

**SKRIPSI  
TAHUN 2023**

**ANALISIS STATUS RESISTENSI NYAMUK *Aedes Aegypti* TERHADAP MALATHION  
DI KOTA MAKASSAR TAHUN 2023**



**NURUL MAGFIRAH**

**C011201006**

**Pembimbing:**

**Prof. dr. Syafruddin, Ph.D.**

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

**TAHUN 2023**

**ANALISIS STATUS RESISTENSI NYAMUK *Aedes Aegypti* TERHADAP MALATHION  
DI KOTA MAKASSAR TAHUN 2023**

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin  
Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran**

**Nurul Magfirah  
C011201006**

**Pembimbing :  
Prof. dr. Syafruddin, Ph.D.  
NIP. 19600516 198601 1 002**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
TAHUN 2023**

## HALAMAN PENGESAHAN

Telah disetujui untuk dibacakan pada seminar akhir di bagian Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin dengan judul :

**“Analisis Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Malathion di Kota Makassar Tahun 2023”**

Hari/tanggal : Selasa, 12 Desember 2023

Waktu : 09.00 WITA

Tempat : Ruang Pertemuan Dept Parasitologi

Makassar, 12 Desember 2023

Pembimbing



**Prof. dr. Syafruddin, Ph.D**  
NIP. 19600516 198601 1 002

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Nurul Magfirah

NIM : C011201006

Fakultas / Program Studi: Kedokteran / Pendidikan Dokter Umum

Judul Skripsi : Analisis Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Malathion di Kota Makassar Tahun 2023

Telah berhasil dipertahankan dihadapan dewan penguji dan diterima sebagai bahan persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran pada Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Syafruddin, Ph.D

Penguji 1 : dr. Yenni Yusuf, M.InfectDis, Ph.D

Penguji 2 : dr. Isra Wahid, Ph.D

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 12 Desember 2023

**BAGIAN PARASITOLOGI FAKULTAS KEDOKTERAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**


**TELAH DISETUJUI UNTUK DICETAK DAN DIPERBANYAK**

**Judul Skripsi :**

**“Analisis Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Malathion di Kota Makassar tahun 2023”**

**Makassar, 12 Desember 2023**

**Pembimbing**

  
**Prof. dr. Svafuruddin, Ph.D**  
**NIP. 19600516 198601 1 002**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

“Analisis Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Insektisida Malathion di Kota Makassar Tahun 2023”

Disusun dan Diajukan Oleh

Nurul Magfirah

C011201006

Menyetujui

Panitia Penguji

No	Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1	Prof. Dr. Syafruddin, Ph.D	Pembimbing	
2	dr. Yenni Yusuf, M.InfectDis, Ph.D	Penguji 1	
3	dr. Isra Wahid, Ph.D	Penguji 2	

Mengetahui

Wakil Dekan Bidang Akademik dan  
Kemahasiswaan



Dr. dr. Agussalim Bukhari, M.Clin.Med., Ph.D.,  
Sp.GK(K)  
NIP. 197008211999931001

Ketua Program Studi Sarjana Kedokteran  
Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin



dr. Ririn Nislawati, M.Kes., Sp.M  
NIP. 198101182009122003

## HALAMAN PERNYATAAN ANTI PLAGIARISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa seluruh skripsi ini adalah hasil karya saya. Apabila ada kutipan atau pemakaian dari hasil karya orang lain baik berupa tulisan, data, gambar atau ilustrasi baik yang telah dipublikasi atau belum dipublikasi telah direferensikan sesuai dengan ketentuan akademik.

Saya menyadari plagiarisme adalah kejahatan akademik dan melakukannya akan menyebabkan sanksi yang berat berupa pembatalan skripsi dan sanksi akademik yang lain.

Makassar, 19 Desember 2023

Penulis



Nurul Magfirah

NIM C011201006

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah Subhanallahu Wa ta'ala atas segala berkat, rahmat, dan semua karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi yang berjudul “Analisis Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Malathion di Kota Makassar Tahun 2023” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi S1 Program Studi Pendidikan Dokter.

Proses penyusunan skripsi ini tidaklah mudah, namun saya menerima banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan penuh rasa hormat, perkenankan saya untuk mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. dr. Syafruddin, Ph.D selaku penasihat akademik dan pembimbing skripsi yang selalu membimbing saya untuk mendapatkan ilmu baru hingga dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini.
2. dr. Yenni Yusuf, M.InfectDis, Ph.D dan dr. Isra Wahid, Ph.D selaku penguji yang telah memberikan banyak ilmu dan masukan dalam proses penyusunan skripsi ini.
3. Pak Dendi Hadi Permana, Bu Lela Syahrani, Kak Irda, dan seluruh staf Laboratorium Malaria dan Resistensi Vektor Hasanuddin University Medical Research Center yang telah mengizinkan, mengajarkan, dan membimbing saya selama penelitian.
4. Kedua orang tua saya, Bapak Burhan dan Ibu Sukmawati yang selalu memberi doa, dukungan, dan bantuan yang tidak ternilai harganya.
5. Nabilah Putri Larassaphira dan Muhammad Ilma Darajat selaku teman seperjuangan yang telah membantu saya selama proses pengerjaan skripsi ini.
6. Teman-teman saya yang selalu mendengar keluh kesah dan terus memberi dukungan untuk menjalankan proses penulisan skripsi ini.

