

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penyakit menular yang disebabkan oleh virus influenza tipe A adalah penyakit *avian influenza* atau lebih dikenal dengan penyakit flu burung. Penyakit ini pertama kali ditemukan pada tahun 1887 di Italia [1]. Pada awalnya, penyakit flu burung hanya dapat ditularkan dari unggas ke unggas, seperti ayam, bebek, kalkun, dan lain-lain. Namun, dalam perkembangannya virus ini memiliki kemampuan untuk terus menerus bermutasi sehingga dapat menular dari unggas ke manusia [2]. Akan tetapi, hingga saat ini belum ada penelitian yang menyatakan bahwa virus flu burung dapat ditularkan dari manusia ke manusia.

Kemampuan virus flu burung yang terus menerus bermutasi mengakibatkan munculnya beberapa varian virus influenza tipe A, salah satunya varian H5N1. Pada tahun 1997, virus flu burung varian H5N1 ditemukan di Hong Kong. Varian ini dikenal sangat patogenik yang berarti dapat menyebabkan kematian pada unggas dalam waktu yang relatif cepat. Pada tahun 2003, virus varian H5N1 tersebut menyebar ke negara-negara di Asia Tenggara, salah satunya Indonesia [1].

Sejak tahun 2005, Indonesia ditetapkan sebagai kawasan dengan keadaan

Kejadian Luar Biasa (KLB) flu burung pada manusia. Kasus infeksi virus flu burung menyebabkan kematian pada unggas dan manusia, serta berpotensi menimbulkan terjadinya pandemi. Di Indonesia, kasus flu burung hingga tahun 2017 tercatat sebanyak 200 orang terinfeksi dan kematian 168 orang dengan rata-rata *Case Fatality Rate* (CFR) sebesar 83,3 %. Hingga September 2017, penyakit flu burung telah menginfeksi 860 orang di seluruh dunia dan menyebabkan kematian 454 orang, dengan rata-rata *Case Fatality Rate* (CFR) sebesar 52,79 % [3]. Virus flu burung juga memiliki potensi menyebar melalui perpindahan unggas liar yang tidak terkendali. Unggas-unggas liar dapat menjadi pembawa virus dan menyebarkannya ke berbagai wilayah. Oleh karena itu, upaya pengendalian penyakit flu burung sangat diperlukan, mulai dari upaya pencegahan, deteksi dini, pengobatan, dan penyembuhan.

Secara matematis, upaya pengendalian penyebaran virus flu burung dapat dilakukan dengan melihat perilaku penyebaran virus dari suatu model matematika. Model-model yang digunakan dapat memprediksi dinamika penyebaran virus serta memahami faktor-faktor yang mempengaruhi transmisi antarspesies dan lintas wilayah, sehingga dapat membantu pihak terkait mengambil upaya pengendalian yang tepat. Pada tahun 2008, Derouich dan Boutayeb melakukan penelitian mengenai penyebaran virus flu burung dengan model *SIRS* pada populasi manusia dan  $S_0I_0$  pada populasi unggas [4]. Penelitian ini menyimpulkan bahwa dinamika penyakit flu burung ditentukan oleh rata-rata jumlah kontak dari manusia yang rentan terhadap unggas yang terinfeksi.

Penelitian lain dilakukan oleh Kimbir et al., (2014) dengan menganalisa model penyebaran virus flu burung dari unggas liar dan unggas domestik ke manusia. Model yang digunakan yaitu model  $SIQRS$  pada populasi manusia dan  $S_WI_WSDID$  pada populasi unggas liar dan domestik [5]. Penelitian ini menunjukkan bahwa meningkatnya pemusnahan unggas yang terinfeksi dapat mengurangi rasio bilangan reproduksi.

Penelitian lain dilakukan oleh Tasmi dan Nuraini (2016) yang mengembangkan model deterministik dalam mengoptimalkan jadwal vaksinasi dan *treatment* pada pengendalian penyakit flu burung [6]. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan jadwal vaksinasi dan *treatment* yang optimal dapat membantu mengendalikan penyebaran virus flu burung serta mengurangi biaya pengobatan dan vaksinasi.

