

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Wabah penyakit *Coronavirus* 2019 (COVID-19) adalah penyakit pernapasan yang disebabkan oleh sindrom pernapasan akut *coronavirus* 2 (SARS-CoV 2) ditularkan melalui droplet saat batuk dan bersin, yang terjadi pada akhir tahun 2019 di Wuhan, China dan terus menyebar secara agresif ke seluruh dunia sehingga dinyatakan sebagai pandemic oleh World Health Organization (WHO) pada 11 Maret 2020 [1]. Wabah tersebut telah menginfeksi lebih dari 170 juta orang dengan kasus yang dikonfirmasi, dan jumlah kematian lebih dari 3 juta orang [2]. Hal ini menyebabkan sejumlah besar korban dan krisis global. Pada umumnya gejala klinis pada pasien COVID-19 adalah demam, batuk kering, dan kelelahan, pada beberapa pasien mengalami rasa nyeri dan sakit, hidung tersumbat, pilek, nyeri kepala, konjungtivitas, sakit tenggorokan, diare, hilang penciuman dan terjadi ruam pada kulit [3].

Pandemi COVID-19 ini semakin memperparah beban wilayah tropis dan subtropics di dunia dimana sebelumnya sudah lazim penyakit demam berdarah yang disebabkan oleh DENV. Sejak tahun 1950-an, penyakit demam berdarah (dengue) telah teridentifikasi pertama kali saat terjadi epidemik demam berdarah di Filipina dan Thailand. Penyakit ini tersebar di seluruh daerah tropis dan subtropis dengan variasi lokal yang dipengaruhi oleh parameter iklim serta faktor sosial dan lingkungan [4]. Demam berdarah dengue dianggap sebagai penyakit virus arthropoda yang paling penting pada manusia di seluruh dunia, serta diperkirakan 50-100 juta kasus demam berdarah dengue dilaporkan setiap tahunnya secara global [3]. Pada penyakit demam berdarah dengue menghasilkan berbagai gejala dan juga infeksi tanpa gejala, penyakit seperti flu yang sembuh sendiri (demam berdarah), demam yang melumpuhkan, muntah dan perdarahan (demam berdarah dengue), serta kegagalan sirkulasi yang mengancam jiwa dengan syok hipovolemik atau sindrom syok dengue [3].

Kekhawatiran telah dikemukakan tentang manifestasi klinis yang serupa COVID-19 dan demam berdarah, terutama di negara-negara endemik demam berdarah [5]. Koeksistensi COVID-19 dengan penyakit lain tidak jarang terjadi selama pandemi COVID-19, dan kesalahan diagnosis mungkin terjadi. Hal tersebut terjadi karena demam berdarah menunjukkan gejala yang sebanding dengan

COVID-19 [6],[7]. COVID-19 dan demam berdarah dengue berbagi fitur klinis yang kadang sulit untuk dibedakan, pada masa pandemi COVID-19. Pencegahan dan penurunan kasus COVID-19 lebih diutamakan sehingga masalah penyakit lain seperti demam berdarah menjadi terabaikan, maka dari itu terjadi kesalahan diagnosis dan hal tersebut tidak bisa dihindari terkhususnya pada negara tropis dengan banyak penyakit menular lainnya [3].

Meskipun demikian, kemiripan pada beberapa gejala antara demam berdarah dan COVID-19, serta kemungkinan reaksi silang dalam pengujian serologis, dapat menyebabkan kesulitan dalam diagnosis dan merupakan topik penting untuk ditangani. Beberapa penyelidikan telah menemukan temuan serologi dengue positif palsu pada individu dengan COVID-19. Koinfeksi COVID-19 dan demam berdarah telah ditemukan dan dikonfirmasi di beberapa negara, termasuk Argentina dengan 13 kasus, Singapura dengan 2 kasus dan Indonesia dengan 1 kasus [8],[9],[10]. Kasus COVID-19 dan kasus demam berdarah dengue yang telah tumpang tindih pada beberapa negara endemi demam berdarah dengue seperti Singapura, Thailand, India, dan Bangladesh telah melaporkan adanya koinfeksi penyakit covid-19 dan demam berdarah dengue [3].