Saya menyadari bahwa tulisan ini jauh dari sempurna, maka dari itu saya terbuka atas semua komentar dan masukan yang membangun dari semua pihak.

Makassar, 10 Desember 2023

Penulis



**Nurul Magfirah**

**Prof. dr. Syafruddin, Ph.D.**

**ANALISIS STATUS RESISTENSI NYAMUK *Aedes aegypti* TERHADAP MALATHION  
DI KOTA MAKASSAR TAHUN 2023**

**ABSTRAK**

**Latar Belakang :** *Aedes aegypti* merupakan vektor utama penyebab penyakit demam berdarah dengue (DBD) di Indonesia. DBD adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue (DENV) yang sering terjadi di daerah dengan iklim tropis dan subtropis. Berdasarkan data dari KEMENKES RI, di tahun 2023 kasus DBD di Indonesia melonjak sangat tinggi dengan jumlah 131.265 kasus dengan 1.183 kematian. Pencegahan DBD masih berpusat pada cara masyarakat dalam mengendalikan vektor penyakit DBD karena sampai saat ini masih belum ada obat dan vaksin yang dapat mengatasi penyakit DBD. Salah satu cara pengendalian vektor nyamuk adalah dengan penggunaan insektisida. Paparan insektisida yang sama secara terus menerus dapat menyebabkan vektor dari penyakit ini bermutasi dan beradaptasi dengan langkah pencegahan tersebut.

**Tujuan :** Untuk menentukan status resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida malathion di Kota Makassar tahun 2023.

**Metode Penelitian :** Penelitian ini menggunakan desain penelitian deskriptif dengan metode potong lintang (*cross-sectional*) yang menganalisis status resistensi malathion pada nyamuk *Aedes aegypti* dengan metode CDC *bottle bioassay*. Penelitian ini juga menggunakan metode yang sama untuk mengetahui karakteristik, pengetahuan, sikap, dan perilaku responden terhadap penyakit demam berdarah dengue sebagai data sekunder.

**Hasil :** Penelitian ini dilakukan di 44 rumah di wilayah kerja Puskesmas Pampang dan Puskesmas Mangasa. Ditemukan lebih banyak rumah negatif larva nyamuk (56.8%) dibandingkan yang rumah yang positif larva nyamuk (43.2%). Dari hasil uji resistensi nyamuk, semua sampel dari dua wilayah puskesmas dinyatakan rentan (100%). Namun, waktu knock down total nyamuk pada sampel Pampang lebih lambat dibandingkan dengan sampel dari Mangasa. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kebiasaan masyarakat dalam upaya pengendalian vektor. Salah satu penyebab yang mungkin bisa mempengaruhi keterlambatan tersebut adalah perbedaan waktu fogging terakhir di kedua wilayah puskesmas tersebut.

**Kesimpulan :** Nyamuk *Aedes aegypti* ditemukan masih rentan terhadap malathion 50µl/ml. Meskipun begitu, perlu dilakukan pengurangan pemakaian insektisida rumah tangga karena terdapat resiko resistensi silang pada nyamuk *Aedes aegypti*. Tingkat pendidikan, pengetahuan, dan kebiasaan tentang pengendalian vektor DBD turut andil dalam fenomena terjadinya resistensi insektisida pada nyamuk *Aedes aegypti*.

**Kata Kunci :** Status Resistensi, *Aedes aegypti*, Malathion, Makassar

**Nurul Magfirah**

**Prof. dr. Syafruddin, Ph.D.**

**ANALYSIS OF Aedes Aegypti Mosquito Resistance Status Against Malathion in Makassar City in 2023**

**ABSTRACT**

**Background :** *Aedes aegypti* is the main vector that causes dengue hemorrhagic fever (DHF) in Indonesia. DHF is a disease caused by the dengue virus (DENV) which often occurs in areas with tropical and subtropical climates. Based on data from the Indonesian Ministry of Health, in 2023 dengue cases in Indonesia will increase very high with a total of 131,265 cases with 1,183 deaths. Prevention of dengue fever still focuses on how society controls the vector of dengue fever because up to now there is still no medicine or vaccine that can treat dengue fever. One way to control mosquito vectors is by using insecticides. Continuous exposure to the same insecticide can cause the vector of this disease to mutate and adapt to these preventive measures.

**Objective :** To determine the resistance status of *Aedes aegypti* mosquitoes to malathion insecticide in Makassar City in 2023.

**Method :** This study used a descriptive research design with a cross-sectional method that analyzed the status of malathion resistance in *Aedes aegypti* mosquitoes using the CDC bottle bioassay method. This research also uses the same method to determine the characteristics, knowledge, attitudes and behavior of respondents regarding dengue hemorrhagic fever as secondary data.

