

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Hepatitis merupakan penyakit yang menyebabkan terjadinya peradangan pada hati yang disebabkan oleh virus. Berdasarkan pada sifat patogenesis dan karakteristik dari virus dapat dibedakan menjadi 5 jenis hepatitis antara lain hepatitis A, hepatitis B, hepatitis C, hepatitis D, dan hepatitis E. Kelima virus untuk setiap jenis hepatitis ini tidak saling berhubungan.. Virus hepatitis adalah tantangan kesehatan masyarakat internasional yang sama dengan penyakit menular utama lainnya seperti HIV, TBC dan malaria [1].

Virus hepatitis C (HCV) adalah penyebab utama penyakit hati kronis, sirosis, dan karsinoma hepatoseluler, serta indikasi paling umum untuk transplantasi hati di banyak negara [2]. Dilaporkan bahwa lebih dari 170 juta orang telah terkena dampak serius di seluruh dunia [3]. Hal ini menyebabkan HCV menjadi salah satu jenis penyakit hepatitis yang memerlukan perhatian khusus untuk ditangani.

Banyak faktor yang menyebabkan virus ini bisa menular di masyarakat. Faktor yang paling sering dikutip untuk sebagian besar penularan HCV di seluruh dunia adalah penggunaan narkoba suntik, transfusi darah yang tidak disaring, suntikan terapeutik yang tidak aman, dan prosedur kesehatan lainnya [3].

Seseorang akan terkena virus hepatitis C jika melakukan kontak dengan individu yang telah terinfeksi sehingga darah yang terkontaminasi oleh virus menyatu dengan darah yang sehat. Kontak ini dapat berupa penggunaan narkoba suntik, transfusi darah, transplatasi organ, penggunaan alat medis yang tidak steril dan sudah terpapar oleh HCV, serta prosedur kesehatan lainnya.

Orang yang terpapar virus hepatitis C akan mengalami masa inkubasi dalam tubuhnya sekitar 2 minggu sampai 6 bulan. Kecepatan inkubasi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kecepatan virus untuk bereplikasi, serta beberapa faktor pendukung lainnya sehingga setiap individu memiliki masa inkubasi berbeda.

Setelah masa inkubasi virus selesai, maka virus telah menyebar dalam aliran darah dan menyebabkan peradangan pada hati. Keadaan ini menyebabkan orang tersebut terinfeksi hepatitis C secara akut. Fase ini terjadi sekitar 6-10 minggu dan hanya sebagian orang yang menyadari hal ini karena tubuh jarang menunjukkan gejala yang menandakan virus sudah menyebar dalam tubuh. Selanjutnya, jika virus sudah berada dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama maka orang yang semula terinfeksi secara akut akan berubah menjadi terinfeksi secara kronis. Dari kasus-kasus kronis ini, sekitar 10-20% berkembang menjadi sirosis hati, sekitar 5% mengembangkan karsinoma hepatoseluler (HCC) [4]. Pada fase ini dapat memperoleh pengobatan secara medis untuk membantu penyembuhan hepatitis C.

Pengobatan antivirus, terutama pada tahap awal terjadinya HCV, adalah strategi yang sangat efektif [5]. Pengobatan yang dapat dilakukan untuk penderita hepatitis C kronis beragam jenisnya. Pertama dapat menggunakan pengobatan kombinasi yakni ribavirin yang diminum serta obat yang disuntikan berupa *Interferon* dan *pegylated interferon*. Kedua, menggunakan jenis obat DAA (*direct acting antiviral*) yang cara penggunaannya adalah diminum. Ketiga, jika hepatitis C kronis sudah menyebabkan terjadinya sirosis maka biasanya alternatif pengobatan terakhir dengan transplantasi hati.

Pemodelan matematika merupakan bidang matematika yang berusaha untuk merepresentasikan dan menjelaskan sistem-sistem fisik atau problem pada dunia riil dalam pernyataan matematik, sehingga diperoleh pemahaman dari problem dunia riil ini menjadi lebih tepat [6]. Meskipun demikian, dalam suatu model yang dibuat memiliki batasan tertentu.

Model matematika sering digunakan dalam banyak disiplin ilmu yang berbeda, termasuk dalam mempelajari transmisi virus hepatitis C. Beberapa ilmuan mencoba mempelajari transmisi virus hepatitis C di tingkat populasi menggunakan model matematika. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Ruiqing Shi dan Yunting Cui untuk transmisi virus hepatitis C dengan kemungkinan orang yang telah sembuh terinfeksi kembali dalam jurnal dengan judul "*Global Analysis of A Mathematical Model for Hepatitis C Virus Transmissions*" pada tahun 2016. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Mingwang Shen, Yanni Xiao, Weike Zhou, dan Zhen Li yang membahas tentang model epidemiologi dalam memahami

dinamika dan penularan serta prevalensi infeksi HCV di Tiongkok dengan judul “*Global Dynamics and Applications of an Epidemiological Model for Hepatitis C Virus Transmission in China*”.

