

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Hepatitis dapat didefinisikan sebagai suatu proses *nekroinflamatorik* yang mengenai sel-sel hati. Prosesnya sendiri dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti oleh virus, bahan kimia, obat-obatan dan lain-lain. Sampai saat ini, diketahui kurang lebih terdapat tujuh jenis hepatitis yang ditemukan sesuai dengan nama virus yang menyerangnya, yaitu virus hepatitis A, hepatitis B, hepatitis C, hepatitis D, hepatitis E, hepatitis G dan yang terakhir hepatitis TTV (*transmission transfusion virus*)[1]. Hepatitis B merupakan jenis penyakit hepatitis yang paling berbahaya diantara penyakit hepatitis yang lainnya karena penyakit hepatitis B dapat membunuh penderitanya secara pelan-pelan.

Virus hepatitis B (HBV) menginfeksi lebih dari 300 juta orang di seluruh dunia dan merupakan penyebab umum penyakit hati dan kanker hati. HBV, anggota keluarga *Hepadnaviridae*, adalah virus DNA kecil dengan fitur yang tidak biasa mirip dengan retrovirus.

Infeksi HBV mengarah ke spektrum luas penyakit hati mulai dari akut (termasuk gagal hati fulminan) hingga hepatitis kronis, sirosis, dan *karsinoma hepatoseluler*. Infeksi HBV akut dapat berupa asimtomatik atau hadir dengan hepatitis akut simtomatik. Sebagian besar orang dewasa yang terinfeksi virus dapat pulih, tetapi 5% -10% tidak dapat menghapus virus dan menjadi terinfeksi kronis. Banyak orang yang terinfeksi kronis memiliki penyakit hati ringan dengan sedikit atau tanpa morbiditas atau mortalitas jangka panjang. Sebagian orang dengan infeksi HBV kronis mengembangkan penyakit aktif, yang dapat berkembang menjadi sirosis dan kanker hati. Pasien-pasien ini membutuhkan pemantauan yang cermat dan memerlukan intervensi terapeutik. Manifestasi ekstra hepatic infeksi HBV jarang terjadi tetapi bisa sulit untuk didiagnosis dan dikelola. Tantangan dalam bidang penyakit terkait dengan HBV adalah kurangnya pengetahuan dalam

memprediksi hasil dan perkembangan infeksi HBV dan kebutuhan yang belum terpenuhi untuk memahami dasar molekuler, seluler, imunologi, dan genetik dari berbagai manifestasi penyakit yang terkait dengan infeksi HBV[12].

Ilmu pengetahuan di bidang kedokteran tentunya sangat memiliki peranan penting dalam penanganan maupun pencegahan penyakit hepatitis B supaya tidak meluas, seperti diketahui diantaranya dengan melalui vaksinasi. Disamping itu bidang matematika juga bisa memberikan peran pengaruh penting dalam pencegahan menyebarnya wabah suatu penyakit. Dalam hal ini peranan matematika berupa sebuah model matematika yang merupakan representasi dari bidang ilmu tertentu ke dalam bentuk pernyataan matematika atau kita sebut pemodelan matematika. Pemodelan matematika merupakan bidang matematika yang merepresentasikan dan menjelaskan sistem fisik atau problem pada dunia nyata ke dalam pernyataan matematika, sehingga pemahaman dari dunia nyata ini menjadi lebih tepat [12].

Dalam pemodelan matematika penyebaran suatu penyakit, untuk mengetahui penyakit tersebut menular atau tidak dilakukan dengan mencari titik kesetimbangan. Titik kesetimbangan terbagi menjadi dua yaitu, titik kesetimbangan bebas penyakit dan titik kesetimbangan endemik. Titik kesetimbangan bebas penyakit adalah suatu kondisi ketika sudah tidak ada lagi penyakit yang menyerang seseorang atau tidak ada individu yang terserang penyakit. Titik kesetimbangan endemik adalah suatu kondisi ketika penyakit selalu ada dan mewabah dalam populasi tersebut, artinya selalu ada individu yang terserang penyakit. Selain mencari titik kesetimbangan, dilakukan pula analisis kestabilan pada titik kesetimbangan tersebut untuk mengetahui titik tersebut berada dalam keadaan stabil atau tidak. Dalam pemodelan matematika penyebaran penyakit, dikenal juga analisis sensitivitas. Sehingga dapat diketahui beberapa parameter yang sangat berpengaruh terhadap penyebaran suatu wabah atau penyakit. Berkaitan dengan itu, sedikit bahkan lebih luasnya tentunya matematika memiliki peran dalam pencegahan suatu penyakit.

