive Compounds.* Food Review International (abstract)
- Harborne, J. B. 2006. *Metode Fitokimia : Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan.* Cetakan ke 4. Institut Teknologi Bandung, Bandung.

- Hadi, Mochamad, Udi Tarwotjo, Rully Rahadian. 2009. Biologi Insekta (Entomologi). Edisi Pertama. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Johan,P.R. 2016. Profil Kesehatan Indonesia. Katalog Dalam Terbitan. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kepmenkes 581. 1992. Pemberantasan Demam Berdarah Dengue. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI.
- Lusiyana. 2014. Seberapa Efektifkan Pemberantasan DBD dengan Insektisida. *JKKI*. 6 (2). Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Majawati, ES. 2015. Kerentanan Vektor Demam Berdarah Dengue Terhadap Insektisida Golongan Organophospat. *Jurnal* . Jakarta : Bagian Parasitologi Ukrida.
- Malgorzata, Krzyzowska. Jaroslaw Grobelny. 2017. Tannic Acid Modification of Metal Nanoparticles: possibility for New Antiviral Application. Science Direct. University of Lodz. Poland.
- Mahyuni,EL. 2014. Faktor Resiko Dalam Penggunaan Pestisida Terhadap Keluhan Kesehatan Petani di Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo 2014. *Jurnal Kesmas* 9 (1): 79-89. Medan : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Masrizal dan Sari,NP. 2016. Analisis Kasus DBD Berdasarkan Unsur Iklim dan Kepadatan Penduduk Melalui Pendekatan GIS di Tanah Datar. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*. 10 (2) : 166-171. Padang : Universitas Andalas.
- Moctezuma,Correl & Hammerbacker,A. 2014. Specific Polyphenols and Tannins are Associated with Defense Against Insects Herbivores in the Tropical Oak *Quercus oleoides*. *J Chem Ecol*. New York : Springer Science and Business Media.
- Notoatmodjo,S. 2012. Metodologi Penelitian Kesehatan. KDT. Jakarta : Rineka Cipta.
- Nursidika,P. 2014. Aktifitas Antimikroba Fraksi Ekstrak Etanol Buah Pinang (*Areca catechu L*) pada Bakteri *Methicilline Resistant Staphylococcus aureus*.*MKB*. 46(2). Bandung : Universitas Padjadjaran.
- Peng,Wei, . 2014. *Areca catechu L*. (Arecaceae): A Review of Its Traditional Uses, Otany, Phytochemistry, Pharmacology and Toxicology. *Journal of Ethnopharmacology*. 164 (2015): 340-356. Chengdu : Chengdu University of Traditional Chinese Medicine.

- Perumalsamy, H. 2009. Larvacidal Activity of Compounds Isolated from *Asarum heterotrophoides* Againsts *Culex pipiens pallens*, *Aedes aegypti*, and *Ochlerotatus togoi*. *Jurnal of Medicine Entomology*. Seoul : Seoul National University.
- Prasetyowati, H & Hendri,J. 2016. Status Resistensi *Aedes aegypti* (Linn.) Terhadap Organofosfat di Tiga Kotamadya DKI Jakarta. *Jurnal. Pangandaran* : Loka Litbang P2B2 Ciamis.
- Priesley,Fuka. 2018. Hubungan Perilaku Pemberantasan Sarang Nyamuk dengan Menutup, Menguras dan Mendaur Ulang Plus terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue di Kelurahan Andalas. *Jurnal Kesehatan Andalas*. Fakultas Kedokteran Universitas Andalas.
- Rusdan,A.I. 2015. Potential of the Extract from the Nut of *Areca catechu* to Control Mango Antracnose. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 38 (3): 375-388. Selangor : University Putra Malaysia.
- Sembel, D.T. 2009. *Entomologi Kedokteran*. Yogyakarta : Andi Yogyakarta.
- Siregar,S. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta. PT. Fajar Interpretama Mandiri.
- Soedarto, 2008. *Parasitologi Klinik*. Surabaya : Airlangga University Press.
- Subramaniam,P & Imanina,CW & Zubair,NE. 2015. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oil of *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon nardus* Against *Enterococcus faecalis*. *Intr.J.Biosciences*. Selangor : Department of Biomedical Sciences Asia Metropolitan University.
- Sugijanto,S. 2004. *Demam Berdarah Dengue*. Surabaya : Airlangga University Press.
- Tripathi,P & Singh,A. 2014. Identification of *Cymbopogon* Species by Using RAPD Tehnhique. *World J. Pharm. Research.* 3 (6). Lucknow : Amity University.
- Toledo,LGD. 2016. Essential Oil of *Cymbopogon nardus* (L) Rendle: A Strategy to Combat Fungal Infections Cause by *Candida* Species. *Intr.J.Molecular Sciences*. Sau Paulo : Department of Biological Sciences Universidade Estadual Paulista. Brazil.
- Vanimakhal,RR & Balasubramanian,E. 2016. Phytochemical Qualitative Analysis and Total Tannin Content in the Aqueous Extract of *Areca catechu* Nut.*Research Article*. Tamil Nadu : Department of Zoology Ethiraj College of Women.

- Verawati, A. 2013. Identifikasi Kandungan Kimia Ekstrak Etanol Serai Bumbu (*Cymbopogon citratus D.C*) dan Uji Efektifitas Repelen Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Sains dan Matematika*. 21 (1): 20-24. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Victor, W, Rodwel. 2008. Biokimia Harper Edisi 30. Jakarta. Penerbit Buku Kedokteran, EGC.
- Wahyuni, D. 2016. Toksisitas Ekstrak Tanaman Sebagai Bahan Dasar Biopestisida Baru Pembasmi Larva Nyamuk *Aedes aegypti L*. (Ekstrak Daun sirih, Ekstrak Biji Pepaya dan Ekstrak Biji Srikaya) Berdasarkan Hasil Penelitian. Cetakan I. Jember : Media Nusa Creative.
- Weng, D,C. 2015. Optimal Extraction and Evaluation on the Oil Content of Citronella Oil Extracted from *Cymbopogon nardus*. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*. 19 (1): 71-76. Selangor : Universiti Kebangsaan Malaysia.
- World Health Organization Communicable Disease Control, Prevention and Eradication WHO Pesticide Evaluation Scheme.(WHOPES) 2005. *Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvacides*. Geneva. Switzerland.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1

Uji Normalitas - Kombinasi Biji Pinang dan Batang Serai Wangi

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | 15 menit | 30 menit | 60 menit | 120 menit | 240 menit |
|----------------------------------|----------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| N | | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | 9,2222 | 17,1111 | 22,7778 | 23,2222 | 23,2222 |
| | Std. Deviation | 10,44961 | 6,50854 | 2,38630 | 1,64148 | 1,64148 |
| Most Extreme Differences | Absolute | ,358 | ,234 | ,204 | ,194 | ,194 |
| | Positive | ,358 | ,234 | ,176 | ,139 | ,139 |
| | Negative | -,240 | -,221 | -,204 | -,194 | -,194 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 1,074 | ,703 | ,611 | ,582 | ,582 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | ,199 | ,706 | ,849 | ,887 | ,887 |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Uji Normalitas - Bahan Biji Pinang

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | 15 menit | 30 menit | 60 menit | 120 menit | 240 menit |
|----------------------------------|----------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| N | | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | 2,0000 | 8,4444 | 17,2222 | 18,2222 | 18,6667 |
| | Std. Deviation | 3,12250 | 6,14636 | 6,86982 | 5,82619 | 5,26783 |
| Most Extreme Differences | Absolute | ,406 | ,217 | ,205 | ,211 | ,219 |
| | Positive | ,406 | ,137 | ,129 | ,148 | ,145 |
| | Negative | -,261 | -,217 | -,205 | -,211 | -,219 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 1,217 | ,650 | ,614 | ,633 | ,656 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | ,103 | ,792 | ,846 | ,818 | ,782 |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

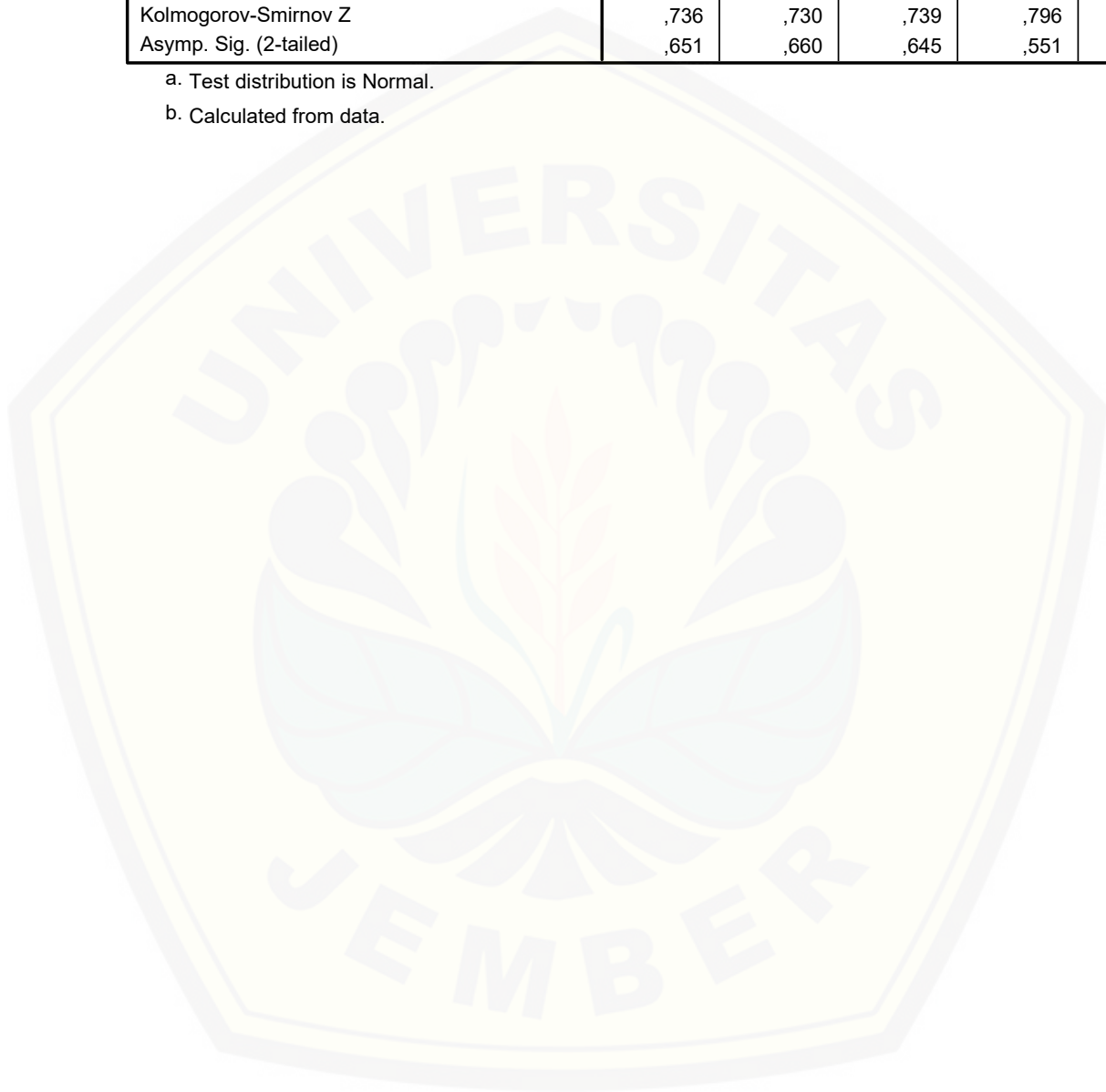
Uji Normalitas - Bahan Batang Serai Wangi

