



**MODEL MATEMATIKA DEMAM TIFOID
DENGAN MENGAKOMODASI FAKTOR PENGOBATAN**

SKRIPSI

**untuk memenuhi persyaratan
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Matematika**

Oleh:

**KURATUL AINAH
NIM. 1811011120025**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
AGUSTUS 2023**

SKRIPSI

MODEL MATEMATIKA DEMAM TIFOID DENGAN MENGAKOMODASI FAKTOR PENGOBATAN

Oleh:
KURATUL AINAH
NIM 1811011120025

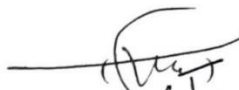

telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 11 Agustus 2023.
Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing I

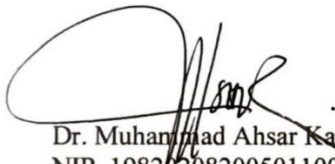


Yuni Yulida, S.Si., M.Sc.
NIP. 198110102005012004

Dosen Penguji:

1. Drs. Faisal, M.Si. 
2. Hermei Lissa, S.Pd., M.Si. ()

Pembimbing II



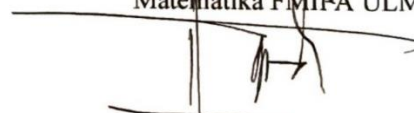
Dr. Muhammad Ahsar Karim, S.Si., M.Sc.
NIP. 198202082005011003

Banjarbaru, 11 Agustus 2023



Yuni Yulida, S.Si., M.Si.
NIP. 198110102005012004

Koordinator Program Studi
Matematika FMIPA ULM,



Pardi Affandi, S.Si., M.Sc.
NIP. 197806112005011001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya tulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru, 18 Agustus 2023



Kuratul Ainah

NIM. 1811011120025

ABSTRAK

MODEL MATEMATIKA DEMAM TIFOID DENGAN MENGAKOMODASI FAKTOR PENGOBATAN (Oleh: Kuratul Ainah; Pembimbing: Yuni Yulida, Muhammad Ahsar Karim; 2023; 64 halaman)

Penyakit menular adalah suatu penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme, kuman penyebab terjadinya suatu penyakit, seperti bakteri, virus, parasit dan jamur yang ditularkan dari manusia ke manusia, binatang ke manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Salah satu penyakit menular yang dapat dibentuk ke dalam bentuk model matematika adalah demam tifoid. Demam tifoid merupakan infeksi yang dapat mengancam jiwa yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella* yang umumnya menyebar melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi bakteri tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah menjelaskan pembentukan model matematika demam tifoid dengan mengakomodasi faktor pengobatan, menentukan titik ekuilibrium, menentukan bilangan reproduksi dasar yang setelahnya akan digunakan pada analisis kestabilan lokal pada model dan dilakukan simulasi. Hasil dari penelitian ini adalah terbentuknya model matematika demam tifoid dengan mengakomodasi faktor pengobatan berupa model SIRB (*Susceptible, Infected, Recovered, dan Bacteria*). Berdasarkan model tersebut diperoleh dua titik ekuilibrium yaitu titik ekuilibrium bebas penyakit dan titik ekuilibrium endemik yang stabil asimtotik lokal. Simulasi numerik dengan menggunakan model disajikan sebagai pendukung dari penjelasan terkait analisis kestabilan model berdasarkan nilai awal dan nilai parameter yang memenuhi syarat kestabilan.

Kata kunci: Penyakit Menular, Demam Tifoid, Model SIRB, Titik Ekuilibrium, Kestabilan Lokal.