Dengan demikian, penulis tertarik untuk mengkaji model SEIR transmisi virus hepatitis C dengan pengobatan pada populasi terinfeksi kronis sebagai salah satu alternatif dalam meningkatkan pemahaman mengenai penularan dan pencegahan dalam penyebaran virus hepatitis C. Maka dari itu, tugas akhir ini diberi judul “**Analisis Kestabilan dari Model SEIR untuk Transmisi Virus Hepatitis C dengan Pengobatan pada Populasi Terinfeksi Kronis**”.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, adapun rumusan masalah yang terdapat dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Bagaimana model SEIR untuk transmisi virus hepatitis C dengan pengobatan pada populasi terinfeksi kronis?
2. Bagaimana  $R_0$  (bilangan reproduksi dasar) dari model SEIR untuk transmisi virus hepatitis C dengan pengobatan pada populasi terinfeksi kronis?
3. Bagaimana analisis kestabilan dan sensitivitas dari model SEIR untuk transmisi virus hepatitis C dengan pengobatan pada populasi terinfeksi kronis?
4. Bagaimana simulasi dinamik, simulasi analisis sensitivitas serta interpretasi hasil simulasi dari model SEIR untuk transmisi virus hepatitis C dengan pengobatan pada populasi terinfeksi kronis?

## **1.3. Batasan Masalah**

Dalam tugas akhir ini, terdapat beberapa batasan masalah yang akan digunakan dalam model SEIR untuk transmisi virus hepatitis C dengan pengobatan pada populasi terinfeksi kronis, antara lain:

1. Populasi yang dikaji bersifat tertutup.
2. Pada model SEIR untuk transmisi virus hepatitis C terdapat 5 kompartemen, antara lain variabel rentan terinfeksi ( $S$ ), variabel terjangkit infeksi ( $E$ ), variabel terinfeksi akut ( $P$ ), variabel terinfeksi kronis ( $C$ ), dan variabel sembuh dari infeksi ( $R$ ).

3. Kematian akibat penyakit hanya terjadi pada variabel terinfeksi secara kronis ( $C$ ).
4. Perlakuan terhadap populasi terinfeksi kronis dilakukan dengan pemberian obat.
5. Analisis sensitivitas dilakukan terhadap semua parameter yang terdapat dalam  $R_0$ .

#### **1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Adapun beberapa tujuan dari pengerjaan tugas akhir ini, antara lain:

1. Membuat model SEIR untuk transmisi virus hepatitis C dengan pengobatan pada populasi terinfeksi kronis.
2. Mengetahui  $R_0$  (bilangan reproduksi dasar) dari model SEIR untuk transmisi virus hepatitis C dengan pengobatan pada populasi terinfeksi kronis.
3. Mengetahui analisis kestabilan dan sensitivitas dari model SEIR untuk transmisi virus hepatitis C dengan pengobatan pada populasi terinfeksi kronis.
4. Mengetahui simulasi dinamik, simulasi analisis sensitivitas serta interpretasi hasil simulasi dari model SEIR untuk transmisi virus hepatitis C dengan pengobatan pada populasi terinfeksi kronis.

Terdapat beberapa manfaat dalam penelitian pada tugas akhir ini. Manfaat tersebut yaitu sebagai salah satu sumber bacaan dan referensi untuk mengetahui transmisi virus hepatitis C.

#### **1.5. Metodologi**

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 virus hepatitis C. 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 ( $R_0$ ) 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.

## 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri dari 5 bab, dengan rincian sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisi mengenai pendahuluan yang terdiri dari 6 sub bahasan. Bahasan tersebut antara lain latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metodologi, serta sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bab ini akan dibahas mengenai landasan teori yang akan membantu dalam proses menyelesaikan tugas akhir ini. Materi tersebut antara lain hepatitis C, model matematika, persamaan diferensial, sistem persamaan diferensial, titik kesetimbangan pada sistem persamaan diferensial, linearisasi sistem persamaan diferensial nonlinear, determinan, nilai eigen, kestabilan titik kesetimbangan, angka reproduksi dasar, kriteria Routh-Hurwitz, serta analisis sensitivitas.

### **BAB III ANALISIS KESTABILAN DAN SENSITIVITAS DARI MODEL SEIR UNTUK TRANSMISI VIRUS HEPATITIS C DENGAN PENGOBATAN PADA POPULASI TERINFEKSI KRONIS**

Pada bab ini, akan dibahas mengenai analisis kestabilan dan sensitivitas dari model SEIR untuk transmisi virus hepatitis C dengan pengobatan pada populasi terinfeksi kronis. Dalam bab ini terdiri dari penjelasan hal-hal yang mempengaruhi model dan pembentukan model, menentukan titik kesetimbangan, menentukan  $R_0$  (angka reproduksi dasar), menentukan syarat eksistensi dari titik kesetimbangan, analisis kestabilan, serta analisis sensitivitas.

#### **BAB IV SIMULASI DAN INTERPRETASI MODEL SEIR UNTUK TRANSMISI VIRUS HEPATITIS C DENGAN PENGOBATAN PADA POPULASI TERINFEKSI KRONIS**

Pada bab ini akan dibahas mengenai simulasi dinamik dari model serta interpretasinya. Selain itu, akan ada simulasi sensitivitas serta interpretasinya dari parameter-parameter yang terdapat dalam  $R_0$ .

#### **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini akan dibahas mengenai jawaban dari rumusan masalah secara terperinci, singkat dan jelas. Selain itu, bab ini akan berisi saran untuk pengembangan topik berikutnya.