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | 15 menit | 30 menit | 60 menit | 120 menit | 240 menit |
|----------------------------------|----------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| N | | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | 6,0000 | 13,6667 | 21,2222 | 22,2222 | 22,4444 |
| | Std. Deviation | 7,10634 | 8,60233 | 3,86580 | 3,11359 | 2,74368 |
| Most Extreme Differences | Absolute | ,245 | ,243 | ,246 | ,265 | ,247 |
| | Positive | ,245 | ,243 | ,196 | ,186 | ,176 |
| | Negative | -,199 | -,219 | -,246 | -,265 | -,247 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | ,736 | ,730 | ,739 | ,796 | ,741 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | ,651 | ,660 | ,645 | ,551 | ,643 |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.



General Linear Model – kombinasi biji pinang dan Batang Serai Wangi

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

| waktu | Dependent Variable |
|-------|--------------------|
| 1 | menit15 |
| 2 | menit30 |
| 3 | menit60 |
| 4 | menit120 |
| 5 | menit240 |

Between-Subjects Factors

| | Value Label | N |
|-------------|-------------|---|
| Konsentrasi | 1 | 3 |
| | 2 | 3 |
| | 3 | 3 |

Descriptive Statistics

| | Konsentrasi | Mean | Std. Deviation | N |
|-----------|-------------|---------|----------------|---|
| 15 menit | 1000 | ,6667 | 1,15470 | 3 |
| | 5000 | 4,0000 | ,00000 | 3 |
| | 10000 | 23,0000 | ,00000 | 3 |
| | Total | 9,2222 | 10,44961 | 9 |
| 30 menit | 1000 | 10,3333 | 2,30940 | 3 |
| | 5000 | 16,0000 | ,00000 | 3 |
| | 10000 | 25,0000 | ,00000 | 3 |
| | Total | 17,1111 | 6,50854 | 9 |
| 60 menit | 1000 | 20,0000 | 1,73205 | 3 |
| | 5000 | 23,3333 | ,57735 | 3 |
| | 10000 | 25,0000 | ,00000 | 3 |
| | Total | 22,7778 | 2,38630 | 9 |
| 120 menit | 1000 | 21,3333 | ,57735 | 3 |
| | 5000 | 23,3333 | ,57735 | 3 |
| | 10000 | 25,0000 | ,00000 | 3 |
| | Total | 23,2222 | 1,64148 | 9 |
| 240 menit | 1000 | 21,3333 | ,57735 | 3 |
| | 5000 | 23,3333 | ,57735 | 3 |
| | 10000 | 25,0000 | ,00000 | 3 |
| | Total | 23,2222 | 1,64148 | 9 |

Multivariate Tests

| Effect | | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|---------------------|--------------------|---------|-----------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| waktu | Pillai's Trace | 1,000 | 477,083 ^a | 2,000 | 5,000 | ,000 | 1,000 |
| | Wilks' Lambda | ,000 | 477,083 ^a | 2,000 | 5,000 | ,000 | 1,000 |
| | Hotelling's Trace | 590,833 | 477,083 ^a | 2,000 | 5,000 | ,000 | 1,000 |
| | Roy's Largest Root | 590,833 | 477,083 ^a | 2,000 | 5,000 | ,000 | 1,000 |
| waktu * Konsentrasi | Pillai's Trace | 1,656 | 14,417 | 4,000 | 12,000 | ,000 | ,828 |
| | Wilks' Lambda | ,000 | 128,674 ^a | 4,000 | 10,000 | ,000 | ,981 |
| | Hotelling's Trace | 946,387 | 946,387 | 4,000 | 8,000 | ,000 | ,998 |
| | Roy's Largest Root | 944,475 | 2833,425 ^b | 2,000 | 6,000 | ,000 | ,999 |

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c.

Design: Intercept+Konsentrasi

Within Subjects Design: waktu

Mauchly's Test of Sphericity

Measure: MEASURE_1

| | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. | Epsilon ^a | | |
|-------|-------------|--------------------|----|------|----------------------|-------------|-------------|
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| waktu | ,000 | . | 9 | . | ,303 | ,465 | ,250 |

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected the Tests of Within-Subjects Effects table.

b.

Design: Intercept+Konsentrasi

Within Subjects Design: waktu

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

| Source | | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|----------------|------------------|-------------------------|--------|-------------|---------|------|---------------------|
| waktu | Sphericity Assur | 1341,333 | 4 | 335,333 | 509,000 | ,000 | ,996 |
| | Greenhouse-Ge | 1341,333 | 1,212 | 1106,600 | 509,000 | ,000 | ,996 |
| | Huynh-Feldt | 1341,333 | 1,861 | 720,853 | 509,000 | ,000 | ,996 |
| | Lower-bound | 1341,333 | 1,000 | 1341,333 | 509,000 | ,000 | ,996 |
| waktu * Konsen | Sphericity Assur | 520,533 | 8 | 65,067 | 292,800 | ,000 | ,990 |
| | Greenhouse-Ge | 520,533 | 2,424 | 214,720 | 292,800 | ,000 | ,990 |
| | Huynh-Feldt | 520,533 | 3,722 | 139,871 | 292,800 | ,000 | ,990 |
| | Lower-bound | 520,533 | 2,000 | 260,267 | 292,800 | ,000 | ,990 |
| Error(waktu) | Sphericity Assur | 5,333 | 24 | ,222 | | | |
| | Greenhouse-Ge | 5,333 | 7,273 | ,733 | | | |
| | Huynh-Feldt | 5,333 | 11,165 | ,478 | | | |
| | Lower-bound | 5,333 | 6,000 | ,889 | | | |

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

| Source | waktu | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|------------------|----------|-------------------------|----|-------------|---------|------|---------------------|
| waktu | Linear | 1047,211 | 1 | 1047,211 | 772,029 | ,000 | ,998 |
| | Quadrati | 283,500 | 1 | 283,500 | 373,885 | ,000 | ,996 |
| | Cubic | 2,844 | 1 | 2,844 | 9,846 | ,020 | ,621 |
| | Order 4 | 7,778 | 1 | 7,778 | 490,000 | ,000 | ,988 |
| waktu * Konsentr | Linear | 414,022 | 2 | 207,011 | 547,971 | ,000 | ,995 |
| | Quadrati | 94,333 | 2 | 47,167 | 228,577 | ,000 | ,987 |
| | Cubic | 5,422 | 2 | 2,711 | 9,385 | ,014 | ,758 |
| | Order 4 | 6,756 | 2 | 3,378 | 212,800 | ,000 | ,986 |
| Error(waktu) | Linear | 2,267 | 6 | ,378 | | | |
| | Quadrati | 1,238 | 6 | ,206 | | | |
| | Cubic | 1,733 | 6 | ,289 | | | |
| | Order 4 | ,095 | 6 | ,016 | | | |

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Transformed Variable: Average

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|-------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|---------------------|
| Intercept | 16435,556 | 1 | 16435,556 | 5689,231 | ,000 | ,999 |
| Konsentrasi | 757,911 | 2 | 378,956 | 131,177 | ,000 | ,978 |
| Error | 17,333 | 6 | 2,889 | | | |

Estimated Marginal Means

waktu

Estimates

Measure: MEASURE_1

| waktu | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 9,222 | ,222 | 8,678 | 9,766 |
| 2 | 17,111 | ,444 | 16,024 | 18,199 |
| 3 | 22,778 | ,351 | 21,918 | 23,638 |
| 4 | 23,222 | ,157 | 22,838 | 23,607 |
| 5 | 23,222 | ,157 | 22,838 | 23,607 |

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

| (I) waktu | (J) waktu | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^a | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | -7,889* | ,222 | ,000 | -8,433 | -7,345 |
| | 3 | -13,556* | ,157 | ,000 | -13,940 | -13,171 |
| | 4 | -14,000* | ,157 | ,000 | -14,384 | -13,616 |
| | 5 | -14,000* | ,157 | ,000 | -14,384 | -13,616 |
| 2 | 1 | 7,889* | ,222 | ,000 | 7,345 | 8,433 |
| | 3 | -5,667* | ,157 | ,000 | -6,051 | -5,282 |
| | 4 | -6,111* | ,351 | ,000 | -6,971 | -5,251 |
| | 5 | -6,111* | ,351 | ,000 | -6,971 | -5,251 |
| 3 | 1 | 13,556* | ,157 | ,000 | 13,171 | 13,940 |
| | 2 | 5,667* | ,157 | ,000 | 5,282 | 6,051 |
| | 4 | -,444 | ,222 | ,092 | -,988 | ,099 |
| | 5 | -,444 | ,222 | ,092 | -,988 | ,099 |
| 4 | 1 | 14,000* | ,157 | ,000 | 13,616 | 14,384 |
| | 2 | 6,111* | ,351 | ,000 | 5,251 | 6,971 |
| | 3 | ,444 | ,222 | ,092 | -,099 | ,988 |
| | 5 | ,000 | ,000 | . | ,000 | ,000 |
| 5 | 1 | 14,000* | ,157 | ,000 | 13,616 | 14,384 |
| | 2 | 6,111* | ,351 | ,000 | 5,251 | 6,971 |
| | 3 | ,444 | ,222 | ,092 | -,099 | ,988 |
| | 4 | ,000 | ,000 | . | ,000 | ,000 |