Penulisan skripsi ini akan membahas mengenai pemodelan matematika mengenai analisis dinamik dan analisis sensitivitas terhadap penyebaran penyakit hepatitis B dalam model epidemik SAC.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka tugas akhir ini memiliki beberapa rumusan masalah sebagai berikut

1. Bagaimana mengkontruksi model matematika untuk penyebaran penyakit hepatitis B?
2. Bagaimana mengkontruksi *basic reproduction number* ( $R_0$ ) pada penyebaran penyakit hepatitis B?
3. Bagaimana kestabilan dari titik ekuilibrium pada model penyebaran penyakit hepatitis B?
4. Bagaimana analisis sensitivitas pada model penyebaran hepatitis B?
5. Bagaimana simulasi dinamik dari model penyebaran penyakit hepatitis B?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian tetap fokus, maka penelitian ini dibatasi pada:

1. Penyebaran penyakit hepatitis B menggunakan model epidemic SAC pada semua populasi
2. Pada model matematika penyebaran hepatitis B terdapat 3 kompartemen, antara lain *Susceptible*, *Acute*, dan *Chronic*
3. Penyebaran penyakit akibat adanya interaksi individu yang sehat dan individu yang terinfeksi.
4. Tidak ada individu yang mengalami *Recovery*.
5. Populasi yang dikaji bersifat tertutup.
6. Setiap kompartemen mengalami kematian alami.
7. Jumlah kematian alami pada setiap kompartemen seragam.
8. Kematian akibat penyakit hanya terjadi pada kompartemen kronik.

9. Metode analisis kestabilan dilakukan dengan memperhatikan nilai eigen serta dibantu dengan kriteria Routh-Hurwitz.
10. Simulasi yang ditampilkan adalah simulasi dinamik pada ketiga kompartemen, analisis sensitivitas, dan simulasi pada *basic productive number* ( $R_0$ ).
11. Simulasi model dibuat dengan menggunakan *software* MAPLE.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengkonstruksi model penyebaran penyakit hepatitis B.
2. Menganalisis kestabilan ekuilibrium.
3. Mengkonstruksi dan menganalisis  $R_0$ .
4. Analisis sensitivitas untuk model penyebaran penyakit hepatitis B.
5. Analisis simulasi numerik.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penulisan ini diharapkan mempunyai manfaat khususnya bagi penulis, umumnya bagi para pembaca, selain itu diharapkan:

1. Hasil penelitian ini menjadi salah satu bentuk pengembangan dan pengetahuan dalam kajian ilmu pemodelan matematika khususnya dalam masalah penyebaran penyakit hepatitis B.
2. Hasil dari penelitian ini dapat diaplikasikan dalam dunia kesehatan dalam upaya mencari pencegahan terhadap penyebaran penyakit hepatitis B.

#### **1.6 Metode Penelitian**

Metodologi yang digunakan dalam mengerjakan tugas akhir ini antara lain:

1. Studi Literatur

Studi literatur ini merupakan tahapan dimana penulis mengumpulkan fakta-fakta dan memahami informasi tentang hepatitis B. Hal tersebut dapat diperoleh dari

jurnal-jurnal internasional, buku-buku, maupun sumber informasi berupa artikel yang ada di internet.

## 2. Analisis

Pada tahap ini dilakukan untuk mengetahui titik kesetimbangan, kestabilan, angka reproduksi dasar serta tingkat sensitivitas suatu parameter yang ada dalam model.

## 3. Simulasi

Tahap ini dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai model secara dinamik dengan nilai-nilai parameter tertentu.

### 1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini di bagi menjadi 5 bab dengan rincian masing-masin sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini, berisi tentang latar belakang masalah yang menjadi alasan pemilihan topik penelitian serta hal – hal yang ingin dicapai dalam tugas akhir tersebut, rumusan masalah yang menjabarkan permasalahan- permasalahan yang harus diselesaikan dalam mencapai tujuan, batasan masalah yang merupakan penyempitan masalah dari suatu hal yang mempunyai aspek cukup banyak, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian yang medasari penelitian yang sedang dilakukan, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II LANDASAN TEORI**

Membahas teori-teori penunjang yang akan digunakan yang melandasi masalah dan teori-teori yang digunakan untuk masalah pemodelan matematika penyebaran penyakit hepatitis B. Meliputi Pemodelan Matematika, Model Epidemik, Model SAC, System Persamaan Diferensial, Linierisasi Sistem Persamaan Diferensial, Nilai Eigen, Matriks Jacobi, *Next Generation Matriks*, Titik Stabil, Kriteria Routh-Hurwitz, Biangan Reproduksi Dasar ( $R_0$ ), dan Analisis Sensitivitas

### **BAB III ANALISIS KESTABILAN DAN SENSITIVITAS DARI MODEL MATEMATIKA UNTUK PENYEBARAN PENYAKIT HEPATITIS B**

Membahas model SAC untuk penyebaran penyakit hepatitis B, dari keadaan rentan menuju akut dan kronik. Menentukan titik stabil, syarat eksis dari model tersebut dan melakukan analisis kestabilannya. Menentukan bilangan reproduksi dasar serta analisis sensitivitas.

### **BAB IV SIMULASI DAN INTERPRETASI MODEL MATEMATIKA UNTUK PENYEBARAN PENYAKIT HEPATITIS B**

Dalam bab ini, berisi tentang simulasi dinamik dari model serta interpretasinya. Selain itu, terdapat simulasi sensitivitas serta interpretasinya dari parameter-parameter yang terdapat pada  $R_0$

### **BAB IV PENUTUP**

Dalam bab ini, berisi tentang kesimpulan dari hasil dan analisis yang dilakukan. Dan juga jawaban dari tujuan penelitian ini. Serta saran yang berisi tentang hal-hal yang mungkin perlu dilakukan untuk pengembangan penelitian lain.