MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT DEMAM TIFOID DENGAN VAKSINASI DAN PENGOBATAN

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar

Sarjana Sains

Oleh:

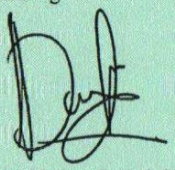
Daya Rekha Pramastadiva
NIM. 16030039/2016

PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2020

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul	: Model Matematika Penyebaran Penyakit Demam Tifoid dengan Vaksinasi dan Pengobatan
Nama	: Daya Rekha Pramastadiva
NIM	: 16030039
Program Studi	: Matematika
Jurusan	: Matematika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang,21 November 2020
Disetujui oleh,
Pembimbing



Dr. Devni Prima Sari, S.Si.,M.Sc
NIP.19841220 201012 2 006

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama	: Daya Rekha Pramastadiva
NIM / TM	: 16030039/2016
Program Studi	: Matematika
Jurusan	: Matematika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan Judul Skripsi

MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN PENYAKIT DEMAM TIFOID DENGAN VAKSINASI DAN PENGOBATAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Matematika Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 21 November 2020

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Devni Prima Sari, S.Si.,M.Sc	
Anggota	: Dra. Media Rosha, M.Si	
Anggota	: Rara Shandy Winanda, S.Pd, M.Sc	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Daya Rekha Pramastadiva
NIM	: 16030039
Program Studi	: Matematika
Jurusan	: Matematika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan, bahwa skripsi saya dengan judul **"Model Matematika Penyebaran Penyakit Demam Tifoid dengan Vaksinasi dan Pengobatan"** adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang,04 Desember 2020

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Matematika,

Dra. Media Rosha, M.Si.
NIP. 19620815 1987032 0024

Saya yang menyatakan,

METERAI TEMPEL
6298AAHF756093114
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Daya Rekha Pramastadiva
NIM. 16030039

Model Matematika Penyebaran Penyakit Demam Tifoid dengan Vaksinasi dan Pengobatan

Daya Rekha Pramastadiva

ABSTRAK

Demam tifoid merupakan suatu penyakit infeksi akut pada saluran pencernaan yang disebabkan oleh bakteri *Salmonella typhi*. Di Indonesia demam tifoid merupakan penyakit yang bersifat endemik. Vaksinasi dan pengobatan merupakan cara pihak kesehatan untuk menekan angka kejadian demam tifoid. Tujuan dari penelitian ini adalah membentuk model matematika penyebaran penyakit demam tifoid dengan vaksinasi dan pengobatan dan menginterpretasikan hasil analisis dari model matematika penyebaran penyakit demam tifoid dengan vaksinasi dan pengobatan .

Penelitian ini merupakan penelitian dasar dengan menggunakan metode deskriptif. Penelitian ini dimulai dengan menentukan variabel, parameter, dan asumsi-asumsi sehingga dapat dilakukan proses pembentukan model matematika penyebaran penyakit demam tifoid dengan vaksinasi dan pengobatan. Setelah model matematika dibentuk maka akan dilakukan analisis pada model dan hasil analisis akan diinterpretasikan.

Berdasarkan hasil analisis model terdapat dua titik tetap yaitu titik tetap bebas penyakit dan titik tetap endemik. Berdasarkan simulasi, setelah memasukkan nilai masing-masing parameter didapatkan $R_0 = 0{,}002619194$. Dapat diketahui bahwa $R_0 < 0$. Artinya, tidak terjadi penyebaran penyakit demam tifoid.

Kata kunci: Model Matematika, Demam Tifoid, Vaksinasi, Pengobatan

Mathematical Model of Typhoid FeverDisease with Vaccination and Treatment

Daya Rekha Pramastadiva

ABSTRAK

Typhoid fever is an acute infectious disease of the digestive tract caused by the bacteria *Salmonella typhi.* In Indonesia, typhoid fever is an endemic disease. Vaccination and treatment are ways for health authorities to reduce the incidence of typhoid fever. The purpose of this study was to form a mathematical model of the spread of typhoid fever with vaccination and treatment and interpreting the analysis result of mathematical model of the spread of typhoid fever with vaccination.

This research is a basic research using descriptive method. This research started from variable, parameter, assumption deterination so that can from the mathematical model spread of typhoid fever with vaccination and treatment . After the mathematical model is formed, an analysis will be carried out on the model and the results of the analysis will be interpreted.