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Multivariate Tests

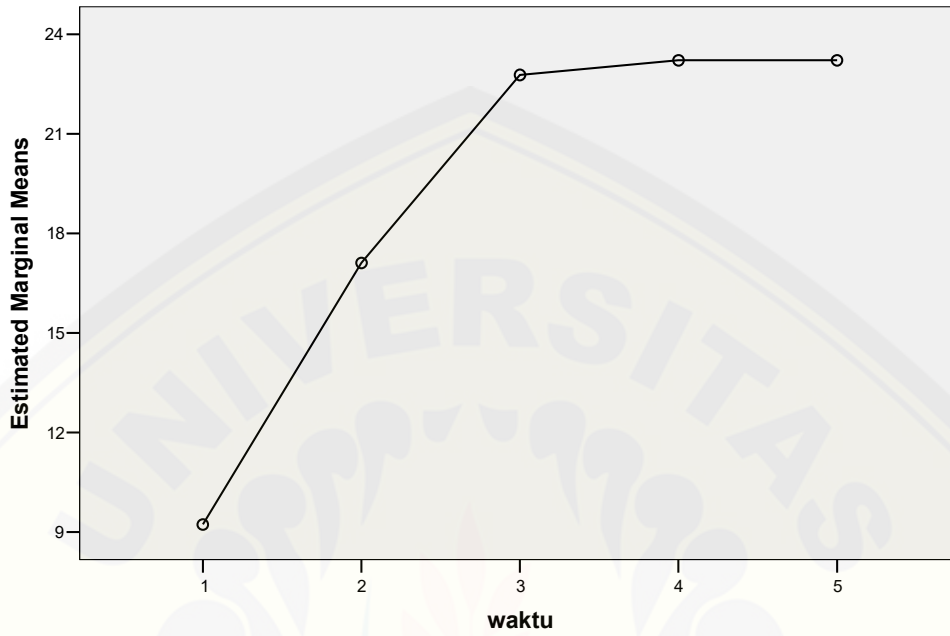
| | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------------|----------|-----------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| Pillai's trace | ,999 | 3642,708 ^a | 2,000 | 5,000 | ,000 | ,999 |
| Wilks' lambda | ,001 | 3642,708 ^a | 2,000 | 5,000 | ,000 | ,999 |
| Hotelling's trace | 1457,083 | 3642,708 ^a | 2,000 | 5,000 | ,000 | ,999 |
| Roy's largest root | 1457,083 | 3642,708 ^a | 2,000 | 5,000 | ,000 | ,999 |

Each F tests the multivariate effect of waktu. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

Profile Plots Kombinasi Biji Pinang dan Batang Serai Wangi

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



General Linear Model – Bahan Biji Pinang

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

| waktu | Dependent Variable |
|-------|--------------------|
| 1 | menit15 |
| 2 | menit30 |
| 3 | menit60 |
| 4 | menit120 |
| 5 | menit240 |

Between-Subjects Factors

| | Value Label | N |
|-------------|-------------|-------|
| Konsentrasi | 1 | 1000 |
| | 2 | 5000 |
| | 3 | 10000 |

Descriptive Statistics

| | Konsentrasi | Mean | Std. Deviation | N |
|-----------|-------------|---------|----------------|---|
| 15 menit | 1000 | ,0000 | ,00000 | 3 |
| | 5000 | ,0000 | ,00000 | 3 |
| | 10000 | 6,0000 | 1,73205 | 3 |
| | Total | 2,0000 | 3,12250 | 9 |
| 30 menit | 1000 | 1,3333 | 2,30940 | 3 |
| | 5000 | 9,6667 | 3,21455 | 3 |
| | 10000 | 14,3333 | 2,30940 | 3 |
| | Total | 8,4444 | 6,14636 | 9 |
| 60 menit | 1000 | 9,6667 | 3,05505 | 3 |
| | 5000 | 17,0000 | 1,73205 | 3 |
| | 10000 | 25,0000 | ,00000 | 3 |
| | Total | 17,2222 | 6,86982 | 9 |
| 120 menit | 1000 | 11,6667 | 1,15470 | 3 |
| | 5000 | 18,0000 | 1,00000 | 3 |
| | 10000 | 25,0000 | ,00000 | 3 |
| | Total | 18,2222 | 5,82619 | 9 |
| 240 menit | 1000 | 13,0000 | 1,00000 | 3 |
| | 5000 | 18,0000 | 1,00000 | 3 |
| | 10000 | 25,0000 | ,00000 | 3 |
| | Total | 18,6667 | 5,26783 | 9 |

Multivariate Tests^c

| Effect | | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|---------------------|--------------------|----------|-----------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| waktu | Pillai's Trace | 1,000 | 3798,221 ^a | 4,000 | 3,000 | ,000 | 1,000 |
| | Wilks' Lambda | ,000 | 3798,221 ^a | 4,000 | 3,000 | ,000 | 1,000 |
| | Hotelling's Trace | 5064,295 | 3798,221 ^a | 4,000 | 3,000 | ,000 | 1,000 |
| | Roy's Largest Root | 5064,295 | 3798,221 ^a | 4,000 | 3,000 | ,000 | 1,000 |
| waktu * Konsentrasi | Pillai's Trace | 1,448 | 2,624 | 8,000 | 8,000 | ,097 | ,724 |
| | Wilks' Lambda | ,007 | 8,345 ^a | 8,000 | 6,000 | ,009 | ,918 |
| | Hotelling's Trace | 79,147 | 19,787 | 8,000 | 4,000 | ,006 | ,975 |
| | Roy's Largest Root | 78,293 | 78,293 ^b | 4,000 | 4,000 | ,000 | ,987 |

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c.

Design: Intercept+Konsentrasi

Within Subjects Design: waktu

Mauchly's Test of Sphericity^b

Measure: MEASURE_1

| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. | Epsilon ^a | | |
|------------------------|-------------|--------------------|----|------|----------------------|-------------|-------------|
| | | | | | Greenhouse e-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| waktu | ,002 | 27,489 | 9 | ,002 | ,381 | ,654 | ,250 |

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

b.

Design: Intercept+Konsentrasi

Within Subjects Design: waktu

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

| Source | | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|---------------------|--------------------|-------------------------|--------|-------------|---------|------|---------------------|
| waktu | Sphericity Assumed | 1970,311 | 4 | 492,578 | 277,944 | ,000 | ,979 |
| | Greenhouse-Geisser | 1970,311 | 1,523 | 1293,362 | 277,944 | ,000 | ,979 |
| | Huynh-Feldt | 1970,311 | 2,616 | 753,187 | 277,944 | ,000 | ,979 |
| | Lower-bound | 1970,311 | 1,000 | 1970,311 | 277,944 | ,000 | ,979 |
| waktu * Konsentrasi | Sphericity Assumed | 98,756 | 8 | 12,344 | 6,966 | ,000 | ,699 |
| | Greenhouse-Geisser | 98,756 | 3,047 | 32,413 | 6,966 | ,010 | ,699 |
| | Huynh-Feldt | 98,756 | 5,232 | 18,876 | 6,966 | ,001 | ,699 |
| | Lower-bound | 98,756 | 2,000 | 49,378 | 6,966 | ,027 | ,699 |
| Error(waktu) | Sphericity Assumed | 42,533 | 24 | 1,772 | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 42,533 | 9,140 | 4,653 | | | |
| | Huynh-Feldt | 42,533 | 15,696 | 2,710 | | | |
| | Lower-bound | 42,533 | 6,000 | 7,089 | | | |

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

| Source | waktu | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|---------------------|-----------|-------------------------|----|-------------|-----------|------|---------------------|
| waktu | Linear | 1672,711 | 1 | 1672,711 | 12545,333 | ,000 | 1,000 |
| | Quadratic | 251,460 | 1 | 251,460 | 91,046 | ,000 | ,938 |
| | Cubic | 7,511 | 1 | 7,511 | 2,782 | ,146 | ,317 |
| | Order 4 | 38,629 | 1 | 38,629 | 25,862 | ,002 | ,812 |
| waktu * Konsentrasi | Linear | 23,489 | 2 | 11,744 | 88,083 | ,000 | ,967 |
| | Quadratic | 58,397 | 2 | 29,198 | 10,572 | ,011 | ,779 |
| | Cubic | 12,289 | 2 | 6,144 | 2,276 | ,184 | ,431 |
| | Order 4 | 4,581 | 2 | 2,290 | 1,533 | ,290 | ,338 |
| Error(waktu) | Linear | ,800 | 6 | ,133 | | | |
| | Quadratic | 16,571 | 6 | 2,762 | | | |
| | Cubic | 16,200 | 6 | 2,700 | | | |
| | Order 4 | 8,962 | 6 | 1,494 | | | |

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Transformed Variable: Average

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|-------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|---------------------|
| Intercept | 7501,356 | 1 | 7501,356 | 1160,003 | ,000 | ,995 |
| Konsentrasi | 1071,244 | 2 | 535,622 | 82,828 | ,000 | ,965 |
| Error | 38,800 | 6 | 6,467 | | | |

Estimated Marginal Means

waktu

Estimates

Measure: MEASURE_1

| waktu | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2,000 | ,333 | 1,184 | 2,816 |
| 2 | 8,444 | ,882 | 6,286 | 10,602 |
| 3 | 17,222 | ,676 | 15,568 | 18,876 |
| 4 | 18,222 | ,294 | 17,503 | 18,942 |
| 5 | 18,667 | ,272 | 18,001 | 19,333 |

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

| (I) waktu | (J) waktu | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^a | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | -6,444* | 1,089 | ,001 | -9,108 | -3,781 |
| | 3 | -15,222* | ,754 | ,000 | -17,066 | -13,378 |
| | 4 | -16,222* | ,444 | ,000 | -17,310 | -15,135 |
| | 5 | -16,667* | ,430 | ,000 | -17,720 | -15,614 |
| 2 | 1 | 6,444* | 1,089 | ,001 | 3,781 | 9,108 |
| | 3 | -8,778* | ,694 | ,000 | -10,476 | -7,080 |
| | 4 | -9,778* | ,667 | ,000 | -11,409 | -8,147 |
| | 5 | -10,222* | ,694 | ,000 | -11,920 | -8,524 |
| 3 | 1 | 15,222* | ,754 | ,000 | 13,378 | 17,066 |
| | 2 | 8,778* | ,694 | ,000 | 7,080 | 10,476 |
| | 4 | -1,000 | ,430 | ,059 | -2,053 | ,053 |
| | 5 | -1,444* | ,444 | ,017 | -2,532 | -,357 |
| 4 | 1 | 16,222* | ,444 | ,000 | 15,135 | 17,310 |
| | 2 | 9,778* | ,667 | ,000 | 8,147 | 11,409 |
| | 3 | 1,000 | ,430 | ,059 | -,053 | 2,053 |
| | 5 | -,444* | ,111 | ,007 | -,716 | -,173 |
| 5 | 1 | 16,667* | ,430 | ,000 | 15,614 | 17,720 |
| | 2 | 10,222* | ,694 | ,000 | 8,524 | 11,920 |
| | 3 | 1,444* | ,444 | ,017 | ,357 | 2,532 |
| | 4 | ,444* | ,111 | ,007 | ,173 | ,716 |

