

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penyakit menular merupakan kondisi yang dapat ditularkan antarindividu, baik secara langsung maupun melalui perantara. Beberapa penyakit bersifat endemik, namun perubahan lingkungan dan penurunan imunitas dapat memicu terjadinya epidemi, yaitu peningkatan jumlah kasus yang melebihi kondisi normal [1]. Untuk memahami dinamika penularannya secara komprehensif, digunakan pendekatan epidemiologi dan pemodelan matematika, yang memungkinkan analisis dan prediksi pola penyebaran penyakit menular [2].

Salah satu model matematika yang digunakan dalam studi epidemiologi adalah model matematika *SEIR* (*Susceptible, Exposed, Infected, Recovered*). Model ini membagi populasi ke dalam kategori berdasarkan status penyakit dan menggambarkan pergerakan individu antarkategori menggunakan persamaan matematis. Model *SEIR* lebih tepat digunakan untuk penyakit yang memiliki fase laten dimana seseorang telah terinfeksi tetapi belum menularkan penyakit kepada individu lain [3]. Dalam menggambarkan laju penularan secara khusus, digunakan fungsi insiden Holling tipe II, yaitu  $\frac{\beta I}{1 + \alpha I}$ . Berbeda dari fungsi insiden linier  $\beta I$  yang

mengasumsikan laju penularan selalu meningkat seiring bertambahnya  $I$ , fungsi Holling tipe II memperlambat laju penularan saat jumlah individu terinfeksi meningkat [4].

Pemodelan matematika penyakit menular terus berkembang dengan pendekatan yang semakin kompleks. Beberapa studi telah memodifikasi model epidemiologi menggunakan fungsi insiden Holling tipe II. Umdekar dkk. mengembangkan model *SEIR* dengan insiden jenuh dan perawatan Holling tipe II yang efektif mengurangi infeksi saat tingkat penyembuhan tinggi dan tingkat penundaan perawatan rendah [5]. Selain itu, Yulida dkk. memodelkan penyebaran penyakit diare dengan model *SITR* (*Susceptible, Infected, Treatment, Recovered*) dan fungsi insiden Holling tipe II [6]. Safi dan Garba mengembangkan model *SEIR* dengan fungsi insidensi Holling tipe II dan membuktikan bahwa titik ekuilibrium bersifat stabil secara global [7].

Penelitian ini berfokus pada pemodelan matematika penyakit menular dengan mempertimbangkan tahapan infeksi yang tereduksi dan tidak tereduksi. Pendekatan ini mengacu pada model yang telah dikembangkan oleh Safi dan Garba yang terdiri dari lima subpopulasi, yaitu: *Susceptible* ( $S$ ) adalah individu yang sehat tetapi rentan terinfeksi penyakit, *Exposed* ( $E$ ) merupakan individu yang telah terpapar penyakit namun belum menunjukkan gejala dan belum dapat menularkan penyakit, *Infectious Uneducated* ( $I_u$ ) adalah individu terinfeksi yang belum mendapatkan edukasi, *Infectious Educated* ( $I_e$ ) adalah individu terinfeksi yang telah memperoleh edukasi, dan *Recovered* ( $R$ ) mencakup individu yang telah sembuh dan tidak

lagi menularkan penyakit [7]. Model ini sesuai untuk penyakit menular yang memiliki masa inkubasi serta memungkinkan adanya intervensi edukasi bagi individu yang terinfeksi, seperti COVID-19, tuberkulosis, atau HIV/AIDS. Pada penyakit-penyakit tersebut, edukasi mengenai perilaku pencegahan, pengobatan, dan isolasi dapat mengurangi tingkat penularan, sehingga pembagian individu terinfeksi yang tereduksi dan tidak tereduksi menjadi relevan dalam analisis dinamika penyebaran penyakit. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang penyakit menular.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk model *SEIR* dengan fungsi insiden Holling tipe II?
2. Bagaimana analisis kestabilan dari model *SEIR* dengan fungsi insiden Holling tipe II?
3. Bagaimana hasil simulasi numerik dan pengaruh parameter kejenuhan terhadap jumlah populasi di setiap kompartemen pada model *SEIR* dengan fungsi insiden Holling tipe II?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, maka tujuan dari penulisan penelitian ini adalah:

1. Memperoleh model *SEIR* dengan fungsi insiden Holling tipe II.
2. Menganalisis kestabilan dari model *SEIR* dengan fungsi insiden Holling tipe II.
3. Menginterpretasikan simulasi numerik dan pengaruh parameter kejenuhan terhadap jumlah populasi di setiap kompartemen pada model *SEIR* dengan fungsi insiden Holling tipe II.

### 1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari empat bab. Bab I pendahuluan, yang memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan. Bab II landasan teori, yang berisikan teori-teori pendukung, penelitian terdahulu, serta konsep dasar yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Bab III menyajikan pembahasan yang membahas model epidemik *SEIR* dengan fungsi Holling tipe II, analisis kestabilan model, dan simulasi numerik. Bab IV berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh.