

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Virus Zika (ZIKV) adalah virus yang dapat menginfeksi manusia dan mengakibatkan terjadinya demam Zika (*Zika Fever*). Virus ini sering mewabah khususnya di daerah tropis dan subtropis, seperti di benua Asia dan Afrika. Virus Zika (ZIKV) dapat ditularkan oleh nyamuk *Aedes Aegypti* (jenis nyamuk yang juga dapat menularkan virus chikungunya, demam berdarah, demam kuning, West Nile, dan Japanese ensefalitis). Nyamuk *Aedes Aegypti* dapat menyebarkan virus Zika kepada manusia dengan cara menghisap darah dari manusia yang terinfeksi virus Zika, setelah itu nyamuk tersebut akan terinfeksi kemudian dapat menyebarkan virus Zika tersebut kepada manusia rentan melalui gigitan [1]. Meskipun dalam penularan virus Zika yang menjadi *vector* utama adalah nyamuk *Aedes Aegypti*, namun penularan juga dapat dilakukan oleh *vector* lainnya. Seperti nyamuk *Aedes Albopictus*, *Aedes Africanus*, *Aedes Luteocephalus*, *Aedes Vittatus*, *Aedes Furcifer*, *Aedes Hensilii*, and *Aedes Apicoargenteus*. *Vector* yang sebelumnya dijelaskan di atas merupakan organisme yang menularkan patogen (virus) dari manusia atau hewan yang terinfeksi kepada manusia rentan yang lain [17].

Virus Zika (ZIKV) pertama kali diidentifikasi di hutan Zika Uganda dekat danau Victoria dari Monyet Rhesus pada tahun 1947 selama penyelidikan ekologi demam kuning [26]. Monyet Rhesus tersebut merupakan monyet penjaga yang dengan sengaja ditempatkan di atas kandang pohon di hutan Zika untuk penelitian demam kuning [2]. Lalu laporan pertama manusia terinfeksi virus Zika terdapat pada tahun 1964 dari pekerja berusia 28 tahun yang terdokumentasi dengan baik. Dengan gejala awal sakit kepala ringan, lalu keesokan harinya terdapat ruam di wajah, leher, badan, lengan, dan kaki. Selain itu terjadi demam sementara, malaise, dan nyeri punggung. Namun pada malam hari kedua penderita tersebut tidak merasakan demam dengan ruam yang telah memudar. Hingga pada akhirnya di hari ketiga, penderita merasa sehat walaupun masih terdapat ruam yang kemudian menghilang setelah dua hari berikutnya [10].

Wabah virus Zika dilaporkan pertama kali pada bulan April 2007 di pulau Pasifik Yap di Negara Federasi Mikronesia, yang menyebabkan 108 kasus memiliki

gejala virus Zika. Kemudian wabah virus Zika menyebar ke Indonesia, Mikronesia (sebuah negara yang berada di kepulauan dekat Samudra Pasifik), Filipina, Polinesia (populasi terbesar yang berada di Tahiti dan Moorea), dan Pulau Paskah-Pasifik Selatan antara Oktober 2012 dan April 2014 [2]. Berdasarkan beberapa studi kasus terdahulu juga telah menunjukkan bahwa virus Zika pernah ditemukan di beberapa daerah di Indonesia. Seperti pada tahun 1977-1978 ditemukannya bukti serologis Zika dari tujuh orang di Klaten. Kemudian pada tahun 1979 dari hasil penelitian serologis arbovirus di Lombok menunjukkan bahwa terdapat 31% memiliki antibodi Zika dari 71 sampel yang ada [22].

Gejala utama demam Zika mirip dengan demam berdarah, meliputi demam, ruam makulopapular yang sering menyebar dari wajah ke tubuh, nyeri sendi dan otot, muntah, atau konjungtivitis non-purulen bilateral [8]. Dengan masa inkubasi virus Zika antara 2 sampai 7 hari [14]. Penularan virus Zika dapat terjadi dari seseorang yang belum memiliki gejala, saat memiliki gejala, dan setelah gejala tersebut berakhir. Bahkan kebanyakan orang tidak memperlihatkan dengan jelas gejala yang dimiliki atau hanya memiliki gejala ringan, sehingga hal tersebut membuat mereka tidak mengetahui bahwa telah terinfeksi virus Zika [7].

Selain melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti*, virus Zika juga dapat ditularkan melalui kontak langsung antara individu rentan dengan individu yang terinfeksi melalui hubungan seksual meskipun tidak menunjukkan adanya gejala [12]. Dan penularan yang terjadi melalui hubungan seksual ini merupakan salah satu hal yang membedakan virus Zika dengan virus dengue dan chikungunya [3].

