

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Setiap makhluk hidup dituntut untuk senantiasa berinteraksi dengan makhluk hidup lainnya. Interaksi yang terjadi antara individu dalam satu spesies atau interaksi antara individu dengan spesies yang berbeda dapat berdampak positif bagi keduanya, berdampak negatif bagi keduanya, maupun berdampak negatif bagi salah satu spesies dan positif bagi spesies yang lain. Jika berdampak positif bagi keduanya, interaksi keduanya disebut simbiosis mutualisme, jika berdampak negatif bagi keduanya disebut persaingan, dan jika berdampak positif bagi spesies yang satu sedangkan bagi spesies yang lainnya negatif maka interaksi tersebut disebut dengan mangsa-pemangsa (*prey-predator*).

Interaksi predator-prey dapat didefinisikan sebagai konsumsi predator terhadap prey. Hubungan ini sangat erat sebab tanpa adanya prey, predator tidak dapat hidup. Dalam hal ini predator berfungsi sebagai pengendali populasi prey. Berdasarkan fungsi predator itulah terbentuk keseimbangan dalam interaksi tersebut yaitu terdapat keseimbangan jumlah populasi dari predator dan prey.

Penelitian terhadap interaksi predator-prey akan dilakukan secara matematis. Penelitian dilakukan dengan menganalisa model matematika dari sistem predator-prey. Model tersebut dapat terdiri atas satu atau lebih persamaan atau pertidaksamaan. Persamaan ini melibatkan variabel, atau mungkin melibatkan variabel dan turunan-turunannya (persamaan diferensial), atau nilai-nilai dari variabel untuk waktu-waktu diskrit yang berbeda (persamaan beda).

(G.Hadley, 1983:1). Model matematika dari sistem Predator-prey ini adalah Sistem Persamaan Diferensial (Sistem Dinamik),

$$\dot{x} = f(x, a), \quad (1.1)$$

dengan x adalah ruang keadaan ($x \in \mathbb{R}^n$) dan a adalah ruang parameter ($a \in \mathbb{R}^n$).

Model predator-prey yang diperkenalkan pertama kali adalah Lotka-Volterra (1932). Model ini belum memperhitungkan waktu yang diperlukan oleh predator untuk mencerna makanannya serta kenyataan bahwa makanan dari prey sendiri yang terbatas. Kemudian pada tahun 1950 Holling memperkenalkan fungsi respon. Fungsi respon dalam ekologi adalah jumlah makanan yang dimakan oleh predator sebagai fungsi kepadatan makanan. Dalam hal ini fungsi respon dibagi atas tiga macam, yaitu fungsi respon tipe I, tipe II, dan tipe III. Fungsi respon tipe I terjadi pada predator yang memiliki karakteristik pasif, atau lebih suka menunggu mangsanya. Sebagai contoh predatornya adalah laba-laba. Fungsi respon tipe II terjadi pada predator yang berkarakteristik aktif dalam mencari mangsa. Sebagai contoh predatornya adalah pada serigala. Ketika serigala berhasil menangkap mangsanya maka serigala juga memerlukan waktu untuk mencerna makanannya. Fungsi respon tipe III terjadi pada predator yang cenderung akan mencari populasi prey yang lain ketika populasi prey yang dimakan mulai berkurang. Sebagai contoh pada rusa tikus (*mice deer*) yang bertindak sebagai predator dengan kepompong kupu-kupu sebagai prey. Ketika jumlah kepompong meningkat maka populasi tikus rusa juga akan meningkat secara eksponensial, namun ketika jumlah kepompong mulai menurun maka tikus

rusa cenderung untuk mencari populasi kepompong yang lebih tinggi. Pada sistem Lokta-Volterra mengabaikan fungsi respon ini. Pada sistem (1.1) fungsi respon muncul sebagai suatu yang dapat mengurangi jumlah prey dan menambah jumlah predator.