**Results :** This research was conducted in 44 houses in the working area of Pampang Health Center and Mangasa Health Center. It was found that there were more houses negative for mosquito larvae (56.8%) than houses positive for mosquito larvae (43.2%). From the results of the mosquito resistance test, all samples from the two health center areas were declared susceptible (100%). However, the total knock down time for mosquitoes in Pampang samples was slower than in samples from Mangasa. This can be influenced by people's habits in vector control efforts. One of the causes that might influence this delay is the difference in the last fogging time in the two health center areas.

**Conclusions :** The *Aedes aegypti* mosquito was found to still be susceptible to 50µl/ml dose of malathion. However, it is necessary to reduce the use of household insecticides because there is a risk of cross-resistance in the *Aedes aegypti* mosquito. The level of education, knowledge and habits regarding dengue vector control contribute to the phenomenon of insecticide resistance in the *Aedes aegypti* mosquito.

**Keywords :** Resistance Status, *Aedes aegypti*, Malathion, Makassar

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GRAFIK.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
BAB 1 .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.4.1. Manfaat Klinis .....	2
1.4.2. Manfaat Akademis.....	2
1.4.3. Manfaat bagi Peneliti.....	2
BAB 2 .....	3
TINJAUAN PUSTAKA .....	3
1.1. Tinjauan Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> .....	3
1.1.1. Definisi dan Klasifikasi <i>Aedes Aegypti</i> .....	3
1.1.2. Siklus Hidup <i>Aedes aegypti</i> .....	3
1.2. Pengendalian vektor <i>Aedes aegypti</i> .....	7
1.3. Insektisida.....	8
BAB 3 .....	10
KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEPTUAL .....	10
3.1. Kerangka Teori.....	10
3.2. Kerangka Konsep .....	11

3.3. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif .....	11
BAB 4 .....	13
METODE PENELITIAN.....	13
4.1 Desain Penelitian.....	13
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	13
4.3 Populasi dan Sampel Penelitian .....	13
BAB V .....	17
HASIL PENELITIAN .....	17
5.1 Tinjauan Umum Lokasi Penelitian.....	17
5.1.1 Tinjauan Umum Puskesmas Pampang .....	17
5.2 Hasil Pengambilan Sampel.....	18
5.3 Uji Resistensi Malathion .....	29
5.3.1 Uji Resistensi Malathion di Wilayah Kerja Puskesmas Pampang .....	29
5.3.2 Uji Resistensi Malathion di Wilayah Kerja Puskesmas Mangasa.....	31
BAB VI.....	33
PEMBAHASAN.....	33
6.1 Gambaran Keberadaan Larva.....	33
6.3 Gambaran Pengetahuan Responden terhadap Penyakit DBD.....	34
6.4 Pengetahuan Responden Terkait Nyamuk Sebagai Vektor Penyebab Penyakit DBD.....	34
6.5 Pengetahuan dan Kebiasaan Responden Terkait Cara Pengendalian Penyakit DBD .....	35
6.6 Kebiasaan Responden Terkait Pemakaian Insektisida Rumah Tangga .....	35
6.7 Kebiasaan <i>Fogging</i> /Pengasapan di Lingkungan Sekitar .....	36
6.8 Uji Resistensi Malathion .....	37
BAB 7 .....	39
PENUTUP.....	39
7.1. Kesimpulan.....	39

7.2. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA .....	40
LAMPIRAN.....	43
Lampiran 1. Biodata Peneliti .....	43
Lampiran 2. Peta Wilayah Kerja Puskesmas Pampang .....	44
Lampiran 3. Peta Wilayah Puskesmas Mangasa.....	45
Lampiran 3. Distribusi Kasus DBD Kota Makassar Tahun 2022.....	46
Lampiran 4. Rekapitan Hasil Wawancara.....	50
Lampiran 5. Dokumentasi.....	51

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Gambaran Keberadaan larva di Wilayah Kerja Puskesmas Pampang dan Mangasa.....	19
<b>Tabel 2.</b> Gambaran Karakteristik Responden di Wilayah Kerja Puskesmas Pampang dan Mangasa	19
<b>Tabel 3.</b> Pernah tidaknya responden mendapat informasi terkait penyakit DBD .....	21
<b>Tabel 4.</b> Sumber informasi responden terkait penyakit DBD .....	21
<b>Tabel 5.</b> Pengetahuan responden terkait nyamuk sebagai vektor penyebab penyakit DBD .....	22
<b>Tabel 6.</b> Pengetahuan responden terkait cara pengendalian penyakit DBD .....	22
<b>Tabel 7.</b> Kebiasaan responden terkait cara pengendalian penyakit DBD .....	25
<b>Tabel 8.</b> Kebiasaan responden terkait pemakaian insektisida rumah tangga .....	26
<b>Tabel 9.</b> Kebiasaan Fogging/Pengasapan di Lingkungan Sekitar .....	28
<b>Tabel 10.</b> Jumlah knock down nyamuk Aedes aegypti terhadap paparan insektisida Malathion dosis 50µl/ml di wilayah kerja Puskesmas Pampang.....	29
<b>Tabel 11.</b> Jumlah knock down nyamuk Aedes aegypti terhadap paparan insektisida Malathion dosis 50µl/ml di wilayah kerja Puskesmas Mangasa .....	31

## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik 1.</b> Sebaran Kasus DBD di Wilayah Puskesmas Kota Makassar Tahun 2022 .....	18
<b>Grafik 2.</b> Grafik angka mortalitas nyamuk <i>Aedes aegypti</i> terhadap paparan insektisida Malathion dosis 50µl/ml di wilayah kerja Puskesmas Pampang .....	30
<b>Grafik 3.</b> Grafik angka mortalitas nyamuk <i>Aedes aegypti</i> terhadap paparan insektisida Malathion dosis 50µl/ml di wilayah kerja Puskesmas Mangasa .....	32

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Siklus Hidup <i>Aedes aegypti</i> (CDC, 2021) .....	4
<b>Gambar 2.</b> Telur <i>Aedes aegypti</i> (CDC, 2021).....	4
<b>Gambar 3.</b> Larva nyamuk <i>Aedes aegypti</i> (CDC, 2021) .....	5
<b>Gambar 4.</b> Pupa nyamuk <i>Aedes aegypti</i> (CDC, 2021).....	6
<b>Gambar 5.</b> Nyamuk Dewasa <i>Aedes aegypti</i> (CDC, 2021) .....	6
<b>Gambar 6.</b> Peta Kota Makassar .....	17

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

*Aedes aegypti* merupakan vektor utama penyebab penyakit demam berdarah dengue (DBD) di Indonesia. DBD adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue (DENV) yang sering terjadi di daerah dengan iklim tropis dan subtropis. Saat ini DBD telah menjadi penyakit endemik di berbagai negara dengan Asia sebagai benua dengan prevalensi DBD tertinggi yaitu sekitar 70% dari kasus DBD di dunia (WHO, 2021). Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, terdapat 73.518 kasus dan 705 kematian akibat dengue pada tahun 2021. Di tahun 2023, kasus DBD di Indonesia melonjak sangat tinggi dengan jumlah 131.265 kasus dengan 1.183 kematian. Per Mei 2023, tercatat 31.380 kasus DBD dan 246 angka kematian akibat DBD (Kemenkes, 2023). Pada tahun 2020, pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan mencatat 2.714 kasus DBD dengan *incidence rate* 29,6 per 100.000 penduduk (Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan, 2021). Angka kasus yang kian meningkat menunjukkan perlu adanya peningkatan upaya pencegahan penyebaran penyakit DBD ini.

Langkah untuk mencegah penyebaran kasus DBD terus digalakkan oleh pemerintah seperti pemberantasan sarang nyamuk (PSN), *fogging*, penggunaan larvasida, 3M plus (menguras, menutup, memanfaatkan limbah bekas, plus mencegah gigitan dan perkembangbiakan nyamuk) serta Gerakan 1 rumah 1 Jumantik (G1R1J).

Pencegahan DBD masih berpusat pada cara masyarakat dalam mengendalikan vektor penyakit DBD karena sampai saat ini masih belum ada obat yang dapat mengobati penyakit DBD. Vaksin DBD juga sedang dalam taraf penilaian, sehingga perilaku pencegahan dan mengendalikan vektor DBD merupakan harapan utama untuk menurunkan prevalensi terjadinya penyakit tersebut (Tenda et al., 2023).

Jumlah kasus yang meningkat dan Langkah pencegahan yang terus dilakukan rasanya seperti tidak cukup untuk mengatasi penyakit ini. Paparan insektisida yang sama secara terus menerus dapat menyebabkan vektor dari penyakit ini bermutasi dan beradaptasi dengan



langkah pencegahan tersebut. Maka dari itu, perlu kita lakukan uji kerentanan insektisida dalam hal ini deltamethrin untuk menilai status resistensi dari nyamuk *Aedes aegypti*.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah diungkapkan di atas, dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini, yaitu: “Bagaimana status resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida malathion di Kota Makassar pada tahun 2023?”

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan status resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap insektisida malathion di Kota Makassar tahun 2023.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

### **1.4.1. Manfaat Klinis**

Penelitian ini diharapkan dapat menyediakan informasi mengenai status resistensi *Aedes aegypti* terhadap insektisida malathion di Kota Makassar tahun 2023.

### **1.4.2. Manfaat Akademis**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk meningkatkan penelitian-penelitian kedokteran selanjutnya sehingga semakin berkembangnya penelitian terkait resistensi *Aedes aegypti* terhadap insektisida malathion serta menjadi langkah awal menuju terwujudnya penelitian-penelitian yang lebih komprehensif kedepannya.

### **1.4.3. Manfaat bagi Peneliti**

Penelitian ini diharapkan dapat berguna sebagai pengalaman berharga bagi peneliti dalam menimba ilmu dan mengembangkan potensi diri di bidang penelitian.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 1.1. Tinjauan Nyamuk *Aedes aegypti*

##### 1.1.1. Definisi dan Klasifikasi *Aedes Aegypti*

*Aedes aegypti* merupakan vektor dari beberapa virus seperti *yellow fever virus*, *dengue virus*, dan *chikungunya virus*. Virus Dengue tersebar melalui gigitan dari nyamuk *Aedes aegypti* betina yang menghisap darah untuk bertelur. Virus ini tersebar saat nyamuk menggigit manusia yang terinfeksi, kemudian virus ini akan menyebar ke manusia yang digigit selanjutnya (WHO, 2019).

