

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Penyakit menular adalah penyakit yang dapat ditularkan atau berpindah dari makhluk hidup yang sakit ke makhluk hidup yang sehat tetapi rentan terkena penyakit tersebut. Penyakit menular yang terjadi pada manusia dapat disebabkan oleh banyak hal, salah satunya disebabkan oleh virus. Untuk beberapa penyakit menular, seperti hepatitis, herpes, cacar air, tuberkulosis, rubella, dan influenza, penularan penyakitnya dapat terjadi secara langsung maupun melalui perantara [4].

Penyebaran penyakit menular dapat diamati dengan menggunakan model matematika, yaitu model matematika epidemi. Model matematika epidemi pertama kali dibahas oleh Daniel Bernoulli (1760) yang mengamati tentang penyebaran penyakit cacar air. Kemudian Hamer (1906) memformulasikan kembali model matematika epidemi dalam waktu diskrit untuk mengamati penyebaran penyakit campak, dan Ross (1911) menggunakan model tersebut untuk mengamati penyebaran penyakit malaria antara manusia dan nyamuk [18]. Selanjutnya, Kermack dan Mackendrick (1927) memodelkan penyebaran penyakit secara umum. Model matematika yang mereka gunakan dikenal dengan model *SIR* (*Susceptible Infected Recovered*). Model *SIR* ini mereka gunakan untuk mengamati penyebaran penyakit (Black Death) yang

melanda kota London pada tahun 1665-1666. Wabah tersebut mengakibatkan 15% populasi kota meninggal dunia [18].

Model *SIR* merupakan salah satu model kompartmen, dimana model dikembangkan berdasarkan beberapa asumsi, yaitu sistem tertutup, tidak ada kelahiran, kematian, dan migrasi, populasi homogen, dan populasi dalam jumlah besar dengan tingkat infeksi rendah. Model *SIR* mengelompokkan individu-individu dalam suatu populasi menjadi tiga kelompok yaitu *susceptible* atau rentan (kelompok individu yang sehat tetapi rentan terinfeksi penyakit), *infected* atau terinfeksi (kelompok individu yang terinfeksi penyakit dan bisa menularkan penyakitnya), dan *recovered* atau sembuh (kelompok individu yang telah sembuh dari penyakit) [14].

Kermack dan McKendrick melanjutkan pembahasan model *SIR* yang dikaitkan dengan penentuan nilai ambang batas atau *basic reproduction number* (bilangan reproduksi dasar). Parameter ini dinotasikan dengan  $\mathcal{R}_0$  dan didefinisikan sebagai rata-rata banyaknya individu yang terinfeksi secara langsung oleh individu lain yang sebelumnya telah terinfeksi di dalam populasi. Parameter ini digunakan untuk menentukan apakah suatu populasi bebas atau terinfeksi dari penyakit. Jika  $\mathcal{R}_0 > 1$ , maka suatu penyakit masih menginfeksi individu dalam populasi, sebaliknya jika  $\mathcal{R}_0 < 1$ , maka individu dalam populasi bebas dari penyakit [14].

Vaksinasi merupakan salah satu cara untuk mengendalikan penyebaran penyakit menular. Vaksinasi diberikan kepada populasi yang rentan terinfeksi penyakit sebagai pencegahan awal dalam mengatasi penyebaran penyakit

menular. Pemberian vaksin dapat dilakukan dalam dua cara, yaitu vaksinasi konstan dan vaksinasi berkala atau bertahap. Pemberian vaksin secara konstan maupun secara berkala atau bertahap akan mempengaruhi jumlah individu yang terinfeksi, diakibatkan oleh jumlah individu yang rentan berkurang, bergantung pada tingkat vaksinasi dan periode waktu vaksinasi [21].

Kajian model *SIR* yang mempertimbangkan vaksinasi telah dibahas oleh beberapa peneliti sebelumnya. Kestabilan model *SIR* menggunakan vaksinasi dengan menambahkan variabel pengobatan telah dibahas oleh [5], [9],[15]. Model penyebaran penyakit *SIR* dengan mempertimbangkan vaksinasi dan tingkat kekebalan yang menurun telah dibahas oleh [8]. Kemudian pada penelitian [24], dinamika model *SIR* dibahas dengan menggunakan beberapa strategi pengobatan dan vaksinasi berkala.

Dalam dinamika model penyebaran penyakit akan dilihat bagaimana perilaku model di sekitar titik ekuilibrium. Perilaku ini dianalisis melalui analisis kestabilan yang ditentukan dari nilai eigen matriks Jacobian dari masing-masing titik ekuilibrium. Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini akan dibahas dinamika model *SIR* dengan strategi vaksinasi, yaitu vaksinasi yang diberikan secara konstan dan vaksinasi yang diberikan secara berkala kepada individu yang rentan terinfeksi penyakit. Kajian analitik dilakukan dengan menganalisis kestabilan model. Simulasi numerik dilakukan untuk mengkonfirmasi hasil analitik dengan menggunakan parameter dari kasus penyakit Tuberkulosis (TBC) di Provinsi Sumatera Barat tahun 2018.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah:

1. bagaimana dinamika model *SIR* dengan strategi vaksinasi?
2. bagaimana simulasi numerik model *SIR* dengan strategi vaksinasi?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. mengetahui dinamika model *SIR* dengan strategi vaksinasi.
2. melakukan simulasi numerik model *SIR* dengan strategi vaksinasi.

## 1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut: Bab I Pendahuluan, yang memberikan gambaran singkat mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan. Bab II Landasan teori, yang memuat teori-teori yang digunakan sebagai acuan dalam pembahasan. Bab III Pembahasan, yang menjelaskan tentang konstruksi model dan mengkaji dinamika dari model, kemudian diberikan uraian mengenai topik yang dibahas dalam penelitian meliputi kajian analitik dan simulasi numerik. Bab IV Kesimpulan dari hasil pembahasan penelitian ini.