

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penyakit menular adalah penyakit yang disebabkan oleh patogen yang dapat berupa virus, bakteri, protozoa atau parasit lainnya yang bisa menular dengan kontak langsung dengan sumber penyakit seperti orang terinfeksi atau media lain [1]. Penyakit menular dapat menyebabkan wabah yang akan berdampak pada dinamika kependudukan dan kerugian dalam kehidupan sehari-hari seperti kematian karena penyakit.

Meskipun penyakit menular berdampak negatif, akan tetapi dalam perspektif islam, penyakit menular merupakan cobaan atau teguran dari Allah SWT kepada hambanya. Jika seorang hamba bersabar dalam menghadapi cobaan penyakit menular, dosanya akan dihapus dan diganti dengan pahala [2]. Seperti dalam hadits riwayat muslim, Rasulullah saw bersabda “Tidaklah menimpa seorang mukmin rasa sakit yang terus menerus, kepayahan, penyakit dan juga kesedihan, bahkan sampai kesusahan yang menyusahkan, melainkan akan dihapus dosa-dosanya”.

Dalam Al-Qur'an surah Yunus ayat 57, Allah SWT berfirman:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ قَدْ جَاءَكُمْ مَوْعِظَةٌ مِنْ رَبِّكُمْ وَشِفَاءٌ لِمَا فِي الصُّدُورِ وَهُدًى وَرَحْمَةٌ لِّلْمُؤْمِنِينَ

Artinya:”Hai manusia, sesungguhnya telah datang kepadamu pelajaran dari Tuhanmu dan penyembuh bagi penyakit-penyakit (yang berada) dalam dada dan petunjuk serta rahmat bagi orang-orang yang beriman.”

Allah menurunkan musibah berupa wabah sebagai cobaan agar menjadi pelajaran bagi semua hambanya yang beriman. Wabah penyakit menular yang ada adalah bentuk pelajaran yang ditunjukkan agar manusia dapat mengambil hikmah darinya dengan bersabar dan mempelajari wabah tersebut agar tidak banyak berdampak pada kehidupan seperti kematian akibat penyakit menular.

Banyak orang yang mati karena penyakit menular setiap tahunnya di berbagai negara dari dulu sampai sekarang. Karena itu, dibutuhkan langkah-langkah pencegahan dan penekanan penyebaran penyakit, salah satu langkahnya adalah

memprediksi dengan memodelkannya dengan model matematika. Salah satu model matematika untuk menganalisis penyakit menular adalah model SIR (*Susceptible Infected Recovered*) yang pertama kali diperkenalkan oleh W.O. Kermack dan McKendrick.

Dalam menggambarkan fenomena penyebaran penyakit dan memprediksi perkembangan penyakit di masa yang akan datang dapat menggunakan model matematika. Dalam membentuk model matematika penyebaran penyakit, penting untuk menentukan asumsi-asumsi dan parameter untuk menyederhanakan kondisi di dunia nyata yang sangat kompleks sehingga mudah dianalisis. Dalam memodelkan penyebaran penyakit menular dengan matematika, dapat menggunakan sistem dinamik berdimensi  $n$ .

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi dinamika penyebaran penyakit menular. Salah satunya faktor demografi seperti migrasi, fertilitas, dan kematian. Migrasi dapat diartikan sebagai perpindahan seseorang/sekelompok orang dari satu wilayah ke wilayah lain [2]. Kemudian, faktor fertilitas adalah hasil reproduksi nyata dari seorang atau sekelompok wanita, sedangkan dalam pengertian demografi menyatakan banyaknya bayi lahir yang hidup [3].

Diasumsikan bahwa penyakit dapat memberikan dampak terhadap fertilitas. Akibatnya, semakin tinggi transmisi penyakit terhadap individu, maka semakin rendah laju fertilitas bagi individu tersebut. Selain itu, diasumsikan juga penyakit dapat ditularkan dari ibu yang terinfeksi kepada bayi yang dilahirkannya. Sehingga jika seorang ibu yang terinfeksi akan berkemungkinan anak yang dilahirkannya akan terinfeksi atau rentan dan anak yang dilahirkan oleh ibu yang rentan dan pulih akan menjadi individu rentan. Salah satu penyakit dengan dampak pada asumsi tersebut adalah penyakit menular hepatitis yang merupakan penyakit yang menyerang hati yang diakibatkan virus hepatitis.

Dalam populasi terbuka yaitu populasi yang terjadi migrasi terdapat penambahan populasi individu rentan sehingga dapat meningkatkan penyebaran penyakit. Salah satu upaya dalam mencegah memperparah mewabahnya penyakit menular, beberapa penyakit menular, sudah dibuat vaksinnya yang kemudian diberikan kepada populasi individu rentan [4].