Based on the results of the model analysis, there are two fixed points, namely disease-free fixed points and endemic fixed points. Based on simulation, so that $R_0 = 0{,}002619194$. It is also found $R_0 < 0$. Its mean that there is no spread of typhoid fever.

Keywords: Mathematical Model, Typhoid Fever, Vaccination, Treatment

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur peneliti ucapkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia, kesempatan serta kemudahan sehingga peneliti bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Model Matematika Penyebaran Penyakit Demam Tifoid dengan Vaksinasi dan Pengobatan"**. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) padaprogram studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Padang.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak berupa dorongan semangat, nasihat, dan bimbingan. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terimasih kepada:

1. Ibu Dr. Devni Prima Sari, S.Si., M.Sc, Pembimbing.
2. Ibu Dra. Media Rosha, M.Si, Penguji , Ketua Jurusan Matematika, dan Ketua Prodi Studi Matematika Universitas Negeri Padang.
3. Ibu Rara Sandhy Winanda, S.Pd, M.Sc, Penguji.
4. Ibu Dra. Arnellis, M.Si, Penasehat Akademik.
5. Bapak dan Ibu Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Matematika Universitas Negeri Padang.
6. Orang Tua dan Keluarga yang selalu mendoakan, memberi semangat, nasehat, serta dukungan secara materi dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman seangkatan Matematika 2016
8. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Semoga bimbingan, bantuan, dan masukan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal dan mendapat pahala dari Allah SWT.

Peneliti penyadari dalam penulisan ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun peneliti harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat dipergunakan sebagai pedoman untuk peneliti selanjutnya. Akhir kata peneliti ucapkan terimakasih.

Padang, 18 Oktober 2020

Daya Rekha Pramastadiva

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK i

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI v

DAFTAR TABEL vii

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR LAMPIRAN ix

BAB I. PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang 1

B. Rumusan Masalah 5

C. Pertanyaan Penelitian 5

D. Tujuan Penelitian 6

E. Metode Penelitian 6

F. Manfaat Penelitian 7

BAB II. KAJIAN TEORI 9

A. Demam Tifoid 9

1. Gejala dan Masa Inkubasi Demam Tifoid 9

2. Cara Penularan Penyakit Demam Tifoid 11

B. Pengobatan Demam Tifoid 12

C. Vaksinasi 12

1. Vaksinasi Demam Tifoid 12
D. Imigrasi 13
1. Pengaruh Imigrasi Terhadap Penyebaran Penyakit Demam Tifoid ... 13
E. Pemodelan matematika 14
F. Persamaan diferensial 20
G. Teori Kestabilan lokal 23
H. Kriteria Routh-Hurwitz 28
I. Bilangan Reproduksi Dasar 29
BAB III. HASIL PENELITIAN 33
A. Pembentukan Model Penyebaran Penyakit Demam Tifoid dengan Vaksinasi dan Pengobatan 33
B. Analisis Kestabilan Titik Tetap Model Penyebaran Penyakit Demam Tifoid dengan Vaksinasi dan Pengobatan 41
C. Interpretasi Model Matematika Penyebaran Penyakit Demam Tifoid dengan Vaksinasi dan Pengobatan 57
BAB IV. PENUTUP 59
A. Kesimpulan 59
B. Saran 61
DAFTAR PUSTAKA 62
LAMPIRAN 64

DAFTAR TABEL

TABEL Halaman

1 Daftar Variabel dan Keterangan.....35

2 Daftar Parameter dan Keterangan 36

3 Parameter untuk Simulasi Model Matematika Penyakit Demam Tifoid ..**57**

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR Halaman

1 Diagram Model SEIR dengan Kelahiran dan Kematian 18

2 Diagram Kompartemen Model SEIR Demam Tifoid dengan Vaksinasi dan Pengobatan 37

3 Simulasi Model Penyebaran Penyakit Demam Tifoid dengan Vaksinasi dan Pengobatan 58

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN Halaman

1 Program MAPLE Solusi Model 69

2 Program MAPLE Simulasi Model 85

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penyebaran penyakit menular masih merupakan masalah kesehatan yang besar dihampir semua negara berkembang. Penyakit menular merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, virus, atau jamur yang dapat ditularkan melalui berbagai media (Vatimatunnimah, 2013). Salah satu penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri adalah penyakit demam tifoid. Demam tifoid merupakan infeksi akut pada saluran pencernaan yang disebabkan oleh *Salmonella typhi* (Soedarmo *et al*., 2008).