Penelitian yang dipaparkan di atas hanya berfokus pada aspek temporal dari penyebaran virus, yaitu bagaimana penyakit menyebar seiring waktu dalam populasi. Penelitian lain yang serupa juga sudah banyak dilakukan sehingga dibutuhkan analisis tambahan tentang penyebaran virus flu burung, terutama dalam konteks penyebaran spasial. Penyebaran virus flu burung dengan memperhatikan aspek spasial dapat dilakukan dengan penambahan suku difusi pada model matematika. Model matematika dengan penambahan suku difusi menjadikan model lebih relevan karena dapat memperhitungkan pergerakan virus secara spasial dan bagaimana virus dapat menyebar dari satu lokasi ke lokasi lain.

Pada tahun 2010, Pudjaprasetya dan Gunawan mengusulkan dua

model penyebaran virus flu burung [7]. Model pertama, yaitu model *SI* dengan penambahan suku difusi sebagai model penyebaran virus flu burung di antara populasi unggas. Model ini dapat menganalisa penyebaran virus di antara populasi unggas dengan kepadatan populasi yang konstan. Model kedua, yaitu model *SI* inang-vektor yang mempertimbangkan interaksi antara unggas sebagai vektor dan manusia sebagai inang. Model ini juga melakukan penambahan suku difusi untuk menggambarkan penyebaran secara spasial.

Penelitian lain dilakukan oleh Putri dan Husna (2019) membahas tentang solusi gelombang berjalan dari model difusi penyebaran virus flu burung [8]. Solusi gelombang berjalan ditentukan untuk memahami bagaimana penyebaran virus flu burung yang terjadi pada sistem unggas dalam dimensi waktu dan ruang (temporal dan spasial). Solusi ini menggambarkan bagaimana virus flu burung dapat menyebar melalui populasi unggas dan mempengaruhi tingkat infeksi.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Tadmon et al., (2022) yang menganalisa model epidemi flu burung dan manusia dengan mempertimbangkan suku difusi, penundaan dalam perdagangan unggas dan produksi telur, serta lingkungan homogen. Penelitian ini memeriksa stabilitas asimtotik lokal dan global dari solusi positif sistem reaksi-difusi dengan kondisi batas Neumann homogen [9]. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan suku difusi memberikan hasil yang lebih realistis tentang penyebaran virus flu burung dengan faktor penundaan perdagangan unggas dan kondisi lingkungan.

Tugas akhir ini membahas model penyebaran virus flu burung pada

sistem unggas dan manusia dengan merujuk pada model yang telah dibahas oleh [8] dengan menambahkan satu kompartemen terkait manusia yang sembuh dari virus. Model penyebaran virus flu burung tersebut ditambahkan suku difusi pada sistem unggas sehingga menghasilkan persamaan difusi. Solusi dari model akan diperoleh dengan pendekatan analitik dan numerik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dikaji pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana konstruksi model penyebaran virus flu burung pada sistem interaksi unggas dan manusia dan penambahan suku difusi pada sistem unggas?
2. Bagaimana analisis kestabilan model penyebaran virus flu burung pada sistem interaksi unggas dan manusia?
3. Bagaimana solusi gelombang berjalan dari model difusi penyebaran virus flu burung pada sistem unggas?

## 1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Mengkonstruksi model penyebaran virus flu burung pada sistem interaksi unggas dan manusia dan penambahan suku difusi pada sistem unggas.

2. Menganalisa kestabilan model penyebaran virus flu burung pada sistem interaksi unggas dan manusia.
3. Menginterpretasikan solusi gelombang berjalan dari model difusi penyebaran virus flu burung pada sistem unggas.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah penambahan suku difusi pada model penyebaran virus flu burung untuk sistem unggas.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari tiga bab yaitu: Bab I pendahuluan, yang memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab II landasan teori, yang berisi tentang materi dasar dan materi pendukung yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam tugas akhir ini. Bab III pembahasan, pada bab ini akan dipaparkan hasil analisis dari perilaku model interaksi unggas-manusia, analisis solusi gelombang berjalan dari model persamaan difusi pada sistem unggas, serta simulasi numerik dari model interaksi unggas-manusia dan simulasi numerik dari solusi gelombang berjalan. Bab IV Penutup, memuat kesimpulan dari rumusan masalah penelitian dan saran untuk penelitian berikutnya.