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Multivariate Tests

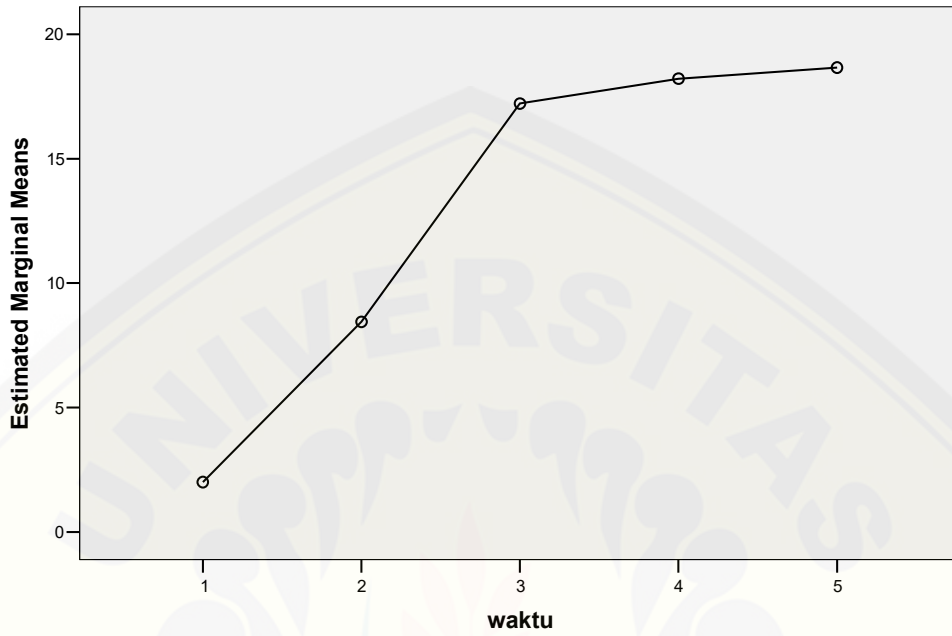
| | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------------|----------|-----------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| Pillai's trace | 1,000 | 3798,221 ^a | 4,000 | 3,000 | ,000 | 1,000 |
| Wilks' lambda | ,000 | 3798,221 ^a | 4,000 | 3,000 | ,000 | 1,000 |
| Hotelling's trace | 5064,295 | 3798,221 ^a | 4,000 | 3,000 | ,000 | 1,000 |
| Roy's largest root | 5064,295 | 3798,221 ^a | 4,000 | 3,000 | ,000 | 1,000 |

Each F tests the multivariate effect of waktu. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

Profile Plots Bahan Biji Pinang

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



General Linear Model - Batang Serai Wangi

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

| waktu | Dependent Variable |
|-------|--------------------|
| 1 | menit15 |
| 2 | menit30 |
| 3 | menit60 |
| 4 | menit120 |
| 5 | menit240 |

Between-Subjects Factors

| | | Value Label | N |
|-------------|---|-------------|---|
| Konsentrasi | 1 | 1000 | 3 |
| | 2 | 5000 | 3 |
| | 3 | 10000 | 3 |

Descriptive Statistics

| | Konsentrasi | Mean | Std. Deviation | N |
|-----------|-------------|---------|----------------|---|
| 15 menit | 1000 | ,0000 | ,00000 | 3 |
| | 5000 | 3,3333 | 2,88675 | 3 |
| | 10000 | 14,6667 | 4,04145 | 3 |
| | Total | 6,0000 | 7,10634 | 9 |
| 30 menit | 1000 | 5,0000 | 4,35890 | 3 |
| | 5000 | 12,0000 | ,00000 | 3 |
| | 10000 | 24,0000 | ,00000 | 3 |
| | Total | 13,6667 | 8,60233 | 9 |
| 60 menit | 1000 | 16,3333 | ,57735 | 3 |
| | 5000 | 22,3333 | ,57735 | 3 |
| | 10000 | 25,0000 | ,00000 | 3 |
| | Total | 21,2222 | 3,86580 | 9 |
| 120 menit | 1000 | 18,3333 | 1,52753 | 3 |
| | 5000 | 23,3333 | ,57735 | 3 |
| | 10000 | 25,0000 | ,00000 | 3 |
| | Total | 22,2222 | 3,11359 | 9 |
| 240 menit | 1000 | 19,0000 | 1,00000 | 3 |
| | 5000 | 23,3333 | ,57735 | 3 |
| | 10000 | 25,0000 | ,00000 | 3 |
| | Total | 22,4444 | 2,74368 | 9 |

Multivariate Tests^c

| Effect | | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|---------------------|--------------------|---------|----------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| waktu | Pillai's Trace | ,993 | 110,773 ^a | 4,000 | 3,000 | ,001 | ,993 |
| | Wilks' Lambda | ,007 | 110,773 ^a | 4,000 | 3,000 | ,001 | ,993 |
| | Hotelling's Trace | 147,697 | 110,773 ^a | 4,000 | 3,000 | ,001 | ,993 |
| | Roy's Largest Root | 147,697 | 110,773 ^a | 4,000 | 3,000 | ,001 | ,993 |
| waktu * Konsentrasi | Pillai's Trace | 1,893 | 17,768 | 8,000 | 8,000 | ,000 | ,947 |
| | Wilks' Lambda | ,000 | 58,560 ^a | 8,000 | 6,000 | ,000 | ,987 |
| | Hotelling's Trace | 664,428 | 166,107 | 8,000 | 4,000 | ,000 | ,997 |
| | Roy's Largest Root | 655,908 | 655,908 ^b | 4,000 | 4,000 | ,000 | ,998 |

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c.

Design: Intercept+Konsentrasi

Within Subjects Design: waktu

Mauchly's Test of Sphericity^b

Measure: MEASURE_1

| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. | Epsilon ^a | | |
|------------------------|-------------|--------------------|----|------|----------------------|-------------|-------------|
| | | | | | Greenhouse e-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| waktu | ,000 | 47,251 | 9 | ,000 | ,466 | ,892 | ,250 |

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

b.

Design: Intercept+Konsentrasi

Within Subjects Design: waktu

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

| Source | | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|---------------------|--------------------|-------------------------|--------|-------------|---------|------|---------------------|
| waktu | Sphericity Assumed | 1861,111 | 4 | 465,278 | 161,680 | ,000 | ,964 |
| | Greenhouse-Geisser | 1861,111 | 1,863 | 998,994 | 161,680 | ,000 | ,964 |
| | Huynh-Feldt | 1861,111 | 3,569 | 521,400 | 161,680 | ,000 | ,964 |
| | Lower-bound | 1861,111 | 1,000 | 1861,111 | 161,680 | ,000 | ,964 |
| waktu * Konsentrasi | Sphericity Assumed | 247,822 | 8 | 30,978 | 10,764 | ,000 | ,782 |
| | Greenhouse-Geisser | 247,822 | 3,726 | 66,512 | 10,764 | ,001 | ,782 |
| | Huynh-Feldt | 247,822 | 7,139 | 34,714 | 10,764 | ,000 | ,782 |
| | Lower-bound | 247,822 | 2,000 | 123,911 | 10,764 | ,010 | ,782 |
| Error(waktu) | Sphericity Assumed | 69,067 | 24 | 2,878 | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 69,067 | 11,178 | 6,179 | | | |
| | Huynh-Feldt | 69,067 | 21,417 | 3,225 | | | |
| | Lower-bound | 69,067 | 6,000 | 11,511 | | | |

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

| Source | waktu | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|---------------------|-----------|-------------------------|----|-------------|---------|------|---------------------|
| waktu | Linear | 1545,878 | 1 | 1545,878 | 396,379 | ,000 | ,985 |
| | Quadratic | 295,627 | 1 | 295,627 | 100,402 | ,000 | ,944 |
| | Cubic | ,400 | 1 | ,400 | ,129 | ,732 | ,021 |
| | Order 4 | 19,206 | 1 | 19,206 | 12,259 | ,013 | ,671 |
| waktu * Konsentrasi | Linear | 176,022 | 2 | 88,011 | 22,567 | ,002 | ,883 |
| | Quadratic | 9,063 | 2 | 4,532 | 1,539 | ,289 | ,339 |
| | Cubic | 40,200 | 2 | 20,100 | 6,484 | ,032 | ,684 |
| | Order 4 | 22,537 | 2 | 11,268 | 7,193 | ,025 | ,706 |
| Error(waktu) | Linear | 23,400 | 6 | 3,900 | | | |
| | Quadratic | 17,667 | 6 | 2,944 | | | |
| | Cubic | 18,600 | 6 | 3,100 | | | |
| | Order 4 | 9,400 | 6 | 1,567 | | | |

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Transformed Variable: Average

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|-------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|---------------------|
| Intercept | 13175,556 | 1 | 13175,556 | 2864,251 | ,000 | ,998 |
| Konsentrasi | 908,844 | 2 | 454,422 | 98,787 | ,000 | ,971 |
| Error | 27,600 | 6 | 4,600 | | | |

Estimated Marginal Means

waktu

Estimates

Measure: MEASURE_1

| waktu | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 6,000 | ,956 | 3,661 | 8,339 |
| 2 | 13,667 | ,839 | 11,614 | 15,719 |
| 3 | 21,222 | ,157 | 20,838 | 21,607 |
| 4 | 22,222 | ,314 | 21,453 | 22,991 |
| 5 | 22,444 | ,222 | 21,901 | 22,988 |

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

| (I) waktu | (J) waktu | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^a | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | -7,667* | 1,272 | ,001 | -10,778 | -4,555 |
| | 3 | -15,222* | ,936 | ,000 | -17,513 | -12,931 |
| | 4 | -16,222* | ,975 | ,000 | -18,608 | -13,836 |
| | 5 | -16,444* | ,949 | ,000 | -18,767 | -14,122 |
| 2 | 1 | 7,667* | 1,272 | ,001 | 4,555 | 10,778 |
| | 3 | -7,556* | ,786 | ,000 | -9,478 | -5,633 |
| | 4 | -8,556* | ,809 | ,000 | -10,535 | -6,576 |
| | 5 | -8,778* | ,846 | ,000 | -10,848 | -6,707 |
| 3 | 1 | 15,222* | ,936 | ,000 | 12,931 | 17,513 |
| | 2 | 7,556* | ,786 | ,000 | 5,633 | 9,478 |
| | 4 | -1,000* | ,192 | ,002 | -1,471 | -,529 |
| | 5 | -1,222* | ,111 | ,000 | -1,494 | -,950 |
| 4 | 1 | 16,222* | ,975 | ,000 | 13,836 | 18,608 |
| | 2 | 8,556* | ,809 | ,000 | 6,576 | 10,535 |
| | 3 | 1,000* | ,192 | ,002 | ,529 | 1,471 |
| | 5 | -,222 | ,111 | ,092 | -,494 | ,050 |
| 5 | 1 | 16,444* | ,949 | ,000 | 14,122 | 18,767 |
| | 2 | 8,778* | ,846 | ,000 | 6,707 | 10,848 |
| | 3 | 1,222* | ,111 | ,000 | ,950 | 1,494 |
| | 4 | ,222 | ,111 | ,092 | -,050 | ,494 |