Meskipun infeksi virus Zika merupakan ancaman bagi kesehatan pada masyarakat secara global, namun hingga saat ini belum terdapat vaksinasi untuk mencegah infeksi virus Zika dan obat untuk menyembuhkannya [12]. Maka berdasarkan masalah tersebut diperlukan langkah-langkah yang dapat mengendalikan bahkan menekan penyebaran virus Zika. Seperti meningkatkan kesadaran bagi manusia melalui program kesehatan, menggunakan alat pengaman kepada pasangan hamil yang akan melakukan hubungan seksual atau tidak melakukan hubungan seksual selama kehamilan, melakukan pengendalian dengan mengisolasi pasien terinfeksi virus Zika di rumah sakit. Selain itu juga perlu adanya tindakan pengendalian yang dilakukan terhadap *vector* (*vector control*). *Vector control* merupakan bentuk pengendalian terhadap *vector* yang dilakukan untuk menekan bahkan mengurangi pertumbuhan *vector* yang terinfeksi virus Zika. Salah satu bentuk pengendalian terhadap *vector*, seperti memasang kelambu atau

kipas angin, menggunakan aromaterapi atau *lotion* anti-nyamuk, penyemprotan insektisida dan pembuangan genangan air yang dapat menjadi perkembangbiakan jentik [3].

Penelitian matematika mengenai penyebaran virus Zika sebelumnya telah banyak dikaji dengan model dan parameter yang bervariasi. Seperti Chunxiao Ding, Nana Tao, dan Yuanguo Zhua yang telah menganalisis model matematika penyebaran virus Zika dengan melibatkan parameter kontrol optimal sebagai strategi intervensi efektif dalam penyebaran virus Zika [6]. Kemudian oleh F. B. Augusto, S. Bewick and W. F. Fagan telah melakukan analisis model matematika mengenai peran penularan secara seksual dalam penyebaran virus Zika, karena diketahui bahwa Zika merupakan satu-satunya arbovirus yang penyebarannya dapat terjadi melalui hubungan seksual [1]. Lalu oleh Raúl Isea dan Karl E. Longren yang telah menganalisis model matematika dinamika penularan virus dengue, chikungunya, dan Zika [13]. Dan juga oleh S. K. Biswas, U. Ghosh, dan S. Sarkar yang telah menganalisis model matematika penyebaran virus Zika dengan mempertimbangkan adanya *vector control* sebagai strategi pengendalian penyebaran virus Zika, dan menjabarkan penyebaran virus Zika melalui gigitan nyamuk dan interaksi seksual dengan individu terinfeksi [3].

Berdasarkan fenomena tersebut matematika berperan penting dalam menganalisis penyebaran virus Zika. Peran tersebut dapat berupa abstraksi dari fenomena penyebaran virus Zika ke dalam bentuk model matematika sehingga dapat dilakukan analisis kestabilan. Hasil analisis kestabilan yang diperoleh diharapkan dapat memberikan interpretasi ke dalam perilaku dunia nyata. Maka dari itu penulis tertarik untuk mengkonstruksi model matematika penyebaran virus Zika dengan adanya pengendalian melalui langkah rawat inap di rumah sakit bagi manusia yang terinfeksi virus Zika dan juga mempertimbangkan adanya *vector control* sebagai strategi pengendalian terhadap penyebaran virus Zika dengan judul “ANALISIS MODEL MATEMATIKA SEIHR-SEI UNTUK PENYEBARAN VIRUS ZIKA DENGAN ADANYA *VECTOR CONTROL*”.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana konstruksi model matematika SEIHR-SEI pada penyebaran virus Zika dengan adanya *vector control*?
2. Bagaimana kestabilan dari titik kesetimbangan model matematika SEIHR-SEI pada penyebaran virus Zika dengan adanya *vector control*?
3. Bagaimana bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ) dari model matematika SEIHR-SEI pada penyebaran virus Zika dengan adanya *vector control* yang telah dikonstruksi?
4. Bagaimana analisis sensitivitas dari parameter terhadap bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ )?
5. Bagaimana simulasi numerik dan hasil interpretasi model matematika SEIHR-SEI pada penyebaran virus Zika dengan adanya *vector control*?