Klasifikasi *Aedes aegypti* menurut (Yulidar, 2016) sebagai berikut:

Kingdom : *Animalia*

Filum : *Arthropoda*

Kelas : *Insecta*

Ordo : *Diptera*

Sub-ordo : *Nematocera*

Famili : *Cuculidae*

Sub-famili : *Culicinae*

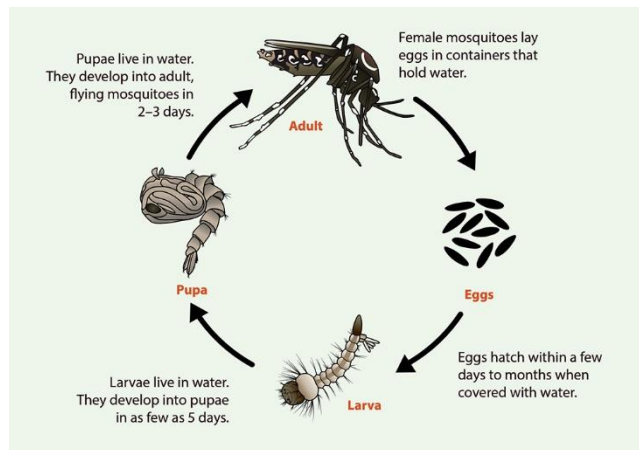
Genus : *Aedes*

Sub-genus : *Stegomyia*

Spesies : *Aedes aegypti*

##### 1.1.2. Siklus Hidup *Aedes aegypti*

*Aedes aegypti* mengalami metamorfosis sempurna yang artinya siklus hidup nyamuk ini dimulai dari telur, larva (jentik), pupa (kepompong), dan nyamuk dewasa (Sayono dkk., 2012). Setiap fase bisa dibedakan dengan melihat morfologi tahapan dalam siklus hidupnya. Seluruh siklus hidup dari *Aedes aegypti* biasanya berkisar selama 7 – 10 hari (CDC, 2021).



**Gambar 1.** Siklus Hidup *Aedes aegypti* (CDC, 2021)

### 2.1.2.1 Fase telur

Telur *Aedes aegypti* berbentuk lonjong, berwarna hitam, dengan ukuran 0,5 – 0,8 mm. Nyamuk *Aedes aegypti* dapat mengeluarkan telur berjumlah kurang lebih 100 butir dalam satu waktu. Saat pertama kali dikeluarkan, telur tersebut berwarna putih serta memiliki konsistensi yang lunak, kemudian menjadi hitam dan keras (Susanti & Suharyo, 2017). Telur-telur ini biasanya mengapung satu persatu dan diletakkan pada dinding tempat penampungan air seperti gentong, lubang batu, bahkan di pelepah pohon pisang (WHO, 2009). Setelah terkena air, telur menetas menjadi larva dalam 1 – 2 hari, sedangkan telur yang tetap kering dapat bertahan hingga 6 bulan. (Sasmitasari, 2021).



**Gambar 2.** Telur *Aedes aegypti* (CDC, 2021)

### 2.1.2.2 Fase larva

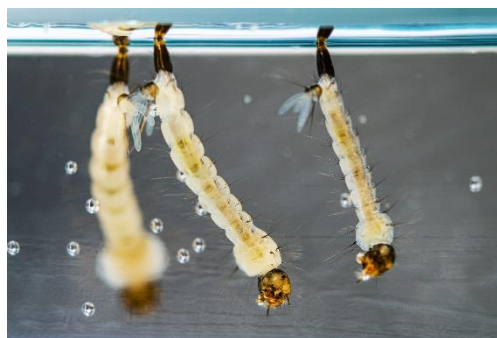
Larva nyamuk berwarna putih kecokelatan dan memiliki ukuran yang bervariasi. Di dalam air, larva nyamuk bergerak seperti meliuk-liuk dengan tubuhnya (Yohana Sianipar et al., 2018). Dapat ditemukan corong udara (sifon) pada ruas terakhir abdomen serta tidak dijumpai rambut-rambut berbentuk kipas (*palmate hairs*) (Yulidar, 2016).

Menurut (Wulandari et al., 2018), larva nyamuk *Aedes aegypti* memiliki 4 tahap pertumbuhan yaitu Instar I, Instar II, Instar III, dan Instar IV. Tiap tahap pertumbuhan larva memiliki morfologi masing-masing.

- Instar I : Berukuran sekitar 1-2 mm, sifon belum berwarna hitam, dan badan masih tembus cahaya.
- Instar II : Berukuran sekitar 2,5-3,9 mm dan sifon belum terlihat dengan jelas.
- Instar III : Berukuran sekitar 5 mm dan sifon terlihat lebih gelap daripada warna badan, serta terlihat gigi sisir di segmen ke-8 abdomen.
- Instar IV : Berukuran sekitar 7-8 mm, Larva *Aedes aegypti* membutuhkan waktu kira-kira 5 hari untuk bertumbuh dari Instar I hingga Instar IV.