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Multivariate Tests

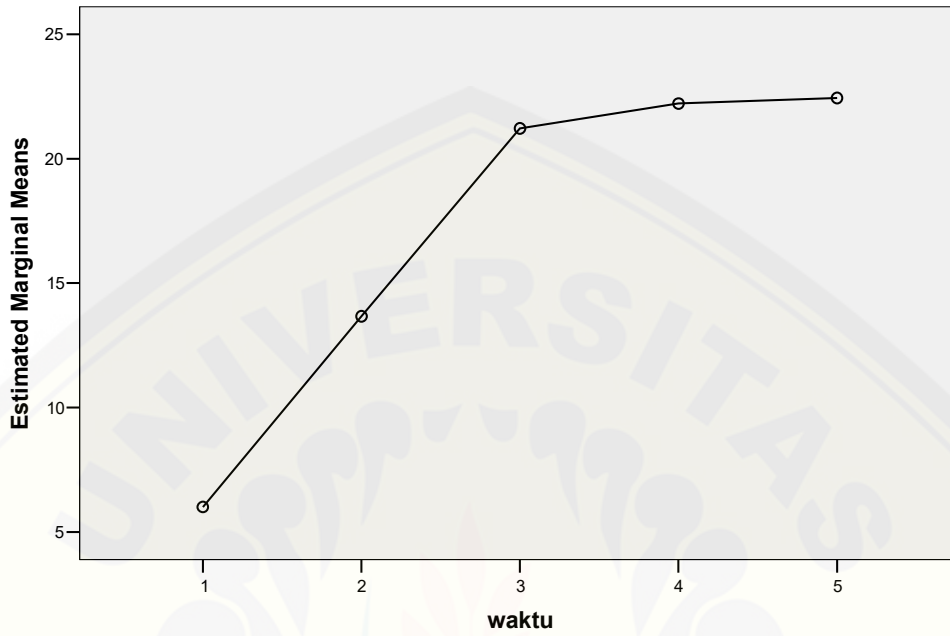
| | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------------|---------|----------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| Pillai's trace | ,993 | 110,773 ^a | 4,000 | 3,000 | ,001 | ,993 |
| Wilks' lambda | ,007 | 110,773 ^a | 4,000 | 3,000 | ,001 | ,993 |
| Hotelling's trace | 147,697 | 110,773 ^a | 4,000 | 3,000 | ,001 | ,993 |
| Roy's largest root | 147,697 | 110,773 ^a | 4,000 | 3,000 | ,001 | ,993 |

Each F tests the multivariate effect of waktu. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

Profile Plots Bahan Batang Serai Wangi

Estimated Marginal Means of MEASURE_1



Oneway Kombinasi

Descriptives

| | | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-----------|-------|---|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| 15 menit | 1000 | 3 | ,667 | 1,155 | ,667 | -2,202 | 3,535 | ,00 | 2,00 |
| | 5000 | 3 | 4,000 | ,000 | ,000 | 4,000 | 4,000 | 4,00 | 4,00 |
| | 10000 | 3 | 23,000 | ,000 | ,000 | 23,000 | 23,000 | 23,00 | 23,00 |
| | Total | 9 | 9,222 | 10,450 | 3,483 | 1,190 | 17,255 | ,00 | 23,00 |
| 30 menit | 1000 | 3 | 10,333 | 2,309 | 1,333 | 4,596 | 16,070 | 9,00 | 13,00 |
| | 5000 | 3 | 16,000 | ,000 | ,000 | 16,000 | 16,000 | 16,00 | 16,00 |
| | 10000 | 3 | 25,000 | ,000 | ,000 | 25,000 | 25,000 | 25,00 | 25,00 |
| | Total | 9 | 17,111 | 6,509 | 2,170 | 12,108 | 22,114 | 9,00 | 25,00 |
| 60 menit | 1000 | 3 | 20,000 | 1,732 | 1,000 | 15,697 | 24,303 | 19,00 | 22,00 |
| | 5000 | 3 | 23,333 | ,577 | ,333 | 21,899 | 24,768 | 23,00 | 24,00 |
| | 10000 | 3 | 25,000 | ,000 | ,000 | 25,000 | 25,000 | 25,00 | 25,00 |
| | Total | 9 | 22,778 | 2,386 | ,795 | 20,944 | 24,612 | 19,00 | 25,00 |
| 120 menit | 1000 | 3 | 21,333 | ,577 | ,333 | 19,899 | 22,768 | 21,00 | 22,00 |
| | 5000 | 3 | 23,333 | ,577 | ,333 | 21,899 | 24,768 | 23,00 | 24,00 |
| | 10000 | 3 | 25,000 | ,000 | ,000 | 25,000 | 25,000 | 25,00 | 25,00 |
| | Total | 9 | 23,222 | 1,641 | ,547 | 21,960 | 24,484 | 21,00 | 25,00 |
| 240 menit | 1000 | 3 | 21,333 | ,577 | ,333 | 19,899 | 22,768 | 21,00 | 22,00 |
| | 5000 | 3 | 23,333 | ,577 | ,333 | 21,899 | 24,768 | 23,00 | 24,00 |
| | 10000 | 3 | 25,000 | ,000 | ,000 | 25,000 | 25,000 | 25,00 | 25,00 |
| | Total | 9 | 23,222 | 1,641 | ,547 | 21,960 | 24,484 | 21,00 | 25,00 |

ANOVA

| | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| 15 menit | Between Groups | 870,889 | 2 | 435,444 | 979,750 | ,000 |
| | Within Groups | 2,667 | 6 | ,444 | | |
| | Total | 873,556 | 8 | | | |
| 30 menit | Between Groups | 328,222 | 2 | 164,111 | 92,313 | ,000 |
| | Within Groups | 10,667 | 6 | 1,778 | | |
| | Total | 338,889 | 8 | | | |
| 60 menit | Between Groups | 38,889 | 2 | 19,444 | 17,500 | ,003 |
| | Within Groups | 6,667 | 6 | 1,111 | | |
| | Total | 45,556 | 8 | | | |
| 120 menit | Between Groups | 20,222 | 2 | 10,111 | 45,500 | ,000 |
| | Within Groups | 1,333 | 6 | ,222 | | |
| | Total | 21,556 | 8 | | | |
| 240 menit | Between Groups | 20,222 | 2 | 10,111 | 45,500 | ,000 |
| | Within Groups | 1,333 | 6 | ,222 | | |
| | Total | 21,556 | 8 | | | |

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

LSD

| Dependent Variable | (I) Konsentrasi | (J) Konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 15 menit | 1000 | 5000 | -3,333* | ,544 | ,001 | -4,665 | -2,001 |
| | | 10000 | -22,333* | ,544 | ,000 | -23,665 | -21,001 |
| | 5000 | 1000 | 3,333* | ,544 | ,001 | 2,001 | 4,665 |
| | | 10000 | -19,000* | ,544 | ,000 | -20,332 | -17,668 |
| | 10000 | 1000 | 22,333* | ,544 | ,000 | 21,001 | 23,665 |
| | | 5000 | 19,000* | ,544 | ,000 | 17,668 | 20,332 |
| 30 menit | 1000 | 5000 | -5,667* | 1,089 | ,002 | -8,331 | -3,003 |
| | | 10000 | -14,667* | 1,089 | ,000 | -17,331 | -12,003 |
| | 5000 | 1000 | 5,667* | 1,089 | ,002 | 3,003 | 8,331 |
| | | 10000 | -9,000* | 1,089 | ,000 | -11,664 | -6,336 |
| | 10000 | 1000 | 14,667* | 1,089 | ,000 | 12,003 | 17,331 |
| | | 5000 | 9,000* | 1,089 | ,000 | 6,336 | 11,664 |
| 60 menit | 1000 | 5000 | -3,333* | ,861 | ,008 | -5,439 | -1,227 |
| | | 10000 | -5,000* | ,861 | ,001 | -7,106 | -2,894 |
| | 5000 | 1000 | 3,333* | ,861 | ,008 | 1,227 | 5,439 |
| | | 10000 | -1,667 | ,861 | ,101 | -3,773 | ,439 |
| | 10000 | 1000 | 5,000* | ,861 | ,001 | 2,894 | 7,106 |
| | | 5000 | 1,667 | ,861 | ,101 | -,439 | 3,773 |
| 120 menit | 1000 | 5000 | -2,000* | ,385 | ,002 | -2,942 | -1,058 |
| | | 10000 | -3,667* | ,385 | ,000 | -4,608 | -2,725 |
| | 5000 | 1000 | 2,000* | ,385 | ,002 | 1,058 | 2,942 |
| | | 10000 | -1,667* | ,385 | ,005 | -2,608 | -,725 |
| | 10000 | 1000 | 3,667* | ,385 | ,000 | 2,725 | 4,608 |
| | | 5000 | 1,667* | ,385 | ,005 | ,725 | 2,608 |
| 240 menit | 1000 | 5000 | -2,000* | ,385 | ,002 | -2,942 | -1,058 |
| | | 10000 | -3,667* | ,385 | ,000 | -4,608 | -2,725 |
| | 5000 | 1000 | 2,000* | ,385 | ,002 | 1,058 | 2,942 |
| | | 10000 | -1,667* | ,385 | ,005 | -2,608 | -,725 |
| | 10000 | 1000 | 3,667* | ,385 | ,000 | 2,725 | 4,608 |
| | | 5000 | 1,667* | ,385 | ,005 | ,725 | 2,608 |