Badan Kesehatan Dunia/(WHO) menyatakan penyakit demam tifoid didunia mencapai 11-20 juta kasus per tahun yang mengakibatkan sekitar 600.000 kematian tiap tahunnya (WHO, 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Khan, dkk tahun 2013 menyatakan bahwa demam tifoid endemik di Asia tenggara, India, Afrika, Timur tengah, Amerika selatan, dan Amerika tengah. Hal ini disebabkan karena kurang memadainya pasokan air bersih.

Deman tifoid di Indonesia harus mendapat perhatian serius dari berbagai pihak, karena penyakit ini bersifat endemik dan mengancam kesehatan masyarakat (Purba, 2016). Demam tifoid juga menjadi penyebab utama dari penyakit dan kematian terutama dikalangan anak-anak dan remaja, penyakit ini sangat erat kaitannya dengan kualitas yang mendalam

dari higienis pribadi maupun sanitasi lingkungan serta perilaku masyarakat yang tidak mendukung hidup sehat (Depkes RI, 2013).

Di Indonesia angka kejadian kasus demam tifoid diperkirakan rata-rata 900.000 kasus pertahun dengan lebih dari 200.000 kematian (Apyadi, 2018). Penyakit ini mencapai tingkat prevelensi 358-810/100.000 penduduk di Indonesia (Yonathan, 2016)

Demam tifoid menjadi salah satu dari lima penyebab kematian Indonesia. Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan menunjukan bahwa program pengendalian tifoid di Indonesia belum terlaksana secara optimal, terdapat berbagai hambatan dalam proses pelaksanaan program. Ditambah dengan semakin kompleksnya penyakit karena terdapat kasus *relaps*. Dimana, seseorang yang sudah sembuh dapat terinfeksi kembali (Purba, dkk, 2016)

Bakteri penyebab demam tifoid ini dapat ditularkan dari orang yang terinfeksi apabila terjadinya interaksi antara orang yang sehat dengan orang yang terinfeksi tersebut. Seseorang yang terinfeksi bakteri penyebab demam tifoid bisa menyebar ke seluruh tubuh yang dapat mempengaruhi organ tubuh penderita. Orang yang terinfeksi penyakit demam tifoid dapat menularkan bakteri melalui fases dan urin, makanan dan minuman yang sudah terkontaminasi dengan urin atau feses penderita ataupun mengkonsumsi makanan yang ditangani oleh orang yang sedang mengalami demam tifoid dan belum dinyatakan sembuh oleh dokter. Tanpa perawatan yang tepat, penyakit ini bisa menyebabkan komplikasi serius yang berakibat fatal (Wasito, dkk, 2009)

Gejala utama demam berupa demam tinggi, sakit kepala, sakit perut, kehilangan nafsu makan dan penurunan berat badan, ruam dengan bintik kecil berwarna merah pada kulit, dan sembelit atau diare. Demam tifoid merupakan penyakit yang disebabkan oleh bakteri sehingga dapat menyerang siapa saja yang tidak menjaga kebersihan diri dan lingkungannya. Diperlukan tindakan pencegahan dan penanganan yang tepat untuk penyakit ini karena dapat menyebabkan berbagai komplikasi. Salah satu pencegahnnya adalah dengan memberikan vaksin tifoid. Menurut WHO menunjukkan bahwa vaksin dapat menekan penyebaran penyakit. Walaupun dibeberapa kasus terjadi ketidakefektifan vaksin yang disebabkan karena kondisi masing-masing individu. Penanganan seperti pengobatan yang tepat terhadap penderita juga diperlukan untuk menekan angka kesakitan demam tifoid.

Salah satu penyebab penyebaran penyakit demam tifoid adalah migrasi yang dilakukan oleh individu yang berada pada daerah atau negara yang endemik terhadap penyakit demam tifoid. Migrasi orang yang membawa bibit penyakit menentukan seberapa besar efek penyakit tersebut pada populasi yang ada. Selain itu, Indonesia merupakan salah satu negara dengan konsekuensi pertumbuhan dan perkembangan ekonomi yang cepat, menimbulkan dampak terjadinya migrasi pekerja antar negara yang berdekatan. Mobilisasi antar pekerja ini memungkinkan terjadinya perpindahan atau penyebaran *Salmonella typhi* antar negara endemik (Yanita, 2011).

