

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Makhluk hidup tidak dapat bertahan hidup sendiri, sehingga diperlukan adanya interaksi antarspesies. Interaksi ini memiliki peran penting dalam mendukung keberlangsungan hidup berbagai makhluk hidup. Ekologi adalah salah satu cabang ilmu biologi yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup, seperti manusia, hewan, dan tumbuhan, dengan lingkungannya. Salah satu bentuk hubungan yang sering terjadi di suatu ekosistem adalah interaksi antara dua spesies. Salah satu jenis interaksi tersebut adalah interaksi *prey-predator*, yaitu hubungan antara dua spesies berbeda di mana satu spesies berperan sebagai mangsa (*prey*), sedangkan spesies lainnya bertindak sebagai pemangsa (*predator*). Interaksi *prey-predator* membantu menjaga keseimbangan populasi di dalam ekosistem [1].

Interaksi *prey-predator* dapat dianalisis menggunakan pemodelan matematika yang dikenal sebagai model *prey-predator*. Model ini pertama kali diperkenalkan oleh Alfred J. Lotka pada tahun 1925 dan secara independen oleh Vito Volterra pada tahun 1926, sehingga model tersebut dikenal sebagai model Lotka-Volterra. Model Lotka-Volterra menganalisis interaksi

antara populasi *prey* dan *predator* dalam suatu wilayah dengan asumsi bahwa populasi *prey* merupakan satu-satunya sumber makanan yang mendukung kehidupan populasi *predator*.

Model Lotka-Volterra merupakan model *prey-predator* yang paling sederhana dengan asumsi bahwa populasi *prey* tumbuh secara eksponensial tanpa batas seiring dengan bertambahnya waktu. Namun, asumsi ini tidak realistis karena dalam kenyataannya terdapat berbagai faktor yang memengaruhi pertumbuhan populasi sehingga suatu populasi tidak dapat bertambah tanpa batas. Pernyataan ini didukung oleh Gassul (1997) yang menyatakan bahwa model Lotka-Volterra sangat tidak realistis karena populasi *prey* dapat terus bertambah tanpa batas jika *predator* tidak hadir [2].

Faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan populasi dikenal sebagai daya dukung lingkungan (*carrying capacity*). Dengan mempertimbangkan faktor daya dukung lingkungan secara berkelanjutan, dapat diciptakan kondisi yang lebih realistis untuk menjaga keseimbangan populasi. Oleh karena itu, model Lotka-Volterra dimodifikasi dengan asumsi bahwa pertumbuhan populasi *prey* mengikuti pola pertumbuhan logistik [3]. Model pertumbuhan logistik mencegah pertumbuhan populasi *prey* yang terus meningkat secara eksponensial dengan membatasi pertumbuhan tersebut berdasarkan daya dukung lingkungan.

Terdapat banyak faktor di dalam ekosistem yang dapat memengaruhi pertumbuhan populasi, salah satunya adalah penyebaran penyakit menular yang

berdampak pada interaksi antar makhluk hidup. Bidang ilmu yang secara khusus mempelajari penyebaran penyakit dalam populasi dikenal sebagai epidemiologi [4]. Salah satu model matematika yang banyak dijadikan acuan untuk menganalisis penyebaran penyakit menular adalah model yang dikembangkan oleh Kermack dan McKendrick pada tahun 1927. Model ini secara efektif menggambarkan dinamika penyebaran penyakit dalam populasi [5].

Penggabungan cabang ilmu ekologi dan epidemiologi menghasilkan model ekoepidemiologi, yang pertama kali dirumuskan oleh Anderson dan May (1986) untuk mempelajari penyebaran serta keberlanjutan penyakit menular dalam komunitas hewan dan tumbuhan [6]. Melanjutkan penelitian ini, Chattopadhyay dan Arino (1999) menganalisis model *prey-predator* dengan penyakit pada populasi ikan tilapia sebagai *prey* yang rentan dan terinfeksi, serta burung pelikan sebagai *predator* [7]. Han dkk. (2001) mengembangkan model serupa yang melibatkan infeksi pada kedua populasi *predator* dan *prey* [8]. Sementara itu, Diva dkk. (2018) memperluas model *prey-predator* dengan memasukkan infeksi dan predasi pada *prey*, di mana pertumbuhan *prey* rentan mengikuti pola logistik, proses predasi dibedakan antara *prey* sehat dan terinfeksi, serta *prey* terinfeksi dapat sembuh dan kembali menjadi rentan [9]. Penelitian oleh Khozin dan Zulkarnain (2017) melengkapi model ini dengan menambahkan *treatment* berupa karantina untuk *prey* terinfeksi, di mana populasi *prey* yang dikarantina tumbuh secara logistik dan tidak dapat dimangsa, sementara *prey* rentan dan *prey* terinfeksi tumbuh

secara eksponensial [10].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini akan membahas dinamika model matematika ekoepidemiologi yang melibatkan infeksi pada *prey*. Dalam model ini, *prey* yang terinfeksi diberikan penanganan berupa karantina untuk memungkinkan proses penyembuhan. Setelah sembuh, *prey* dapat kembali ke lingkungan dan menjadi rentan kembali. Model yang dikembangkan mengacu pada penelitian sebelumnya [11] dengan penambahan faktor daya dukung lingkungan pada pertumbuhan subpopulasi *prey* rentan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan yang akan dikaji dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan konstruksi model *prey-predator* yang melibatkan infeksi penyakit dan karantina pada populasi *prey*?
2. Bagaimana analisis kestabilan dari model *prey-predator* yang melibatkan infeksi penyakit dan karantina pada populasi *prey*?
3. Bagaimana hasil simulasi numerik dari model *prey-predator* yang melibatkan infeksi penyakit dan karantina pada populasi *prey*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan konstruksi model *prey-predator* yang melibatkan infeksi penyakit dan karantina pada populasi *prey*;
2. Menganalisis kestabilan model *prey-predator* yang melibatkan infeksi penyakit dan karantina pada populasi *prey*;
3. Mensimulasikan secara numerik model *prey-predator* yang melibatkan infeksi penyakit dan karantina pada populasi *prey*.

#### 1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian terdiri dari empat bab. Bab pertama adalah pendahuluan yang mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan. Bab kedua adalah landasan teori yang berisi materi dasar dan materi pendukung yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam tugas akhir ini. Bab ketiga adalah pembahasan yang akan menjelaskan konstruksi model *prey-predator* yang dimodifikasi pada pertumbuhan populasi *prey*, analisis kestabilan model, dan simulasi numerik dari model tersebut. Terakhir, bab keempat adalah penutup yang berisi kesimpulan dan saran.