Beberapa pendekatan matematika untuk mempelajari transmisi demam berdarah, transmisi COVID-19, dan transmisi koinfeksi demam berdarah-COVID-19, yang diusulkan Nuraini dkk pada jurnal yang berjudul "A mathematical model of dengue internal transmission process" mengusulkan model matematis dari proses transmisi internal demam berdarah [11]. Selanjutnya pada penelitian sebelumnya telah dianalisis model koendemik untuk mempelajari parameter parameter apa saja yang mempengaruhi kedua penyakit sehingga menjadi koendemik, yang diusulkan Hilda Fahlena dkk pada jurnal yang berjudul "Analysis of A Coendemic Model of COVID-19 and Dengue Disease". Untuk itu, pada kasus koinfeksi antara COVID-19 dan demam berdarah masih belum banyak dikaji pada penelitian-penelitian sebelumnya.

Untuk menjelaskan bagaimana koinfeksi demam berdarah dan COVID-19 kapan bisa terjadi, pemodelan matematika menjadi salah satu upaya untuk menguraikan permasalahan tersebut. Hubungan antara transmisi virus dengan berbagai variabel dan parameter yang diketahui dapat diidentifikasi melalui pemodelan matematika. Sehingga model matematika dengan berbagai asumsi telah dieksplorasi dan dievaluasi, dengan fokus pada evaluasi komponen yang memungkinkan penularan luas dan mengontrol penularan pathogen.

Dengan melibatkan variable dan parameter yang ada dilapangan, banyak model matematika yang dirumuskan seperti model Susceptible-Invected-Recovered

(SIR) oleh Kermack dan McKendrick pada tahun 1927 [12]. Dalam skripsi ini penulis akan membahas model matematika SIR-SI untuk koinfeksi demam berdarah dan COVID-19 pada populasi manusia yang terdiri dari manusia yang rentan penyakit ( $S_h$ ), manusia terinfeksi demam berdarah ( $I_d$ ), manusia terinfeksi COVID-19 ( $I_c$ ), manusia terinfeksi demam berdarah dengan kekebalan COVID-19 ( $I_{cd}$ ), manusia terinfeksi COVID-19 dengan kekebalan demam berdarah ( $I_{dc}$ ), manusia terinfeksi demam berdarah dan COVID-19 ( $I_e$ ), manusia pulih dari penyakit demam berdarah ( $R_d$ ), manusia pulih dari penyakit COVID-19 ( $R_c$ ), dan manusia pulih dari demam berdarah dan COVID-19 ( $R_h$ ). Sedangkan pada populasi vektor terdiri dari vektor yang rentan penyakit ( $S_v$ ) dan vektor yang terinfeksi penyakit ( $I_v$ ). Pada model tersebut akan dibahas parameter mana yang mempengaruhi terjadinya koinfeksi kedua penyakit ini.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana konstruksi model matematika koinfeksi demam berdarah dan COVID-19 pada populasi tertutup?
2. Bagaimana analisis kestabilan dari titik kesetimbangan model matematika koinfeksi demam berdarah dan COVID-19 pada populasi tertutup?
3. Bagaimana bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ) dari model yang telah dikonstruksi?
4. Bagaimana analisis sensitivitas pada model matematika koinfeksi demam berdarah dan COVID-19 pada populasi tertutup?
5. Bagaimana simulasi numerik dan hasil interpretasi model matematika koinfeksi demam berdarah dan COVID-19 pada populasi tertutup?