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Oneway Biji Pinang

Descriptives

| | | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-----------|-------|---|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| | | | | | | 15 menit | 1000 | | |
| | 5000 | 3 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,00 | ,00 |
| | 10000 | 3 | 6,000 | 1,732 | 1,000 | 1,697 | 10,303 | 4,00 | 7,00 |
| | Total | 9 | 2,000 | 3,122 | 1,041 | -400 | 4,400 | ,00 | 7,00 |
| 30 menit | 1000 | 3 | 1,333 | 2,309 | 1,333 | -4,404 | 7,070 | ,00 | 4,00 |
| | 5000 | 3 | 9,667 | 3,215 | 1,856 | 1,681 | 17,652 | 6,00 | 12,00 |
| | 10000 | 3 | 14,333 | 2,309 | 1,333 | 8,596 | 20,070 | 13,00 | 17,00 |
| | Total | 9 | 8,444 | 6,146 | 2,049 | 3,720 | 13,169 | ,00 | 17,00 |
| 60 menit | 1000 | 3 | 9,667 | 3,055 | 1,764 | 2,078 | 17,256 | 7,00 | 13,00 |
| | 5000 | 3 | 17,000 | 1,732 | 1,000 | 12,697 | 21,303 | 16,00 | 19,00 |
| | 10000 | 3 | 25,000 | ,000 | ,000 | 25,000 | 25,000 | 25,00 | 25,00 |
| | Total | 9 | 17,222 | 6,870 | 2,290 | 11,942 | 22,503 | 7,00 | 25,00 |
| 120 menit | 1000 | 3 | 11,667 | 1,155 | ,667 | 8,798 | 14,535 | 11,00 | 13,00 |
| | 5000 | 3 | 18,000 | 1,000 | ,577 | 15,516 | 20,484 | 17,00 | 19,00 |
| | 10000 | 3 | 25,000 | ,000 | ,000 | 25,000 | 25,000 | 25,00 | 25,00 |
| | Total | 9 | 18,222 | 5,826 | 1,942 | 13,744 | 22,701 | 11,00 | 25,00 |
| 240 menit | 1000 | 3 | 13,000 | 1,000 | ,577 | 10,516 | 15,484 | 12,00 | 14,00 |
| | 5000 | 3 | 18,000 | 1,000 | ,577 | 15,516 | 20,484 | 17,00 | 19,00 |
| | 10000 | 3 | 25,000 | ,000 | ,000 | 25,000 | 25,000 | 25,00 | 25,00 |
| | Total | 9 | 18,667 | 5,268 | 1,756 | 14,617 | 22,716 | 12,00 | 25,00 |

ANOVA

| | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| 15 menit | Between Groups | 72,000 | 2 | 36,000 | 36,000 | ,000 |
| | Within Groups | 6,000 | 6 | 1,000 | | |
| | Total | 78,000 | 8 | | | |
| 30 menit | Between Groups | 260,222 | 2 | 130,111 | 18,587 | ,003 |
| | Within Groups | 42,000 | 6 | 7,000 | | |
| | Total | 302,222 | 8 | | | |
| 60 menit | Between Groups | 352,889 | 2 | 176,444 | 42,919 | ,000 |
| | Within Groups | 24,667 | 6 | 4,111 | | |
| | Total | 377,556 | 8 | | | |
| 120 menit | Between Groups | 266,889 | 2 | 133,444 | 171,571 | ,000 |
| | Within Groups | 4,667 | 6 | ,778 | | |
| | Total | 271,556 | 8 | | | |
| 240 menit | Between Groups | 218,000 | 2 | 109,000 | 163,500 | ,000 |
| | Within Groups | 4,000 | 6 | ,667 | | |
| | Total | 222,000 | 8 | | | |

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

LSD

| Dependent Variable | (I) Konsentrasi | (J) Konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|-------|-------------------------|-------------|
| | | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 15 menit | 1000 | 5000 | ,000 | ,816 | 1,000 | -1,998 | 1,998 |
| | | 10000 | -6,000* | ,816 | ,000 | -7,998 | -4,002 |
| | 5000 | 1000 | ,000 | ,816 | 1,000 | -1,998 | 1,998 |
| | | 10000 | -6,000* | ,816 | ,000 | -7,998 | -4,002 |
| | 10000 | 1000 | 6,000* | ,816 | ,000 | 4,002 | 7,998 |
| | | 5000 | 6,000* | ,816 | ,000 | 4,002 | 7,998 |
| 30 menit | 1000 | 5000 | -8,333* | 2,160 | ,008 | -13,619 | -3,047 |
| | | 10000 | -13,000* | 2,160 | ,001 | -18,286 | -7,714 |
| | 5000 | 1000 | 8,333* | 2,160 | ,008 | 3,047 | 13,619 |
| | | 10000 | -4,667 | 2,160 | ,074 | -9,953 | ,619 |
| | 10000 | 1000 | 13,000* | 2,160 | ,001 | 7,714 | 18,286 |
| | | 5000 | 4,667 | 2,160 | ,074 | -,619 | 9,953 |
| 60 menit | 1000 | 5000 | -7,333* | 1,656 | ,004 | -11,384 | -3,282 |
| | | 10000 | -15,333* | 1,656 | ,000 | -19,384 | -11,282 |
| | 5000 | 1000 | 7,333* | 1,656 | ,004 | 3,282 | 11,384 |
| | | 10000 | -8,000* | 1,656 | ,003 | -12,051 | -3,949 |
| | 10000 | 1000 | 15,333* | 1,656 | ,000 | 11,282 | 19,384 |
| | | 5000 | 8,000* | 1,656 | ,003 | 3,949 | 12,051 |
| 120 menit | 1000 | 5000 | -6,333* | ,720 | ,000 | -8,095 | -4,571 |
| | | 10000 | -13,333* | ,720 | ,000 | -15,095 | -11,571 |
| | 5000 | 1000 | 6,333* | ,720 | ,000 | 4,571 | 8,095 |
| | | 10000 | -7,000* | ,720 | ,000 | -8,762 | -5,238 |
| | 10000 | 1000 | 13,333* | ,720 | ,000 | 11,571 | 15,095 |
| | | 5000 | 7,000* | ,720 | ,000 | 5,238 | 8,762 |
| 240 menit | 1000 | 5000 | -5,000* | ,667 | ,000 | -6,631 | -3,369 |
| | | 10000 | -12,000* | ,667 | ,000 | -13,631 | -10,369 |
| | 5000 | 1000 | 5,000* | ,667 | ,000 | 3,369 | 6,631 |
| | | 10000 | -7,000* | ,667 | ,000 | -8,631 | -5,369 |
| | 10000 | 1000 | 12,000* | ,667 | ,000 | 10,369 | 13,631 |
| | | 5000 | 7,000* | ,667 | ,000 | 5,369 | 8,631 |

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Oneway Batang Serai Wangi

Descriptives

| | | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-----------|-------|---|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| | | | | | | 15 menit | 1000 | | |
| | 5000 | 3 | 3,333 | 2,887 | 1,667 | -3,838 | 10,504 | ,00 | 5,00 |
| | 10000 | 3 | 14,667 | 4,041 | 2,333 | 4,627 | 24,706 | 10,00 | 17,00 |
| | Total | 9 | 6,000 | 7,106 | 2,369 | ,538 | 11,462 | ,00 | 17,00 |
| 30 menit | 1000 | 3 | 5,000 | 4,359 | 2,517 | -5,828 | 15,828 | ,00 | 8,00 |
| | 5000 | 3 | 12,000 | ,000 | ,000 | 12,000 | 12,000 | 12,00 | 12,00 |
| | 10000 | 3 | 24,000 | ,000 | ,000 | 24,000 | 24,000 | 24,00 | 24,00 |
| | Total | 9 | 13,667 | 8,602 | 2,867 | 7,054 | 20,279 | ,00 | 24,00 |
| 60 menit | 1000 | 3 | 16,333 | ,577 | ,333 | 14,899 | 17,768 | 16,00 | 17,00 |
| | 5000 | 3 | 22,333 | ,577 | ,333 | 20,899 | 23,768 | 22,00 | 23,00 |
| | 10000 | 3 | 25,000 | ,000 | ,000 | 25,000 | 25,000 | 25,00 | 25,00 |
| | Total | 9 | 21,222 | 3,866 | 1,289 | 18,251 | 24,194 | 16,00 | 25,00 |
| 120 menit | 1000 | 3 | 18,333 | 1,528 | ,882 | 14,539 | 22,128 | 17,00 | 20,00 |
| | 5000 | 3 | 23,333 | ,577 | ,333 | 21,899 | 24,768 | 23,00 | 24,00 |
| | 10000 | 3 | 25,000 | ,000 | ,000 | 25,000 | 25,000 | 25,00 | 25,00 |
| | Total | 9 | 22,222 | 3,114 | 1,038 | 19,829 | 24,616 | 17,00 | 25,00 |
| 240 menit | 1000 | 3 | 19,000 | 1,000 | ,577 | 16,516 | 21,484 | 18,00 | 20,00 |
| | 5000 | 3 | 23,333 | ,577 | ,333 | 21,899 | 24,768 | 23,00 | 24,00 |
| | 10000 | 3 | 25,000 | ,000 | ,000 | 25,000 | 25,000 | 25,00 | 25,00 |
| | Total | 9 | 22,444 | 2,744 | ,915 | 20,335 | 24,553 | 18,00 | 25,00 |

ANOVA

| | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| 15 menit | Between Groups | 354,667 | 2 | 177,333 | 21,568 | ,002 |
| | Within Groups | 49,333 | 6 | 8,222 | | |
| | Total | 404,000 | 8 | | | |
| 30 menit | Between Groups | 554,000 | 2 | 277,000 | 43,737 | ,000 |
| | Within Groups | 38,000 | 6 | 6,333 | | |
| | Total | 592,000 | 8 | | | |
| 60 menit | Between Groups | 118,222 | 2 | 59,111 | 266,000 | ,000 |
| | Within Groups | 1,333 | 6 | ,222 | | |
| | Total | 119,556 | 8 | | | |
| 120 menit | Between Groups | 72,222 | 2 | 36,111 | 40,625 | ,000 |
| | Within Groups | 5,333 | 6 | ,889 | | |
| | Total | 77,556 | 8 | | | |
| 240 menit | Between Groups | 57,556 | 2 | 28,778 | 64,750 | ,000 |
| | Within Groups | 2,667 | 6 | ,444 | | |
| | Total | 60,222 | 8 | | | |