Larva instar I dan II lebih banyak memakan bakteri sedangkan instar II dan IV memakan partikel organik yang besar (Schaper & Hernández-Chavarría, 2006).

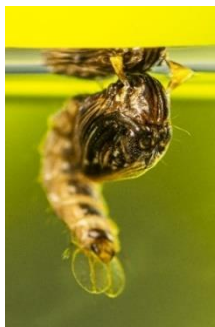
Keberadaan larva atau jentik nyamuk dapat menjadi indikator persebaran populasi *Aedes aegypti*.



**Gambar 3.** Larva nyamuk *Aedes aegypti* (CDC, 2021)

### 2.1.2.3 Fase pupa

Pupa *Aedes aegypti* memiliki bentuk tubuh bengkok seperti koma. Pupa berukuran lebih besar daripada larvanya. Pupa nyamuk ini berukuran lebih kecil dibandingkan dengan pupa jenis nyamuk lain (Kemenkes, 2015). Pupa hanya membutuhkan oksigen untuk bernapas. Lama fase pupa tergantung dengan kualitas air tempatnya berkembang. Fase ini dapat berkisar antara satu hari sampai beberapa minggu (Haditomo, 2010).



**Gambar 4.** Pupa nyamuk *Aedes aegypti* (CDC, 2021)

### 2.1.2.4 Fase dewasa

Tubuh *Aedes aegypti* terdiri dari tiga bagian yaitu kepala, thorax, dan abdomen (Kharisma, 2018). Nyamuk ini juga dikenal sebagai *Black white Mosquito* atau *Tiger Mosquito* karena memiliki ciri yang khas berupa garis dan bercak putih keperakan di tubuhnya serta dua garis putih sejajar di garis median punggungnya yang berwarna hitam (*lyre shaped marking*) (Fatna, 2010). Mulutnya termasuk ke dalam tipe menusuk dan menghisap (*rasping-sucking*), mempunyai enam stilet yang merupakan gabungan dari mandibula dan maxilla yang bergerak vertikal menusuk jaringan hingga ke pembuluh darah kapiler lalu mengeluarkan ludah yang bertindak sebagai antikoagulan. Pada betina, abdomen nyamuk ini mempunyai ujung lancip dan mempunyai cerci yang panjang (Kharisma, 2018).



**Gambar 5.** Nyamuk Dewasa *Aedes aegypti* (CDC, 2021)

### 1.1.3. Bionomik *Aedes aegypti*

#### a. Tempat perindukan

Nyamuk *Aedes aegypti* bersifat antropofilik, yaitu lebih menyukai darah manusia daripada darah hewan, Hal ini menyebabkan nyamuk lebih sering berada di dalam dan sekitar rumah. Wadah yang paling disenangi nyamuk untuk meletakkan telurnya adalah bak mandi, tandon air minum, ember, pot tanaman hias, ban bekas, kaleng bekas, dan lain-lain. Larva nyamuk *Aedes aegypti* tidak dapat berkembang dengan baik di air yang bersentuhan langsung dengan tanah sehingga nyamuk *Aedes aegypti* cenderung meletakkan telurnya di wadah yang berisi air bersih (Rasjid et al., n.d.).

Banyak faktor yang mempengaruhi pemilihan tempat perindukan seperti jenis, bahan, letak, dan warna container. Dari penelitian yang dilakukan oleh Dwi Kusumal, n.d. nyamuk *Aedes aegypti* cenderung bertelur di wadah yang terbentuk dari plastic, berwarna gelap, dan terletak di dalam rumah. Suhu ruangan, kelembaban udara, serta intensitas cahaya juga turut mempengaruhi hal tersebut.

#### b. Kebiasaan menggigit dan beristirahat

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan *daytime feeder*, nyamuk ini aktif menggigit dua jam setelah matahari terbit dan beberapa jam sebelum matahari tenggelam (CDC, 2015) Nyamuk betina membutuhkan protein dari darah untuk menghasilkan telur. Nyamuk jantan tidak beroeran dalam penyebaran penyakit karena hanya memakan nectar ataupun sumber gula lainnya untuk bertahan hidup.

Setelah mengisap darah, nyamuk akan beristirahat di tempat yang lembab dan gelap untuk memulihkan energinya. Nyamuk *Aedes aegypti* suka beristirahat di dalam rumah terutama pada tempat menggantung baju ataupun gordena rumah (Rasjid et al., n.d.).

## 1.2. Pengendalian vektor *Aedes aegypti*

Pengendalian vektor adalah semua kegiatan atau tindakan yang ditujukan untuk menurunkan populasi vektor serendah mungkin sehingga keberadaan tidak lagi beresiko untuk terjadi penularan tular vektor di suatu wilayah. Metode pengendalian vektor terpadu menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 347/Menkes/Per/III/2013 tentang pengendalian vektor yaitu:

### 1. Pengendalian Fisik

Metode pengendalian vektor secara fisik adalah upaya-upaya untuk mencegah, mengurangi, menghilangkan habitat perkembangbiakan vektor dengan cara memanipulasi lingkungan tersebut seperti memasang perangkap, penggunaan raket listrik, pemasangan kelambu, memakai baju lengan panjang dan penggunaan hewan sebagai umpan nyamuk.

