

SKRIPSI

**MODEL MATEMATIKA POPULASI NYAMUK *Aedes*
Aegypti DIPENGARUHI INSEKTISIDA DAN OVITRAPS**

*MATHEMATICAL MODEL OF MOSQUITO *Aedes*
Aegypti POPULATION AFFECTED
INSECTICIDE AND OVITRAPS*



MUHAMMAD RIZKY ANDRIYANI

24010113120023

DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2020

SKRIPSI

**MODEL MATEMATIKA POPULASI NYAMUK *Aedes*
Aegypti DIPENGARUHI INSEKTISIDA DAN OVITRAPS**

**MATHEMATICAL MODEL OF MOSQUITO *Aedes*
Aegypti POPULATION AFFECTED
INSECTICIDE AND OVITRAPS**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat
Sarjana Matematika (S.Mat.)



MUHAMMAD RIZKY ANDRIYANI

24010113120023

DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

2020

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

MODEL MATEMATIKA POPULASI NYAMUK *Aedes Aegypti*

DIPENGARUHI INSEKTISIDA DAN OVITRAPS

Telah dipersiapkan dan disusun oleh :

MUHAMMAD RIZKY ANDRIYANI

24010113120023

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada Tanggal 30 Juni 2020

Susunan Tim Penguji

Pembimbing II / Penguji,



Dr. Drs. Sutimin, M.Si
NIP. 196403271990011001

Penguji,



Robertus Heri SU, S.Si., M.Si
NIP. 197202031998021001

Ketua Departemen Matematika,



Dr. Susilo Hariyanto S.Si., M.Si
NIP. 197410142000121001

Pembimbing I / Penguji

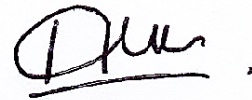


Drs. Kartono, M.Si
NIP. 196308251990031003

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, Juni 2020



Muhammad Rizky Andriyani

Kupersembahkan karya ini untuk :

Ibu dan Ayah

dan segenap keluarga tercinta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir ini. Tugas Akhir yang berjudul “Model Matematika Populasi Nyamuk *Aedes aegypti* dipengaruhi Insektisida dan Ovitrap” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika pada Departemen Matematika Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah membantu, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Susilo Hariyanto S.Si., M.Si. selaku Ketua Departemen Matematika Fakultas Sains dan Matematika UNDIP.
2. Bapak Drs. Kartono, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu juga sabar dalam memberikan bimbingan serta pengarahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Drs. Sutimin, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu juga sabar dalam memberikan bimbingan serta pengarahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Robertus Heri SU, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan demi perbaikan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Matematika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama di bangku perkuliahan.

6. Orang tua serta keluarga penulis yang senantiasa mendoakan dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Semua pihak yang ikut membantu hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bisa membawa manfaat bagi penulis sendiri khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Semarang, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SIMBOL.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penulisan	3
1.5 Metodologi Penulisan	4
1.6 Sitematika Penulisan	5
BAB II TEORI PENUNJANG	
2.1 Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	7
2.2 Siklus Hidup Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	7

2.3	Perangkap Telur Nyamuk (Ovitrap)	8
2.4	Pemodelan Matematika	9
2.5	Penjumlahan dan Determinan Matriks	11
2.6	Sistem Persamaan Diferensial	12
2.7	Limit Fungsi	16
2.7.1	Kekontinuan Fungsi	17
2.7.2	Turunan Fungsi	18
2.7.3	Turunan Parsial Fungsi	18
2.7.3.1	Fungsi Lebih dari Dua Variabel	20
2.7.3.2	Turunan-turunan yang Lebih Tinggi	20
2.8	Titik Keseimbangan	21
2.9	Linierisasi Sistem Persamaan Diferensial Non Linier	21
2.10	Kriteria Kestabilan	23
2.10.1	Kestabilan Titik	23
2.10.2	Kestabilan Routh-Hurwitz	24

BAB III PEMBAHASAN

3.1	Model Populasi Dinamik Nyamuk <i>Aedes Aegypti</i>	27
3.1.1	Identifikasi Variabel dan Parameter	29
3.2	Proses Pembentukan Model Dinamik Pertumbuhan Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Termasuk Pengaruh Menggunakan Ovitrap dan Resistan terhadap Bahan Kimia	31
3.2.1	Perubahan Rata-rata Jumlah Nyamuk <i>Aedes aegypti</i>	

