

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Varicella (chickenpox) atau dikenal juga sebagai cacar air merupakan salah satu jenis penyakit menular yang biasaya menjangkit manusia pada usia anak-anak, meskipun tidak jarang pada usia dewasa ada juga yang terjangkit penyakit ini. Penyakit ini disebabkan oleh adanya virus Varicella zoster (VZV). Penyakit dengan jenis penularan *droplet infection* (penggunaan barang seperti gelas, handuk, baju, sprei, selimut dan sebagainya secara bersama-sama dengan penderita) serta kontak langsung dengan penderita ini dapat menimbulkan komplikasi yang membahayakan penderita, jika tidak diberikan penanganan atau *treatment* yang tepat. Meskipun banyak penderita penyakit ini mudah untuk ditangani dan hanya memerlukan waktu 14-17 hari untuk sembuh, namun virus penyakit ini sangat mudah menular dan keberadaannya masih ada hingga saat ini [1].

Karena keberadaan penyakit cacar air ini masih ada dan mudah menular, maka perlu ada pengendalian terhadap penyebaran penyakit ini. Beberapa peneliti dalam bidang pemodelan matematika memperkenalkan model epidemiologi SEIR (*Susceptible, Exposed, Infected, dan Recovered*) dengan pemberian *incidence rate* dan fungsi pengobatan, pemberian kedua hal tersebut dinilai cukup efektif untuk mengontrol penularan penyakit [2]. *Incidence rate* yang digunakan merupakan *incidence rate* nonlinier, *incidence rate* ini dinilai lebih baik dibandingkan dengan *incidence rate* linier. Pada model matematika SEIR yang dibentuk ada beberapa parameter yang terlibat, dan mempengaruhi besarnya bilangan reproduksi dasar dari penyakit tersebut. Masing-masing parameter memiliki pengaruhnya masing-masing terhadap besarnya bilangan reproduksi dasar, besarnya sensitivitas digunakan untuk mengetahui bagaimana pengaruh setiap parameter terhadap besarnya bilangan reproduksi dasar [2].

Salah satu cara untuk mengendalikan penyebaran penyakit yaitu dengan memberikan pengobatan, sehingga pada model matematika penyebaran penyakit, salah satu dari parameter yang terlibat dalam model SEIR tersebut merupakan parameter kontrol pengobatan. Kontrol pengobatan yang optimal dapat membantu dalam pengendalian penularan penyakit *Varicella* dengan mengurangi jumlah individu pada kompartemen *Exposed* dan kompartemen *Infected* [3].

Berdasarkan hal tersebut, maka penulis tertarik untuk menganalisis kontrol optimal pada parameter kontrol pengobatan, serta menganalisis tingkat sensitivitas setiap parameter yang terlibat terhadap besarnya bilangan reproduksi dasar, sehingga penyebaran penyakit menular *Varicella* (*chickenpox*) atau cacar air dapat dikendalikan dengan tepat.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka dapat dibentuk beberapa rumusan masalah sebagai berikut

1. Bagaimana konstruksi model SEI nonlinier dengan pengobatan pada penularan penyakit cacar air?
2. Bagaimana kestabilan titik ekuilibrium dari model SEI nonlinier dengan pengobatan pada penularan penyakit cacar air?
3. Bagaimana besarnya bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ) dari model SEI nonlinier dengan pengobatan pada penularan penyakit cacar air?
4. Bagaimana kontrol pengobatan optimal dari model SEI nonlinier dengan pengobatan pada penularan penyakit cacar air?
5. Bagaimana tingkat sensitivitas setiap parameter terhadap bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ) dari model SEI nonlinier dengan pengobatan pada penularan penyakit cacar air?
6. Bagaimana interpretasi dari model SEI nonlinier dengan pengobatan pada penularan penyakit cacar air?