### 2. Pengendalian Biologi

Pengendalian secara biologi merupakan pengendalian vektor dengan menggunakan organisme lainnya yang bersifat pemangsa dan bersifat beracun bagi vektor tersebut. Pengendalian ini bisa dilakukan dengan memanfaatkan ikan cupang untuk membasmi larva nyamuk atau dengan menaruh bunga lavender di rumah sebagai pengusir nyamuk.

### 3. Pengendalian Kimia

Metode pengendalian vektor secara kimia dilakukan dengan menggunakan berbagai macam pestisida dengan mempertimbangkan dosis secara rasional untuk mencegah munculnya resistensi genetik pada vektor yang ingin dibasmi.

### 4. Pengelolaan Lingkungan

Pengelolaan ini melibatkan modifikasi lingkungan baik secara permanen maupun sementara. Modifikasi ini dapat dilakukan dengan penimbunan tempat perkembangbiakan, pengaliran drainase, pengelolaan sampah, pengurasan bak air berkala, serta pengangkatan lumut.

## 1.3. Insektisida

### 2.3.1 Insektisida Organofosfat

Organofosfat adalah insektisida yang merupakan derivat dari ester, amida, dan thiol dari asam fosforik. Organofosfat sering digunakan karena dapat membasmi hama dengan cepat serta mudah terurai di alam. Insektisida ini kerap menyebabkan keracunan pada manusia. Organofosfat adalah agen antikolinesterase yang bekerja dengan cara menginaktivasi enzim asetilkolinesterase sehingga dapat menyebabkan penimbunan asetilkolin pada sinaps dan akan menimbulkan dampak bagi saraf otonom. Organofosfat juga diketahui dapat memberikan efek pada jumlah eritrosit, leukosit, limfosit, serta kadar hemoglobin dalam darah (Bakria et al., 2018)

### 2.3.2 Insektisida Malathion

Malathion termasuk kelompok insektisida organosfosfat yang dipergunakan secara luas untuk membasmi serangga di bidang kesehatan, pertanian dan peternakan serta rumah tangga. Pada serangga, malathion memiliki toksitas yang tinggi dan cepat sedangkan toksisitasnya terhadap mamalia relative rendah, hal inilah yang menyebabkan malathion sering digunakan untuk membunuh insekta dan pada umumnya malathion digunakan untuk membasmi serangga yang mempunyai bentuk mulut tusuk – isap. *Mode of entry* dari malathion adalah melalui kontak langsung melalui uap dan meracun lambung dari nyamuk *Aedes aegypti*. *Mode of action* dari malathion ini sendiri adalah dengan menjadi inhibitor asetilkolinesterase di dalam tubuh nyamuk (Achmad Hamzah, 2009).

## 1.4. Resistensi Insektisida

Resistensi insektisida adalah suatu kondisi dimana serangga dapat bertahan hidup dari dosis insektisida yang dalam keadaan normal akan membunuh spesies tersebut (CDC, 2023). Status resistensi dapat terus meningkat melalui papatan insektisida yang terjadi secara terus menerus. Menurut (Mukti, 2016) metode penggunaan dan dosis dari insektisida turut berperan dalam proses ini. Resistensi ini dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, yaitu :

- a. Resistensi enzimatis melalui aktivitas esterase

Enzim esterase di dalam tubuh vektor dapat mengurai insektisida menjadi bahan yang tidak lagi beracun (detoksifikasi).

- b. Resistensi karena gen *knock-down resistance* (kdr)

Mekanisme kdr terjadi dengan cara menurunkan sensitivitas saraf terhadap zat toksik yang ada pada insektisida

- c. Resistensi karena penebalan kutikula

Kutikula yang menebal pada vektor dapat menurunkan laju penyerapan dari insektisida ke dalam tubuhnya sehingga tidak dapat menyebabkan kematian.