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

LSD

| Dependent Variable | (I) Konsentrasi | (J) Konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 15 menit | 1000 | 5000 | -3,333 | 2,341 | ,204 | -9,062 | 2,396 |
| | | 10000 | -14,667* | 2,341 | ,001 | -20,396 | -8,938 |
| | 5000 | 1000 | 3,333 | 2,341 | ,204 | -2,396 | 9,062 |
| | | 10000 | -11,333* | 2,341 | ,003 | -17,062 | -5,604 |
| | 10000 | 1000 | 14,667* | 2,341 | ,001 | 8,938 | 20,396 |
| | | 5000 | 11,333* | 2,341 | ,003 | 5,604 | 17,062 |
| 30 menit | 1000 | 5000 | -7,000* | 2,055 | ,014 | -12,028 | -1,972 |
| | | 10000 | -19,000* | 2,055 | ,000 | -24,028 | -13,972 |
| | 5000 | 1000 | 7,000* | 2,055 | ,014 | 1,972 | 12,028 |
| | | 10000 | -12,000* | 2,055 | ,001 | -17,028 | -6,972 |
| | 10000 | 1000 | 19,000* | 2,055 | ,000 | 13,972 | 24,028 |
| | | 5000 | 12,000* | 2,055 | ,001 | 6,972 | 17,028 |
| 60 menit | 1000 | 5000 | -6,000* | ,385 | ,000 | -6,942 | -5,058 |
| | | 10000 | -8,667* | ,385 | ,000 | -9,608 | -7,725 |
| | 5000 | 1000 | 6,000* | ,385 | ,000 | 5,058 | 6,942 |
| | | 10000 | -2,667* | ,385 | ,000 | -3,608 | -1,725 |
| | 10000 | 1000 | 8,667* | ,385 | ,000 | 7,725 | 9,608 |
| | | 5000 | 2,667* | ,385 | ,000 | 1,725 | 3,608 |
| 120 menit | 1000 | 5000 | -5,000* | ,770 | ,001 | -6,884 | -3,116 |
| | | 10000 | -6,667* | ,770 | ,000 | -8,550 | -4,783 |
| | 5000 | 1000 | 5,000* | ,770 | ,001 | 3,116 | 6,884 |
| | | 10000 | -1,667 | ,770 | ,074 | -3,550 | ,217 |
| | 10000 | 1000 | 6,667* | ,770 | ,000 | 4,783 | 8,550 |
| | | 5000 | 1,667 | ,770 | ,074 | -,217 | 3,550 |
| 240 menit | 1000 | 5000 | -4,333* | ,544 | ,000 | -5,665 | -3,001 |
| | | 10000 | -6,000* | ,544 | ,000 | -7,332 | -4,668 |
| | 5000 | 1000 | 4,333* | ,544 | ,000 | 3,001 | 5,665 |
| | | 10000 | -1,667* | ,544 | ,022 | -2,999 | -,335 |
| | 10000 | 1000 | 6,000* | ,544 | ,000 | 4,668 | 7,332 |
| | | 5000 | 1,667* | ,544 | ,022 | ,335 | 2,999 |

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Analisis pengaruh konsentrasi dan waktu

Descriptive Statistics

| | Mean | Std. Deviation | N |
|-------------|---------|----------------|-----|
| Mortalitas | 16,38 | 8,587 | 135 |
| Konsentrasi | 5333,33 | 3695,499 | 135 |
| Waktu | 93,00 | 82,134 | 135 |

Correlations

| | | Mortalitas | Konsentrasi | Waktu |
|---------------------|-------------|------------|-------------|-------|
| Pearson Correlation | Mortalitas | 1,000 | ,524 | ,509 |
| | Konsentrasi | ,524 | 1,000 | ,000 |
| | Waktu | ,509 | ,000 | 1,000 |
| Sig. (1-tailed) | Mortalitas | . | ,000 | ,000 |
| | Konsentrasi | ,000 | . | ,500 |
| | Waktu | ,000 | ,500 | . |
| N | Mortalitas | 135 | 135 | 135 |
| | Konsentrasi | 135 | 135 | 135 |
| | Waktu | 135 | 135 | 135 |

Variables Entered/Removed^b

| Model | Variables Entered | Variables Removed | Method |
|-------|---------------------------------|-------------------|--------|
| 1 | Waktu, Konsentrasi ^a | . | Enter |

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Mortalitas

Model Summary

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | ,730 ^a | ,533 | ,526 | 5,912 |

a. Predictors: (Constant), Waktu, Konsentrasi

Model Summary

| Model | Change Statistics | | | | |
|-------|-------------------|----------|-----|-----|---------------|
| | R Square Change | F Change | df1 | df2 | Sig. F Change |
| 1 | ,533 ^a | 75,348 | 2 | 132 | ,000 |

a. Predictors: (Constant), Waktu, Konsentrasi

ANOVA^b

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-------|------------|----------------|-----|-------------|--------|-------------------|
| 1 | Regression | 5266,563 | 2 | 2633,281 | 75,348 | ,000 ^a |
| | Residual | 4613,171 | 132 | 34,948 | | |
| | Total | 9879,733 | 134 | | | |

a. Predictors: (Constant), Waktu, Konsentrasi

b. Dependent Variable: Mortalitas

Coefficients^a

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|-------|-------------|-----------------------------|------------|---------------------------|-------|------|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | 4,942 | 1,066 | | 4,636 | ,000 |
| | Konsentrasi | ,001 | ,000 | ,524 | 8,806 | ,000 |
| | Waktu | ,053 | ,006 | ,509 | 8,553 | ,000 |

a. Dependent Variable: Mortalitas

Coefficients^a

| Model | | Correlations | | |
|-------|-------------|--------------|---------|------|
| | | Zero-order | Partial | Part |
| 1 | Konsentrasi | ,524 | ,608 | ,524 |
| | Waktu | ,509 | ,597 | ,509 |

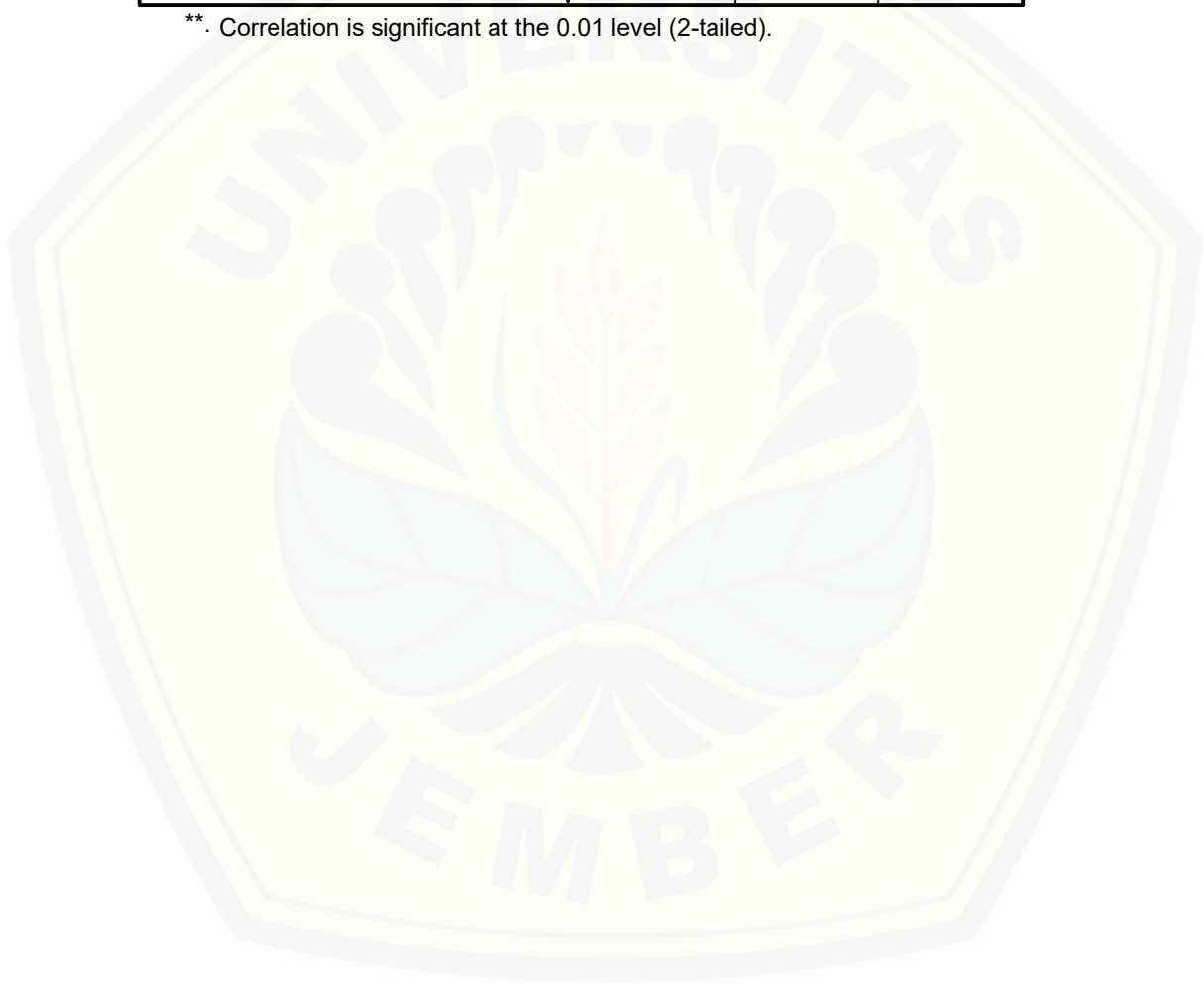
a. Dependent Variable: Mortalitas

Analisis pengaruh konsentrasi dan waktu

Correlations

| | | Konsentrasi | Waktu | Mortalitas |
|-------------|---------------------|-------------|--------|------------|
| Konsentrasi | Pearson Correlation | 1 | ,000 | ,524** |
| | Sig. (2-tailed) | | 1,000 | ,000 |
| | N | 135 | 135 | 135 |
| Waktu | Pearson Correlation | ,000 | 1 | ,509** |
| | Sig. (2-tailed) | 1,000 | | ,000 |
| | N | 135 | 135 | 135 |
| Mortalitas | Pearson Correlation | ,524** | ,509** | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | ,000 | ,000 | |
| | N | 135 | 135 | 135 |

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



Uji Hsd-Tukey

Konsentrasi

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Mortalitas

Tukey HSD

| (I) Konsentrasi | (J) Konsentrasi | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------------|-----------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1000 ppm | 5000 ppm | -4,60* | ,878 | ,000 | -6,69 | -2,51 |
| | 10000 ppm | -10,93* | ,878 | ,000 | -13,03 | -8,84 |
| 5000 ppm | 1000 ppm | 4,60* | ,878 | ,000 | 2,51 | 6,69 |
| | 10000 ppm | -6,33* | ,878 | ,000 | -8,43 | -4,24 |
| 10000 ppm | 1000 ppm | 10,93* | ,878 | ,000 | 8,84 | 13,03 |
| | 5000 ppm | 6,33* | ,878 | ,000 | 4,24 | 8,43 |

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Mortalitas

Tukey HSD^{a,b}

| Konsentrasi | N | Subset | | |
|-------------|----|--------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1000 ppm | 45 | 11,20 | | |
| 5000 ppm | 45 | | 15,80 | |
| 10000 ppm | 45 | | | 22,13 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 17,363.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 45,000.