## 1.3. Batasan Masalah

Pada skripsi ini terdapat beberapa batasan masalah di antaranya sebagai berikut:

1. Populasi manusia dan nyamuk bersifat tertutup. Dengan makna sifat tertutup yang merupakan kondisi perubahan jumlah populasi hanya terjadi karena adanya kelahiran dan kematian alami, bukan karena adanya perpindahan dari suatu populasi menuju populasi yang lain atau migrasi.
2. Populasi manusia (*host*) dikelompokkan menjadi lima kompartemen, yaitu manusia yang rentan (*susceptible humans*  $S_h$ ), manusia yang terpapar (*exposed humans*  $E_h$ ), manusia yang terinfeksi (*infected humans*  $I_h$ ), manusia yang diisolasi atau dirawat (*hospitalized humans*  $H_h$ ), dan manusia yang telah pulih atau sembuh (*recovered humans*  $R_h$ ). Sedangkan populasi nyamuk (*vector*) dikelompokkan menjadi tiga kompartemen, yaitu nyamuk yang rentan (*susceptible vector*  $S_v$ ), nyamuk yang terpapar (*exposed vector*  $E_v$ ), dan nyamuk yang terinfeksi (*infected vector*  $I_v$ ).
3. Setiap kompartemen bergantung terhadap waktu ( $t$ ).
4. Terdapat interaksi antara populasi manusia (*host*) dan populasi nyamuk (*vector*).

5. Pada manusia yang terinfeksi virus Zika akan dilakukan rawat inap di rumah sakit.
6. Terdapat pengendalian terhadap perkembangbiakan populasi nyamuk (*vector control*).

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai pada skripsi ini adalah:

1. Membuat konstruksi model matematika SEIHR-SEI pada penyebaran virus Zika dengan adanya *vector control*.
2. Menganalisis kestabilan dari titik kesetimbangan model matematika SEIHR-SEI pada penyebaran virus Zika dengan adanya *vector control*.
3. Menentukan bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ) dari model matematika yang telah dikonstruksi.
4. Mengetahui analisis sensitivitas dari parameter terhadap bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ) pada model yang telah dikonstruksi.
5. Mengetahui hasil interpretasi dari model matematika SEIHR-SEI pada penyebaran virus Zika dengan adanya *vector control*.

#### **1.5. Metode Penelitian**

Metodologi yang digunakan oleh penulis pada skripsi ini diantaranya sebagai berikut:

##### **1. Studi Literatur**

Studi literatur ini merupakan tahapan mencari referensi dan materi yang dibutuhkan untuk mendukung tugas akhir dimana berkaitan dengan model matematika penyebaran Virus Zika. Studi literatur ini diperoleh dari buku-buku, jurnal nasional, dan internasional.

##### **2. Analisis**

Pada tahapan ini, penulis mengkonstruksi model matematika SEIHR-SEI untuk penyebaran Virus Zika dengan asumsi-asumsi yang ada, menentukan bilangan reproduksi dasar dengan metode Next Generation Matriks, menganalisis kestabilan lokal dari titik kesetimbangan model berdasarkan kriteria Routh-Hurwitz serta menganalisis kestabilan global titik kesetimbangan dengan menggunakan fungsi Lyapunov, dan melakukan analisis sensitivitas

parameter-parameter pada model yang berpengaruh pada bilangan reproduksi dasar.

### 3. Simulasi

Pada tahapan ini, penulis melakukan simulasi numerik dengan data yang disesuaikan berdasarkan syarat-syarat kestabilan. Data tersebut berupa nilai-nilai variabel dan parameter yang diketahui sembarang sehingga didapat interpretasi dari hasil simulasi numerik.

## 1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan pada skripsi ini terdiri dari lima bab dengan penjelasan setiap bab sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

### BAB II LANDASARN TEORI

Bagian landasan teori berisi penjelasan dan teori-teori penunjang dalam tugas akhir ini, yang meliputi virus Zika, pemodelan matematika, persamaan diferensial, sistem persamaan diferensial, model penyebaran penyakit, titik kesetimbangan, bilangan reproduksi dasar (*basic reproduction number*  $R_0$ ), matriks jacobian, nilai eigen dan vektor eigen, kestabilan, kriteria Routh-Hurwitz dan analisis sensitivitas.

### BAB III ANALISIS MODEL PENYEBARAN VIRUS ZIKA DENGAN ADANYA SUBPOPULASI ISOLASI ATAU RAWAT INAP DAN ADANYA *VECTOR CONTROL*

Bagian analisis ini menjelaskan mengenai inti pembahasan dari tugas akhir yang meliputi konstruksi model matematika, diagram interaksi, deskripsi model matematika, titik kesetimbangan, analisis kestabilan, dan bilangan reproduksi dasar (*basic reproduction number*  $R_0$ ).

### BAB IV SIMULASI NUMERIK DAN INTERPRETASI

Pada bagian ini dilakukan simulasi numerik berdasarkan data yang diberikan dengan terdapat dua kondisi yaitu kondisi bebas penyakit dan kondisi

endemik, kemudian dilakukan analisis sensitivitas, dan hasil interpretasi dari model matematika penyebaran virus Zika.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini berisi kesimpulan dari analisis model matematika SEIHR-SEI untuk penyebaran virus Zika beserta saran yang dapat dilakukan sebagai pengembangan penelitian ke depannya baik sebagai kelanjutan penelitian maupun sebagai perbandingan dengan penelitian lainnya.