## 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian skripsi ini diantaranya

1. Populasi bersifat tertutup
2. Populasi manusia dikelompokkan ke dalam sembilan kompartemen, yaitu rentan penyakit ( $S_h$ ), terinfeksi demam berdarah ( $I_d$ ), terinfeksi COVID-19 ( $I_c$ ), terinfeksi demam berdarah dengan kekebalan COVID-19 ( $I_{cd}$ ), terinfeksi COVID-19 dengan kekebalan demam berdarah ( $I_{dc}$ ), terinfeksi demam berdarah dan COVID-19 ( $I_e$ ), pulih dari penyakit demam berdarah

( $R_d$ ), pulih dari penyakit COVID-19 ( $R_c$ ), dan pulih dari demam berdarah dan COVID-19 ( $R_h$ ). Sedangkan populasi vektor dikelompokkan ke dalam dua kompartemen, yaitu rentan penyakit ( $S_v$ ), dan terinfeksi penyakit ( $I_v$ ).

3. Setiap kompartemen pada model bergantung pada waktu.
4. Semua parameter bernilai positif.
5. Manusia dapat terinfeksi demam berdarah dan terinfeksi COVID-19 pada waktu yang bersamaan (co-infection)

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

Tujuan penelitian skripsi ini diantaranya

1. Membuat konstruksi model matematika koinfeksi demam berdarah dan COVID-19
2. Menentukan titik kesetimbangan dan menganalisis kestabilan model matematika koinfeksi demam berdarah dan COVID-19
3. Menentukan bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ) pada model yang telah dikonstruksi
4. Mengetahui sensitivitas pada model matematika koinfeksi demam berdarah dan COVID-19
5. Membuat interpretasi dari hasil simulasi numeric pada model matematika koinfeksi demam berdarah dan COVID-19 pada populasi tertutup

#### **1.5. Metodologi Penelitian**

Metodologi dalam penelitian skripsi ini diantaranya

1. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan tahap pengumpulan serta memahami mengenai model koinfeksi dua penyakit yang diperoleh dari berbagai referensi yang mendukung, seperti buku, jurnal, dan website.

2. Analisis

Pada tahap analisis, dilakukan konstruksi model kemudian menentukan titik kesetimbangan, kestabilan local menggunakan kriteria Routh-Hurwitz, bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ) dengan metode Next Generation Matrix (NGM), dan analisis sensitivitas

### 3. Simulasi

Pada tahap simulasi, dilakukan simulasi secara numeric dengan nilai parameter untuk melihat perilaku model koinfeksi demam berdarah dan COVID-19. Selanjutnya dilakukan analisis dari hasil yang telah diperoleh.

### 4. Kesimpulan

Pada tahap ini diperoleh kesimpulan dari model yang telah dianalisis kestabilannya serta hasil dari simulasi

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Penulisan skripsi ini terdapat lima bab yang terdiri dari :

### **BAB I PENDAHULUAN**

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

### **BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bagian landasan teori berisi penjelasan dan teori-teori penunjang untuk tugas akhir ini, yang meliputi Demam Berdarah, COVID-19, Koinfeksi Demam Berdarah dan COVID-19, pemodelan matematika, persamaan diferensial, sistem persamaan diferensial, model epidemiologi, titik equilibrium, nilai eigen dan vektor eigen, matriks jacobian, kestabilan lokal, bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ), kriteria Routh-Hurwitz, dan analisis sensitivitas.

### **BAB III ANALISIS MODEL MATEMATIKA KOINFEKSI DEMAM BERDARAH DAN COVID-19 PADA POPULASI TERTUTUP**

Pada 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 ( $R_0$ ).

### **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 penyebaran penyakit koinfeksi demam berdarah dan COVID-19.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bagian ini berisi kesimpulan dari analisis model matematika Host-Vector untuk penyebaran virus koinfeksi demam berdarah dan COVID-19 beserta saran yang dapat dilakukan sebagai pengembangan penelitian ke depannya baik sebagai kelanjutan penelitian maupun sebagai perbandingan dengan penelitian lainnya.