b. Alpha = ,05.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

| | | Value Label | N |
|-------------|-------|--------------------|----|
| Konsentrasi | 1000 | 1000 ppm | 45 |
| | 5000 | 5000 ppm | 45 |
| | 10000 | 10000 ppm | 45 |
| Bahan | 1 | Kombinasi | 45 |
| | 2 | Biji pinang muda | 45 |
| | 3 | Batang serai wangi | 45 |
| Waktu | 15 | menit 15 | 27 |
| | 30 | menit 30 | 27 |
| | 60 | menit 60 | 27 |
| | 120 | menit 120 | 27 |
| | 240 | menit 240 | 27 |

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Mortalitas

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------------------|-------------------------|-----|-------------|----------|-------|
| Corrected Model | 8317,067 ^a | 44 | 189,024 | 10,887 | ,000 |
| Intercept | 36211,267 | 1 | 36211,267 | 2085,547 | ,000 |
| Konsentrasi | 2712,133 | 2 | 1356,067 | 78,101 | ,000 |
| Bahan | 28,933 | 2 | 14,467 | ,833 | ,438 |
| Waktu | 5114,844 | 4 | 1278,711 | 73,646 | ,000 |
| Konsentrasi * Bahan | 18,267 | 4 | 4,567 | ,263 | ,901 |
| Konsentrasi * Waktu | 391,644 | 8 | 48,956 | 2,820 | ,008 |
| Bahan * Waktu | 19,733 | 8 | 2,467 | ,142 | ,997 |
| Konsentrasi * Bahan * Waktu | 31,511 | 16 | 1,969 | ,113 | 1,000 |
| Error | 1562,667 | 90 | 17,363 | | |
| Total | 46091,000 | 135 | | | |
| Corrected Total | 9879,733 | 134 | | | |

a. R Squared = ,842 (Adjusted R Squared = ,765)

Bahan

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Mortalitas

Tukey HSD

| (I) Bahan | (J) Bahan | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|--------------------|--------------------|-----------------------|------------|------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| Kombinasi | Biji pinang muda | -1,13 | ,878 | ,404 | -3,23 | ,96 |
| | Batang serai wangi | -,53 | ,878 | ,817 | -2,63 | 1,56 |
| Biji pinang muda | Kombinasi | 1,13 | ,878 | ,404 | -,96 | 3,23 |
| | Batang serai wangi | ,60 | ,878 | ,774 | -1,49 | 2,69 |
| Batang serai wangi | Kombinasi | ,53 | ,878 | ,817 | -1,56 | 2,63 |
| | Biji pinang muda | -,60 | ,878 | ,774 | -2,69 | 1,49 |

Based on observed means.

Mortalitas

Tukey HSD^{a,b}

| Bahan | N | Subset |
|--------------------|----|--------|
| | | 1 |
| Kombinasi | 45 | 15,82 |
| Batang serai wangi | 45 | 16,36 |
| Biji pinang muda | 45 | 16,96 |
| Sig. | | ,404 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 17,363.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 45,000.
- b. Alpha = ,05.

Waktu

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Mortalitas

Tukey HSD

| (I) Waktu | (J) Waktu | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. | 95% Confidence Interval | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| menit 15 | menit 30 | -7,33* | 1,134 | ,000 | -10,49 | -4,18 |
| | menit 60 | -14,67* | 1,134 | ,000 | -17,82 | -11,51 |
| | menit 120 | -15,48* | 1,134 | ,000 | -18,64 | -12,32 |
| | menit 240 | -15,70* | 1,134 | ,000 | -18,86 | -12,55 |
| menit 30 | menit 15 | 7,33* | 1,134 | ,000 | 4,18 | 10,49 |
| | menit 60 | -7,33* | 1,134 | ,000 | -10,49 | -4,18 |
| | menit 120 | -8,15* | 1,134 | ,000 | -11,31 | -4,99 |
| | menit 240 | -8,37* | 1,134 | ,000 | -11,53 | -5,21 |
| menit 60 | menit 15 | 14,67* | 1,134 | ,000 | 11,51 | 17,82 |
| | menit 30 | 7,33* | 1,134 | ,000 | 4,18 | 10,49 |
| | menit 120 | -,81 | 1,134 | ,952 | -3,97 | 2,34 |
| | menit 240 | -1,04 | 1,134 | ,891 | -4,19 | 2,12 |
| menit 120 | menit 15 | 15,48* | 1,134 | ,000 | 12,32 | 18,64 |
| | menit 30 | 8,15* | 1,134 | ,000 | 4,99 | 11,31 |
| | menit 60 | ,81 | 1,134 | ,952 | -2,34 | 3,97 |
| | menit 240 | -,22 | 1,134 | 1,000 | -3,38 | 2,93 |
| menit 240 | menit 15 | 15,70* | 1,134 | ,000 | 12,55 | 18,86 |
| | menit 30 | 8,37* | 1,134 | ,000 | 5,21 | 11,53 |
| | menit 60 | 1,04 | 1,134 | ,891 | -2,12 | 4,19 |
| | menit 120 | ,22 | 1,134 | 1,000 | -2,93 | 3,38 |

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Mortalitas

Tukey HSD^{a,b}

| Waktu | N | Subset | | |
|-----------|----|--------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| menit 15 | 27 | 5,74 | | |
| menit 30 | 27 | | 13,07 | |
| menit 60 | 27 | | | 20,41 |
| menit 120 | 27 | | | 21,22 |
| menit 240 | 27 | | | 21,44 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | ,891 |

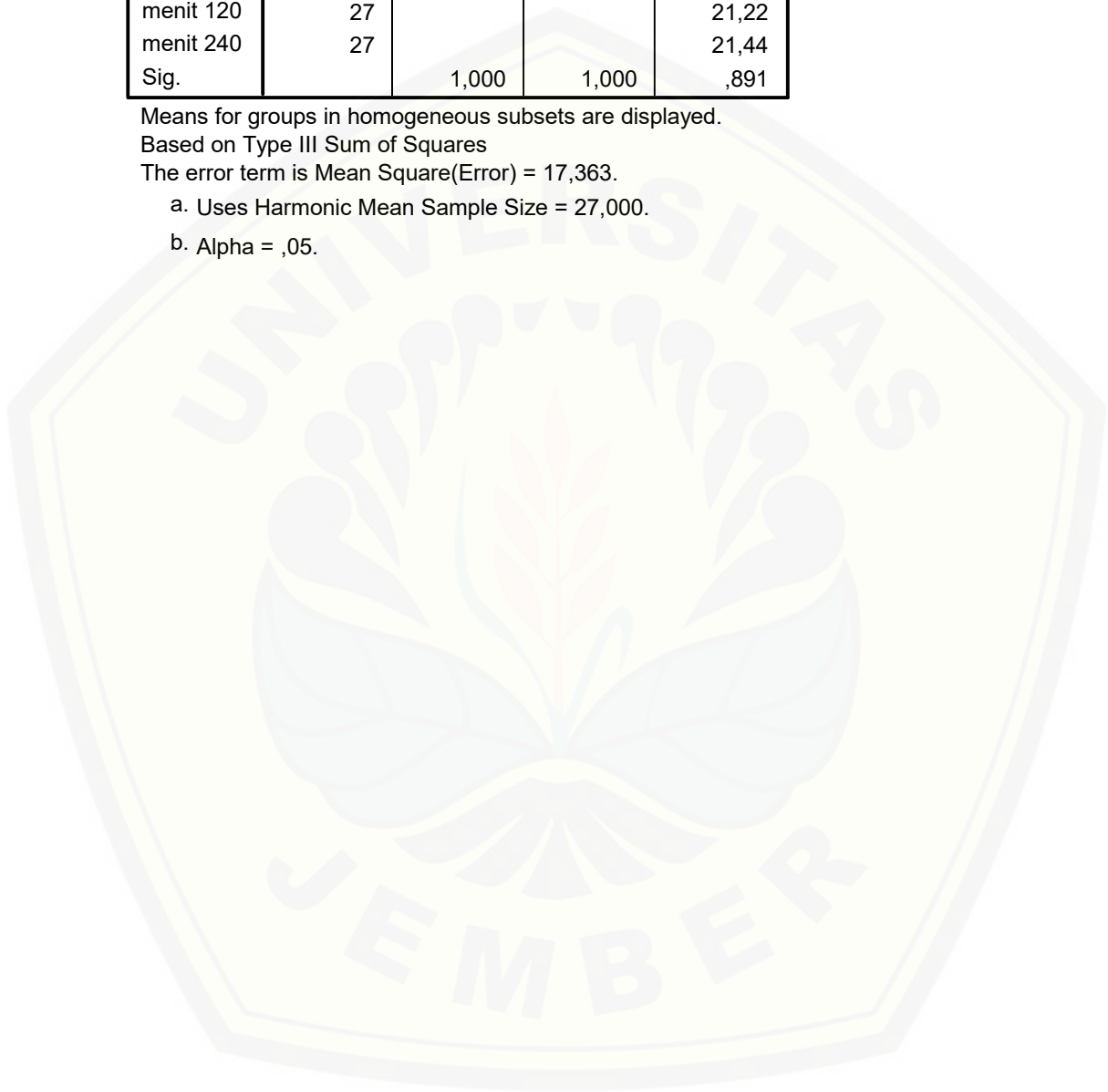
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 17,363.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 27,000.

b. Alpha = ,05.



Lampiran 2

Foto dokumentasi penelitian



Foto 1:

Biji pinang muda dan batang serai wangi setelah dirajang dan dikering anginkan



Foto 2 :

Proses rotary evaporatory di Laboratorium MIPA Biologi Uneversitas Jember



Foto 3 :
Proses pembuatan ekstrak dengan konsentrasi yang telah ditentukan di
Laboratorium



Foto 4 :
Nyamuk Aedes aegypti



Foto 5 :

Proses spray sekaligus observasi bersama tim di Laboratorium Entomologi LPT Unair



Foto 6 :
Observasi sampel nyamuk setelah intervensi di LPT Unair

Lampiran 3

Form pembuatan ekstrak serai wangi / biji pinang muda

| No | Tahapan ekstraksi | Berat (gram) | | | |
|----|---------------------------------|--------------|-------|-----------|--------|
| | | Batang wangi | Serai | Biji muda | pinang |
| 1 | Berat basah setelah dicuci | 1000 | | 1000 | |
| 2 | Berat setelah dikering-anginkan | 370 | | 195 | |
| 3 | Oven 45° C selama 45 menit | 315 | | 170 | |
| 4 | Setelah dihaluskan | 312 | | 169 | |
| 5 | 150 gram + 600 ml etanol 96% | | | | |
| 6 | Rotary 90 rpm selama 3 jam | 11,3 | | 4,8 | |