Secara umum sifat solusi dari sistem (1.1) dapat dilihat berdasarkan nilai eigen atas matriks terkait sistem dinamikanya. Ada suatu teorema yang menyatakan bahwa *solusi dari suatu sistem stabil jika semua nilai eigen mempunyai bagian real negatif dan solusi sistem tidak stabil jika ada nilai eigen yang mempunyai bagian real positif* (Perko, 1991:56). Teorema tersebut memunculkan suatu pertanyaan, *bagaimana jika ada nilai eigen 0 pada bagian realnya?* Ketika nilai eigen 0 merupakan suatu kondisi dimana sistem rentan terhadap gangguan. Sedikit saja sistem terganggu maka nilai eigen dapat berpindah ke daerah negatif (stabil) atau sebaliknya berpindah ke daerah positif (tidak stabil). Hal inilah yang menyebabkan terjadinya **bifurkasi**, yaitu perbedaan keadaan dinamik seiring dengan perubahan parameter, atau bahkan *chaos* (Wiggins, 1990:254). Tetapi tidak semua sistem dinamik yang memiliki nilai eigen 0 pada bagian realnya akan mengalami bifurkasi.

Pada skripsi ini akan dibahas tentang analisis kestabilan model predator-prey (mangsa-pemangsa), berparameter μ (laju kematian alami predator) dengan fungsi respon tipe II. Dipilihnya fungsi respon tipe II karena fungsi respon tipe II memiliki permasalahan yang sesuai dengan jenis predator yang mencari mangsa dengan cara berburu. Fungsi respon tipe II ini telah memperhitungkan waktu

untuk memproses makanan pada saat predator mengkonsumsi makanannya. Hal ini ditandai dengan melambatnya tingkat serangan yang dilakukan predator terhadap prey. Melambatnya tingkat serangan karena pencarian makanan dan pemrosesan makanan merupakan dua perilaku yang saling eksklusif. Model sistem predator-prey dengan fungsi respon tipe II memiliki nilai eigen imajiner murni untuk suatu nilai μ , sehingga dimungkinkan munculnya bifurkasi. Jenis bifurkasi yang mungkin terjadi untuk sistem dengan nilai eigen imajiner murni adalah bifurkasi *hopf*.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang dirumuskan dalam penulisan skripsi ini adalah:

1. Bagaimana membentuk model matematika dari sistem predator-prey dengan fungsi respon tipe II?
2. Bagaimana pengaruh perubahan parameter terhadap keadaan dinamik dari sistem predator-prey dengan fungsi respon tipe II?

C. TUJUAN PENELITIAN

Dari rumusan masalah di atas, tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Untuk mengetahui pembentukan model matematika dari sistem predator prey dengan fungsi respon tipe II.
2. Untuk mengetahui pengaruh perubahan parameter terhadap keadaan dinamik dari sistem *predator-prey* dengan fungsi respon tipe II.

D. BATASAN MASALAH

Agar pembahasan dalam penelitian skripsi ini tidak meluas, maka penulis perlu memberikan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Sistem dinamik yang digunakan untuk memodelkan sistem predator-prey disini adalah sistem dinamik dimensi 2 dengan 1 parameter.
2. Analisis kestabilan dan terjadinya bifurkasi hanya dilakukan pada satu titik ekuilibrium.

E. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa

Menambah wawasan dan kemampuan dalam mengaplikasikan ilmu-ilmu matematika, dalam bidang biologi yaitu tentang keseimbangan interaksi antar makhluk hidup khususnya model predator-prey.
2. Bagi Peneliti
 - a. Memberikan informasi kepada peneliti tentang keseimbangan suatu ekosistem khususnya model predator-prey.
 - b. Dapat digunakan untuk memprediksi seberapa besar populasi predator dan populasi prey agar terjadi keseimbangan ekosistem.
3. Bagi Universitas
 - a. Menambah koleksi buku referensi yang ada di Perpustakaan Universitas Negeri Yogyakarta.

- b. Menjadi acuan bagi mahasiswa lain untuk menambah dan mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya pemodelan predator-prey.