Dalam suatu sistem dinamik, terdapat suatu parameter yang dapat merubah kestabilan pada sistem. Parameter tersebut dapat disebut nilai bifurkasi. Ketika nilai bifurkasi berubah dari suatu batas tertentu, maka akan terjadi perubahan kestabilan[5]. Bifurkasi terjadi paling sedikit satu nilai eigen sama dengan nol pada nilai real dalam titik kesetimbangan sistemnya.

Pada skripsi ini, model dibangun dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti laju kesuburan rata-rata, imigrasi, isolasi, pengaruh penyakit terhadap kesuburan, dan vaksinasi. Model yang telah dibuat akan ditentukan titik-titik ekuilibrium yaitu titik ekuilibrium bebas penyakit, dan titik ekuilibrium endemik. Kemudian dicari syarat-syarat eksis dan kestabilannya serta dilakukan analisis bifurkasi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan permasalahan yang akan dikaji dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana mengkonstruksi model matematika SIR untuk penyebaran penyakit menular yang dipengaruhi faktor fertilitas dan migrasi serta adanya vaksinasi?
2. Bagaimana titik ekuilibrium bebas penyakit dan endemik?
3. Bagaimana syarat eksistensi dan kestabilan untuk titik ekuilibrium bebas penyakit dan endemik?
4. Bagaimana analisis bifurkasi pada model SIR penyebaran penyakit menular dengan faktor fertilitas dan migrasi serta adanya vaksinasi?
5. Bagaimana simulasi dan interpretasi hasil analisis bifurkasi pada model SIR penyebaran penyakit menular dengan faktor fertilitas dan migrasi serta adanya vaksinasi?

## **1.3 Batasan Masalah**

Terdapat batasan dalam pembahasan masalah dalam skripsi ini, yaitu:

1. Populasi bersifat terbuka.
2. Model yang akan dibentuk terdiri atas tiga kompartemen, yaitu variabel S (sub populasi rentan), variabel I (sub populasi terinfeksi) dan variabel R (sub populasi pulih).

3. Setiap kompartemen tergantung terhadap waktu.

#### **1.4 Tujuan dan Manfaat**

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian ini adalah:

1. Mengkonstruksi model matematika SIR untuk penyebaran penyakit menular yang dipengaruhi faktor fertilitas dan migrasi serta adanya vaksinasi.
2. Menentukan titik ekuilibrium bebas penyakit dan endemik.
3. Menentukan syarat eksistensi dan kestabilan untuk titik ekuilibrium bebas penyakit dan endemik.
4. Menganalisis bifurkasi pada model SIR penyebaran penyakit menular dengan faktor fertilitas dan migrasi.
5. Membuat simulasi dan interpretasi hasil analisis bifurkasi pada model SIR penyebaran penyakit menular dengan faktor fertilitas dan migrasi serta adanya vaksinasi.

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan gambaran pengaruh suatu parameter terhadap perubahan kestabilan dalam dinamika penyebaran penyakit menular SIR yang dipengaruhi oleh faktor fertilitas dan migrasi serta adanya vaksinasi.

#### **1.5 Metode Penelitian**

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan dan pemahaman mengenai model dinamika penyebaran penyakit menular yang diperoleh dari berbagai sumber referensi yang mendukung seperti buku, jurnal dan artikel.

2. Analisis

Pada tahap ini dilakukan pembentukan model dengan asumsi-asumsi yang ada kemudian menganalisis model dengan menentukan bilangan reproduksi dasar, titik ekuilibrium, kestabilan lokal dan analisis bifurkasi.

3. Simulasi

Pada tahap ini dilakukan simulasi numerik untuk melihat dinamika penyebaran penyakit dan hasil interpretasinya.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi beberapa sub bab yaitu latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi pembahasan mengenai landasan teori yang mencakup beberapa teori yang berkaitan dengan penelitian. Teori-teori yang dibahas adalah teori yang mendukung proses penelitian dalam skripsi ini.

### **BAB III ANALISIS BIFURKASI TERHADAP MODEL MATEMATIKA SIR PADA PENYEBARAN PENYAKIT MENULAR DENGAN FAKTOR FERTILITAS DAN MIGRASI SERTA ADANYA VAKSINASI**

Bab ini akan menjelaskan mengenai masalah yang dikaji dalam skripsi, yaitu mengenai konstruksi model, pencarian titik ekuilibrium, analisis syarat eksistensi, analisis kestabilan dan analisis bifurkasi.

### **BAB IV SIMULASI DAN INTERPRETASI**

Bab ini akan dilakukan simulasi model dengan menggunakan data yang sesuai dengan syarat yang telah dibahas di bab sebelumnya. Setelah dibuat simulasi, dibuat interpretasi dari simulasi tersebut.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini akan menjelaskan kesimpulan dari pembahasan hasil rumusan masalah yang dikaji dan beberapa saran yang ditujukan untuk pengembangan dari masalah pada penelitian ini.