ABSTRACT

MATHEMATICAL MODEL OF TYPHOID FEVER BY ACCOMMODATING TREATMENT FACTORS (By: Kuratul Ainah; Supervisor: Yuni Yulida, and Muhammad Ahsar Karim; 2023; 64 pages)

Infectious disease is a disease caused by microorganisms, germs that cause a disease, such as bacteria, viruses, parasites and fungi that are transmitted from human to human, animal to human, either directly or indirectly. One of the infectious diseases that can be formed into the form of mathematical models is typhoid fever. Typhoid fever is a life-threatening infection caused by Salmonella bacteria that generally spread through food or drinks contaminated with these bacteria. The purpose of this study is to explain the formation of a mathematical model of typhoid fever by accommodating treatment factors, determining the equilibrium point, determining the basic reproduction number which will then be used in local stability analysis of the model and simulation. The result of this study is the formation of a mathematical model of typhoid fever by accommodating treatment factors in the form of a SIRB (Susceptible, Infected, Recovered, and Bacteria) model. Based on the model, two equilibrium points were obtained, namely the disease-free equilibrium point and the local asymptotic stable endemic equilibrium point. Numerical simulations using the model are presented to support the explanation related to the stability analysis of the model based on initial values and parameter values that meet the stability requirements.

Keywords: *Infectious Diseases, Typhoid Fever, SIRB Model, Equilibrium Point, Local Stability.*

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model Matematika Demam Tifoid dengan Mengakomodasi Faktor Pengobatan” ini tepat pada waktunya. Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program sarjana Strata-1 Matematika di Program Studi Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan pengikut beliau hingga yaumul akhir.

Dalam penyelesaian studi dan penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak memperoleh dukungan dan bantuan baik pengajaran, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Drs. Abdul Gafur, M.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.
2. Bapak Pardi Affandi, S.Si., M.Sc. selaku Koordinator Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.
3. Ibu Yuni Yulida, S.Si., M.Sc. dan Bapak Dr. Muhammad Ahsar Karim, S.Si., M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah sabar dalam memberikan kritik, saran dan pengarahan kepada penulis selama proses penulisan skripsi ini.
4. Bapak Drs. Faisal, M.Si. dan Ibu Hermei Lissa, S.Pd., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan pengarahan untuk perbaikan pada penulisan skripsi ini.
5. Ibu Yuana Sukmawaty, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, semangat, apresiasi, motivasi serta arahan selama penulis menempuh studi di Program Studi Matematika.

6. Seluruh dosen-dosen pengajar Program Studi Matematika atas bimbingan dan motivasi selama perkuliahan.
7. Kedua orang tua penulis, Anang Kustar dan Nor Ainah, terima kasih atas segala kasih sayang, doa, nasihat, dukungan dan kesabaran dalam mendampingi dan membimbing penulis.
8. Kakak dan adik tersayang penulis, Moh. Ansari dan Muhammad Syahirul Alim yang selalu memberikan dukungan, dan semangat kepada penulis.
9. Sahabat penulis tercinta Nur Rahmi terima kasih atas semangat, motivasi dan dukungan selama perkuliahan ini.
10. Teman-teman Sahabat Bumi, terima kasih atas kebaikan dan kenangan indah selama penulis di Program Studi Matematika.
11. Seluruh keluarga, sahabat, dan rekan-rekan mahasiswa matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat, khususnya kepada teman-teman angkatan 2018 dan 2019 yang bersedia menerima penulis dari awal pindah serta seluruh pihak yang telah memberikan bantuan selama proses penulisan skripsi ini.
12. Terakhir, terima kasih untuk diri saya sendiri, karena telah berusaha keras dan berjuang hingga mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Sebagai manusia biasa penulis menyadari penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karenanya atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, penulis memohon maaf dan bersedia menerima kritik serta saran yang membangun. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Banjarbaru, 18 Agustus 2023



Kuratul Ainah
NIM. 1811011120025

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

- $S(t)$: Jumlah individu pada subpopulasi manusia sehat tetapi rentan terinfeksi penyakit (*Susceptible*) pada saat t .
- $I(t)$: Jumlah individu pada subpopulasi manusia yang terinfeksi penyakit (*Infected*) pada saat t .
- $R(t)$: Jumlah individu pada subpopulasi manusia yang sembuh dari infeksi penyakit (*Recovered*) pada saat t .
- $B(t)$: Jumlah bakteri pada populasi bakteri yang dapat menyebabkan penyakit (*Bacteria*) pada saat t .
- $N_H(t)$: Total populasi manusia (*Human*) pada saat t , $N_H(t) = S(t) + I(t) + R(t)$.
- $\frac{dS}{dt}$: Perubahan jumlah individu pada subpopulasi manusia sehat tetapi rentan terinfeksi penyakit (*Susceptible*) terhadap waktu.
- $\frac{dI}{dt}$: Perubahan jumlah individu pada subpopulasi manusia yang terinfeksi penyakit (*Infected*) terhadap waktu.
- $\frac{dR}{dt}$: Perubahan jumlah individu pada subpopulasi manusia yang sembuh dari infeksi penyakit (*Recovered*) terhadap waktu.
- $\frac{dB}{dt}$: Perubahan jumlah bakteri pada populasi bakteri yang dapat menyebabkan penyakit (*Bacteria*) terhadap waktu.
- Λ : Jumlah pertambahan individu baru lahir pada populasi manusia.
- μ : Laju kematian alami pada populasi manusia.
- α : Laju penularan demam tifoid.
- κ : Konsentrasi bakteri *Salmonella typhi* pada makanan atau minuman.
- δ : Laju kematian individu yang terinfeksi akibat demam tifoid.
- ϵ : Laju kesembuhan individu yang terinfeksi dengan pengobatan.
- η : Laju penularan individu yang terinfeksi bakteri.
- ν : Laju kematian pada populasi bakteri.

- ω : Proporsi individu pada subpopulasi *Infected* yang diberi pengobatan.
- $\frac{B}{\kappa + B}$: Proporsi dari individu pada subpopulasi *Susceptible* yang kontak dengan populasi *Bacteria* melalui makanan atau minuman.
- $\omega\epsilon$: Proporsi laju kesembuhan individu infeksi yang diberi pengobatan.
- $(1 - \omega)$: Proporsi individu yang terinfeksi bakteri yang tidak diberi pengobatan.
- E_0 : Titik ekuilibrium bebas penyakit.
- E^* : Titik ekuilibrium endemik.
- R_0 : Bilangan Reproduksi Dasar.
- J : Matriks Jacobian.
- G : Matriks *Next Generation*.
- λ : Nilai eigen.
- WHO : *World Health Organization*.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA	vi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.3 Sistematika Penulisan	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Persamaan Diferensial.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Sistem Persamaan Diferensial.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Model SIR Klasik.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Titik Ekuilibrium.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Analisis Kestabilan	Error! Bookmark not defined.
2.6 Demam Tifoid	Error! Bookmark not defined.
2.7 Pengobatan	Error! Bookmark not defined.
2.8 Metode Runge-Kutta.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III PROSEDUR PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Pembentukan Model Matematika Demam Tifoid dengan Mengakomodasi Faktor Pengobatan.....	Error! Bookmark not defined.

4.2 Titik Ekuilibrium pada Model Matematika Demam Tifoid dengan Mengakomodasi Faktor Pengobatan	Error! Bookmark not defined.
4.3 Kestabilan Lokal Pada Model Matematika Demam Tifoid dengan Mengakomodasi Faktor Pengobatan	Error! Bookmark not defined.
4.4 Simulasi Model Matematika Demam Tifoid dengan Mengakomodasi Faktor Pengobatan	Error! Bookmark not defined.
BAB V PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Nilai Awal yang digunakan untuk Simulasi E_0 Error! Bookmark not defined.	
4.2 Nilai Parameter yang digunakan untuk Simulasi E_0 Error! Bookmark not defined.	
4.3 Solusi Numerik Persamaan (4.53) di Titik Ekuilibrium Bebas Penyakit.....	49
4.4 Nilai Awal yang digunakan untuk Simulasi E^*	51
4.5 Parameter yang digunakan untuk Simulasi E^*	51
4.6 Solusi Numerik Persamaan (4.54) di Titik Ekuilibrium Endemik.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Diagram Alir Model SIR Kermack-McKendrick	Error! Bookmark not defined.
4.1 Alur Model Matematika Demam Tifoid dengan Mengakomodasi Faktor Pengobatan dengan Model SIRB	Error! Bookmark not defined.
4.2 Simulasi Titik Ekuilibrium E_0 dengan $S(0) = 230; I(0) = 100; R(0) = 75;$ dan $B(0) = 50$	Error! Bookmark not defined.
4.3 Simulasi Titik Ekuilibrium E^* dengan $S(0) = 230; I(0) = 100; R(0) = 75;$ dan $B(0) = 50$	Error! Bookmark not defined.