### 1.3. Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah yang digunakan dalam model SEIR nonlinier dengan tingkat pengobatan, yaitu

1. Populasi bersifat tertutup
2. Model terdiri atas tiga kompartemen yaitu *Susceptible* (rentan), *Exposed* (terpapar), dan *Infected* (terinfeksi)
3. *Treatment* yang diberikan berupa fungsi pengobatan yang terdapat parameter kontrol ( $u$ )
4. Seluruh parameter bernilai positif
5. Analisis sensitivitas dilakukan terhadap parameter yang terdapat pada bilangan reproduksi dasar

### 1.4. Tujuan Penelitian

Terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini, yaitu sebagai berikut

1. Untuk mengkonstruksi model SEI nonlinier dengan pengobatan pada penularan penyakit cacar air
2. Untuk menentukan kestabilan dari model SEI dengan pengobatan pada penularan penyakit cacar air
3. Untuk menentukan besarnya bilangan reproduksi dasar dari model SEI nonlinier dengan pengobatan pada penularan penyakit cacar air
4. Untuk menganalisis kontrol pengobatan optimal dari model SEI nonlinier dengan pengobatan pada penularan penyakit cacar air
5. Untuk menganalisis tingkat sensitivitas setiap parameter terhadap bilangan reproduksi dasar dari model SEI nonlinier dengan pengobatan pada penularan penyakit cacar air
6. Untuk memberikan interpretasi dari model SEI nonlinier dengan pengobatan pada penularan penyakit cacar air

## 1.5. Metode Penelitian

Terdapat beberapa metode penelitian yang digunakan dalam penyelesaian skripsi ini, metode tersebut adalah

1. Studi literatur berupa pemahaman yang lebih mendalam mengenai model penyebaran penyakit SEIR dengan *incidence rate* nonlinier dan pemberian pengobatan, serta pemahaman mengenai kontrol optimal dan sensitivitas
2. Analisis berupa analisis bilangan reproduksi dasar, kestabilan titik ekuilibrium, kontrol pengobatan optimal serta tingkat sensitivitas setiap parameter terhadap bilangan reproduksi dasar
3. Simulasi berupa simulasi dinamik untuk mengetahui perilaku setiap kompartemen setiap waktunya, simulasi kontrol pengobatan serta simulasi sensitivitas setiap parameter yang terdapat pada bilangan reproduksi dasar.

## 1.6. Sistematika Penulisan

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini terdiri atas Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Metode Penelitian, serta Sistematika Penulisan.

### **BAB 2 LANDASAN TEORI**

Pada bab ini berisikan teori-teori dasar yang menunjang dalam penulisan tugas akhir yang sesuai dengan judul yang dibahas.

### **BAB 3 ANALISIS MODEL PENYEBARAN PENYAKIT SEIR DENGAN *INCIDENCE RATE* NONLINIER DAN PENGOBATAN (Studi Kasus : Penularan Penyakit Varicella (chickenpox) atau Cacar Air)**

Pada bab ini dilakukan analisis model SEIR dengan *incidence rate* nonlinier dengan pemberian pengobatan. Analisis yang dilakukan dimulai dengan penentuan model penyebaran penyakit, titik ekuilibrium, analisis kestabilan, besarnya bilangan reproduksi dasar, analisis kontrol optimal dan analisis sensitivitas parameter-parameter pada bilangan reproduksi dasar.

**BAB 4 SIMULASI MODEL PENYEBARAN PENYAKIT SEIR DENGAN *INCIDENCE RATE* NONLINIER DAN PENGOBATAN (Studi Kasus : Penularan Penyakit Varicella (chickenpox) atau Cacar Air)**

Pada bab ini dilakukan simulasi dinamik untuk mengetahui perilaku kompartemen setiap waktu, simulasi terhadap variabel kontrol pengobatan ( $u$ ) dan dilakukan juga simulasi sensitivitas untuk semua parameter pada bilangan reproduksi dasar.

**BAB 5 PENUTUP**

Pada bab ini terdiri atas kesimpulan yang berisi hal-hal yang dapat disimpulkan dari hasil analisis dan simulasi serta saran yang berisi hal-hal yang mungkin dapat dilakukan untuk mengembangkan penelitian selanjutnya.