Belum Dewasa terhadap Waktu t.....	31
3.2.2 Perubahan Rata-rata Jumlah Nyamuk Dewasa <i>Aedes</i>	
<i>aegypti Non-resistance</i> terhadap Waktu t.....	32
3.2.3 Perubahan Rata-rata Jumlah Nyamuk Dewasa <i>Aedes</i>	
<i>aegypti Resistance</i> terhadap Waktu t.....	33
3.3 Analisis Titik Keseimbangan	
3.3.1 Analisis Titik Keseimbangan Bebas Nyamuk	34
3.3.2 Analisis Titik Keseimbangan Endemik	36
3.4 Analisis Kestabilan Model	
3.4.1 Analisis Kestabilan Model di Titik Keseimbangan	
Bebas Nyamuk.....	38
3.4.2 Analisis Kestabilan Model di Titik Keseimbangan	
Endemik Nyamuk	45
3.5 Simulasi Numerik.....	56
 BAB IV PENUTUP	 63
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Auticidal Ovitrap</i> s	9
Gambar 2.2	Proses Pemodelan Matematika.....	10
Gambar 3.1	Skema Perpindahan Antar Kelas termasuk Resistan Terhadap Bahan Kimia	28
Gambar 3.2	Skema Perpindahan Antar Kelas termasuk Resistan Terhadap Bahan Kimia Dan Pengaruh Dengan Menggunakan Ovitraps ...	29
Gambar 3.3	Grafik perubahan pertumbuhan populasi nyamuk <i>Aedes aegypti</i> dengan menggunakan pengaruh ovitraps dan insektisida pada kondisi awal endemik $x(0)=162$, $y(0)=70$, $z(0)=11$	61

DAFTAR SIMBOL

x	Rata-rata jumlah nyamuk <i>Aedes aegypti</i> belum dewasa
y	Rata-rata jumlah nyamuk <i>Aedes aegypti non-resistance</i>
z	Rata-rata jumlah nyamuk <i>Aedes aegypti resistance</i>
ε	Tingkat kematian alami nyamuk dewasa yang resistan maupun tidak resistan
f	Fraksi tahap muda yang resistan dan berkembang menjadi nyamuk dewasa resistan
g	Fraksi telur yang menetas menjadi nyamuk betina
k	Kapasitas muatan belum dewasa
u_1	Fraksi kematian nyamuk dewasa yang tidak resistan
u_2	Laju telur nyamuk dipengaruhi <i>ovitraps</i>
λ	Nilai Eigen

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria Kestabilan Berdasarkan Nilai Eigen	23
Tabel 3.1	Deskripsi Variabel Bebas dan Variabel tak Bebas	29
Tabel 3.2	Simbol dan Deskripsi Parameter	30
Tabel 3.3	Nilai Parameter	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Mencari nilai eigen bebas nyamuk	68
Lampiran 2 Mencari nilai titik kesetimbangan endemik.....	69
Lampiran 3 Mencari nilai eigen endemik nyamuk	70
Lampiran 4 Membuat Grafik Untuk Mengetahui Perubahan Nyamuk <i>Aedes</i> <i>aegypti</i> dengan menggunakan Ovitrap dan Insektisida.....	71

ABSTRAK

MODEL MATEMATIKA POPULASI NYAMUK *Aedes aegypti* DIPENGARUHI INSEKTISIDA DAN OVITRAPS

oleh

Muhammad Rizky Andriyani

24010113120023

Nyamuk *Aedes aegypti* adalah nyamuk yang membawa virus dengue penyebab penyakit demam berdarah. Dalam Tugas Akhir ini dibahas model matematika populasi nyamuk *Aedes aegypti* dipengaruhi insektisida dan ovitraps. Model ini terdiri dari 3 kelas yaitu nyamuk belum dewasa, nyamuk dewasa non-resistan, dan nyamuk dewasa resistan. Model ini didasarkan pada persamaan diferensial biasa non-linier. Dari analisa titik kesetimbangan diperoleh bahwa kestabilan titik bebas nyamuk tidak stabil sedangkan kestabilan endemik nyamuk stabil. Penambahan ovitraps dan insektisida dalam mengurangi populasi nyamuk *Aedes aegypti* berpengaruh seperti terlihat dalam hasil simulasi numerik.

Kata kunci: Nyamuk *Aedes aegypti*, titik kesetimbangan, ovitraps, insektisida

ABSTRACT

MATHEMATICAL MODEL OF MOSQUITO Aedes Aegypti POPULATION AFFECTED INSECTICIDE AND OVI TRAPS

by

Muhammad Rizky Andriyani

24010113120023

Aedes aegypti mosquito is a mosquito that carries the dengue virus that causes dengue fever. In this Final Project a mathematical model of *Aedes aegypti* mosquito population is influenced by insecticides and ovitraps. This model consists of 3 classes: immature mosquitoes, non-resistant adult mosquitoes, and adult resistant mosquitoes. This model is based on ordinary non-linear differential equations. From the analysis of the equilibrium point, it is found that the stability at the mosquito-free point is not stable while the endemic stability of the mosquito is stable. The addition of ovitraps and insecticides in reducing the *Aedes aegypti* mosquito population was influential as seen in the results of numerical simulations.

Keywords: *Aedes aegypti* mosquito, equilibrium point, ovitraps, insecticide