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, model matematika telah banyak ikut berperan dalam pencegahan meluasnya penyebaran penyakit menular. Model matematika pada penyebaran penyakit demam tifoid merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk mempertimbangkan langkah-langkah apa saja yang dapat dilakukan dalam pengendalian penyebaran penyakit demam tifoid.Berdasarkan penerapan upaya-upaya pengendalian ini dapat dibentuk model matematika pengendalian penyebaran penyakit demam tifoid sehingga penyebarannya berkurang dan tidak meluas.

Dalam penelitian ini, model yang digunakan untuk mengendalikan penyebaran penyakit demam tifoid didapat dengan mengembangkan model SEIR oleh Karunditu *at al* tahun 2019 dengan perbedaan sebagai berikut:

1. Penelitan yang dilakukan Karunditu *at al* belum mempertimbangkan pengaruh vaksinasi sehingga pada penelitian ini akan diasumsikan adanya pemberian vaksin pada individu yang lahir dan pada imigran . Jika vaksin efektif maka individu akan masuk pada subpopulasi sembuh. Jika vaksin tidak efektif dan terjadi kontak antara individu pada kelas rentan dengan individu pada kelas terinfeksi maka individu akan berpeluang masuk ke kelas *exposed.*
2. Penelitian ini mempertimbangkan pemberian pengobatan yang tepat pada subpopulasi yang terinfeksi. Keefektifan pengobatan juga berpengaruh. Jika pengobatan berjalan baik maka individu dapat sembuh.

3. Penelitian ini mempertimbangkan adanya pengaruh faktor imigrasi pada penyebaran penyakit demam tifoid.
4. Penelitian ini juga mempertimbangkan adanya kejadian *relaps* (individu yang sudah sembuh dapat terinfeksi penyakit demam tifoid kembali)

Kemudian, setelah mendapatkan model akan dilakukan analisis dan dari hasil analisis tersebut akan diinterpretasikan pada keadaan yang sebenarnya. Analisis kestabilan lokal pada model ini diharapkan dapat membantu memprediksi pengendalian penyebaran penyakit demam tifoid dimasa yang akan datang. Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul **"Model Matematika Penyebaran Penyakit Demam Tifoid dengan Vaksinasi dan Pengobatan"**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah "Bagaimanakah model matematika penyebaran penyakit demam tifoid dengan vaksinasi dan pengobatan?"

C. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, dijabarkan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk model matematika penyebaran penyakit demam tifoid dengan vaksinasi dan pengobatan?

2. Apa hasil interpretasi yang diperoleh dari hasil analisis kestabilan lokal model matematika penyebaran penyakit demam tifoid dengan vaksinasi dan pengobatan?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang diajukan di atas maka tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Membentuk model matematika penyebaran penyakit demam tifoid dengan vaksinasi dan pengobatan.
2. Menganalisis kestabilan lokal model matematika penyebaran penyakit demam tifoid dengan vaksinasi dan pengobatan.
3. Menginterpretasikan hasil analisis kestabilan lokal model matematika penyebaran penyakit demam tifoid dengan vaksinasi dan pengobatan.

E. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian dasar (teoritis). Metode yang digunakan adalah metode deskriptif yaitu menganalisis teori-teori yang relevan dengan permasalahan yang dibahas dan berlandaskan pada studi kepustakaan.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi, memilih dan merumuskan masalah yang akan diangkat dalam penelitian tentang penyebaran penyakit demam tifoid.
2. Mengumpulkan dan mengkaji teori-teori, konsep-konsep yang relevan dengan masalah model matematika penyebaran penyakit demam tifoid dengan vaksinasi dan pengobatan.

3. Menentukan asumsi, variabel, dan parameter yang dapat membantu dalam membentuk dan menganalisis model matematika penyebaran penyakit demam tifoid dengan vaksinasi dan pengobatan.
4. Membentuk model matematika penyebaran penyakit demam tifoid dengan vaksinasi dan pengobatan.
5. Menganalisis kestabilan lokal model yang telah dibentuk dari penyebaran penyakit demam tifoid dengan vaksinasi dan pengobatan.
6. Menginterpretasikan hasil dari analisis kestabilan lokal yang diperoleh.
7. Membuat kesimpulan.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan gambaran bagi peneliti dan pembaca terhadap usaha untuk mengurangi jumlah penderita penyakit demam tifoid.
2. Gambaran yang diberikan diharapkan dapat menjadi referensi bagi pihak-pihak terkait dalam menentukan kebijakan yang tepat untuk mengurangi populasi penyakit demam tifoid di masa yang akan datang.
3. Sebagai bahan masukkan bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan dan memperluas cakupan penelitian.