- d. Adaptasi perilaku

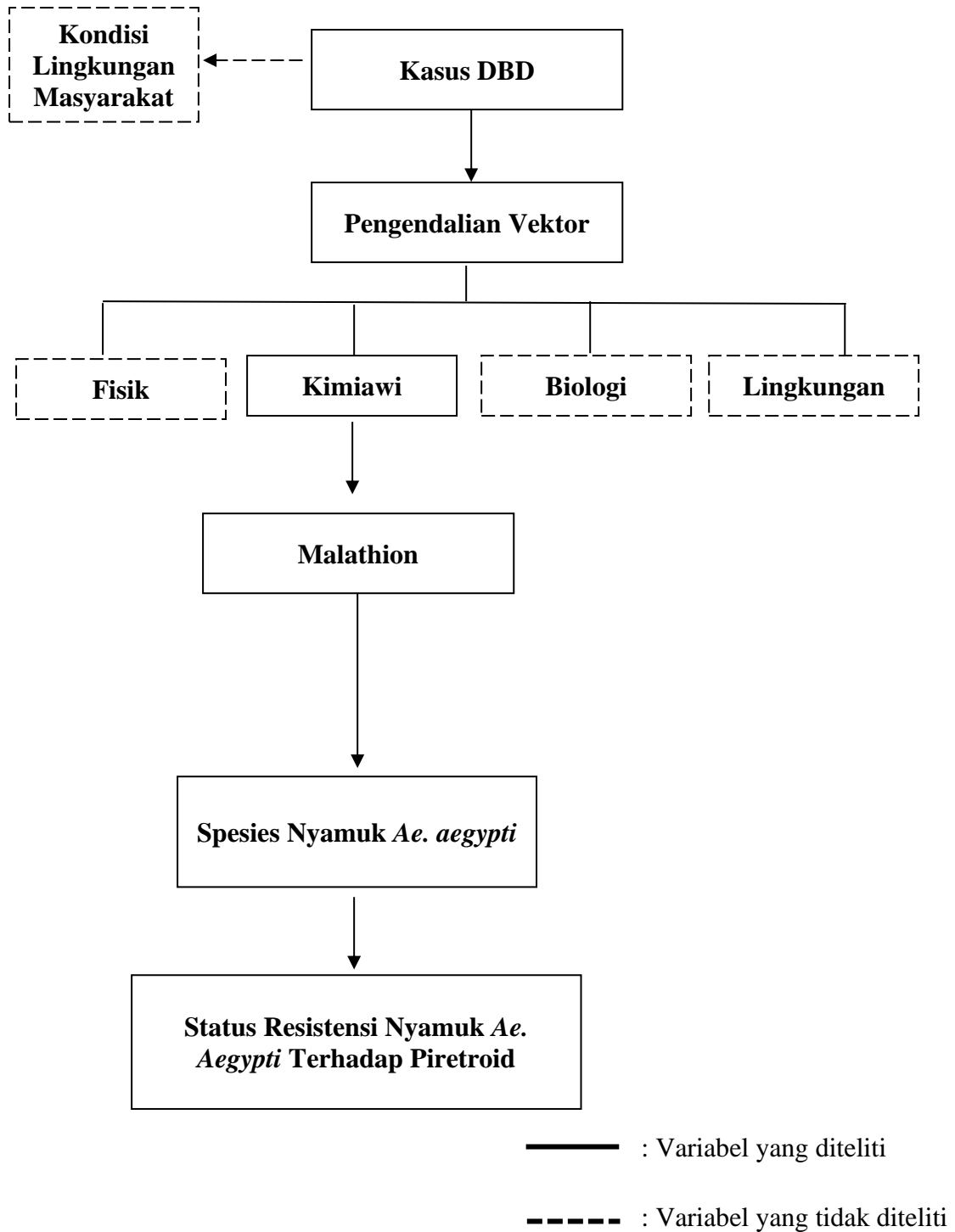
Penggunaan insektisida dengan frekuensi yang tinggi dapat membuat vektor dapat mengenali insektisida dan akan menghindari tempat-tempat yang biasanya telah terpapar oleh insektisida tersebut.



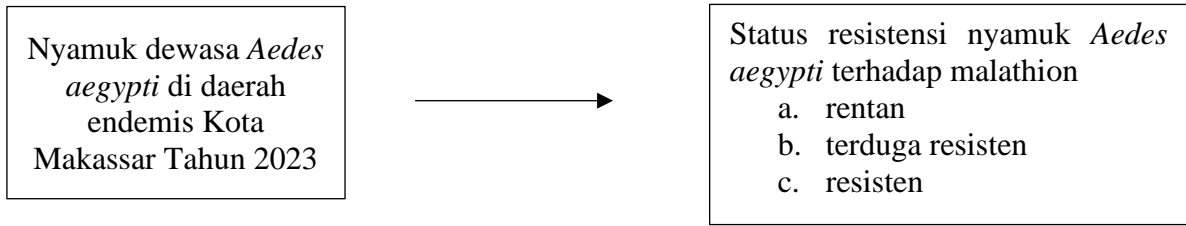
## BAB 3

### KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEPTUAL

#### 3.1. Kerangka Teori



### 3.2. Kerangka Konsep



### 3.3. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Variabel	Definisi Operasional	Alat ukur	Kriteria Objektif	Skala
Nyamuk <i>Ae. Aegypti</i>	Vektor yang membawa dan menyebarkan virus DENV penyebab demam berdarah dengue	Sampel nyamuk	- Kontrol - Perlakuan	Nominal
Organofosfat	Golongan insektisida yang digunakan untuk mengendalikan populasi vektor ( <i>Ae. aegypti</i> ) pembawa virus DENV.		- Malathion -	Nominal
Status resistensi	Suatu keadaan yang memperlihatkan ketahanan vektor ( <i>Ae. aegypti</i> )	<i>CDC bottle bioassay</i>	- Rentan - Curiga resisten - Terkonfirmasi resisten	Ordinal

	bertahan hidup dari paparan insektisida yang dalam keadaan normal dapat membunuh vektor tersebut.			
--	---	--	--	--

### 3.4. Hipotesis

#### 2.3.3 Hipotesis Kerja

Nyamuk *Aedes aegypti* resisten terhadap insektisida malathion.

#### 2.3.4 Hipotesis Nol

Nyamuk *Aedes aegypti* rentan terhadap insektisida malathion.