

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ada banyak spesies hewan di alam dimana satu spesies memakan spesies lain. Spesies pertama adalah pemangsa dan spesies kedua adalah mangsa.

Di ekosistem alam banyak ditemui mangsa yang berkumpul untuk mencari sumber makanan sehingga secara tidak sengaja mangsa yang berkumpul tersebut membentuk suatu pertahanan yang disebut pertahanan kelompok (*group defense*). Ketika pemangsa mencari mangsa, pemangsa hanya dapat berinteraksi dengan anggota terluar dari kelompok mangsa (Fania 2018).

Kompetisi dalam suatu ekosistem merupakan salah satu bentuk interaksi antar individu yang bersaing memperebutkan kebutuhan hidup yang sama. Pada individu hewan, kebutuhan hidup yang sering diperebutkan antara lain adalah makanan, sumber air, tempat berlindung atau bersarang dan pasangan untuk berkembang biak. Kompetisi antar populasi tidak hanya terjadi pada populasi yang berbeda namun terjadi juga pada populasi yang sejenis. Contoh kompetisi antar populasi yang sejenis yaitu singa dan singa yang memangsa anjing laut di wilayah yang sama. Selain memangsa anjing laut ternyata singa juga memangsa sejenisnya dalam keadaan tertentu dan anjing laut juga memangsa anak anjing laut lainnya. Sama halnya dengan spesies kodok (*cane toad*) yang memangsa belalang sembah (*Pseudomantis albofimbriata*). Selain memangsa belalang sembah, kodok (*cane toad*) juga memangsa spesies sejenisnya ketika masih dalam bentuk kecebong dan belalang sembah memangsa kepala belalang sembah jantan ketika melakukan perkawinan (J.Irish 2019).

Model yang terdiri atas dua spesies berbeda dengan salah satu dari keduanya menyediakan makanan untuk yang lainnya merupakan salah satu model interaksi spesies antara mangsa dan pemangsa yang populer dalam pemodelan matematika. Interaksi antar populasi ini dinamakan relasi predator-prey, dengan prey sebagai spesies yang dimangsa dan predator sebagai spesies yang memangsa.

Model predator-prey pertama kali dikenalkan oleh Lotka pada tahun 1925 dan Volterra pada tahun 1926, sehingga model ini juga disebut model Lotka-Volterra (James dan Boyce 2010).

Model Lotka-Volterra merupakan suatu sistem persamaan diferensial yang mendeskripsikan populasi mangsa-pemangsa dalam suatu ekosistem tertutup. Asumsi-asumsi yang digunakan untuk membangun model interaksi dua spesies, berdasarkan Lotka-Volterra sebagai berikut: Jika populasi pemangsa diabaikan, maka laju pertumbuhan populasi mangsa akan naik secara eksponensial, diperoleh $\frac{dx}{dt} = \alpha x$ dengan α adalah konstanta positif. Jika populasi mangsa diabaikan, maka laju pertumbuhan populasi pemangsa akan menurun, diperoleh $\frac{dy}{dt} = -\gamma y$ dengan γ adalah konstanta positif. Setiap interaksi kedua populasi, akan meningkatkan pertumbuhan populasi pemangsa dan menghalangi pertumbuhan populasi mangsa. Oleh karena itu, pertumbuhan populasi pemangsa bertambah sebanyak δxy , sedangkan pertumbuhan populasi mangsa akan berkurang sebanyak βxy dengan δ, β konstanta.

Berdasarkan asumsi-asumsi di atas diperoleh model Lotka-Volterra sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \alpha x - \beta xy \\ \frac{dy}{dt} &= -\gamma y + \delta xy\end{aligned}\tag{1.1}$$

dengan $\alpha, \beta, \gamma, \delta > 0$ (Silva dan Sitompul 2017)

Rohmah dan Apriliani (2013) yang telah meneliti model Lotka-Volterra dengan dua kelompok mangsa dan satu kelompok pemangsa memiliki asumsi populasi mangsa dipengaruhi oleh tingkat kelahirannya, tingkat kematiannya karena persaingan dengan sesama jenis, tingkat kematian karena persaingan dengan mangsa jenis lain, dan tingkat kematian karena dimangsa predator. Populasi pemangsa dipengaruhi oleh tingkat kematian karena ketiadaan mangsa dan bertambahnya karena adanya mangsa. Hasilnya diperoleh titik setimbang dan pengaruhnya pada kestabilan lokal.

Pada kenyataannya tidak hanya mangsa yang memangsa sejenisnya namun juga pemangsa dapat memangsa sejenisnya, oleh sebab itu peneliti melakukan penyederhanaan model menjadi satu kelompok mangsa dan satu kelompok pemangsa dengan adanya sifat kanibalisme pada masing-masing kelompok mangsa dan pemangsa, sehingga diperoleh model Lotka-Volterra dengan adanya sifat kanibalisme pada mangsa dan pemangsa sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\frac{dX}{dt} &= \alpha X - \beta XY - kXX \\ \frac{dY}{dt} &= \delta XY - \gamma Y - lYY\end{aligned}\tag{1.2}$$

dengan $\alpha, \beta, \delta, \gamma, k, l > 0$

Keterangan :

X = Mangsa

Y = Pemangsa

α = Laju perkembangan mangsa

β = Laju kematian mangsa diakibatkan pemangsa

δ = Laju pertumbuhan pemangsa diakibatkan oleh interaksi dengan mangsa

γ = Laju kematian alami pemangsa

k = kematian mangsa diakibatkan oleh kanibalisme

l = kematian pemangsa diakibatkan oleh kanibalisme

Selanjutnya, model tersebut diselesaikan dengan metode matematika sehingga diperoleh model penyelesaian matematika yang kemudian akan dilakukan evaluasi untuk mengetahui perilaku dari suatu sistem dan untuk menentukan kestabilan titik kesetimbangan dari model tersebut.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diperoleh gambaran dari model tersebut dan karena penjelasan di atas juga penulis mencoba mengangkat topik ini sebagai judul penelitian yaitu **"Analisis Sistem Dinamik Model Matematika Lotka-Volterra dengan adanya Sifat Kanibalisme pada Mangsa dan Pemangsa"**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dirumuskan beberapa permasalahan berikut:

1. Bagaimana analisis perilaku dinamik dan kestabilan model matematika Lotka-Volterra dengan adanya sifat kanibalisme pada mangsa dan pemangsa?
2. Bagaimana menggunakan *software* Matlab untuk melihat simulasi analisis bifurkasi terhadap sistem dinamik oleh model matematika Lotka-Volterra dengan adanya sifat kanibalisme pada mangsa dan pemangsa dengan pendekatan numerik *Forward Euler*?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini difokuskan pada analisis kestabilan terhadap model matematika Lotka-Volterra dengan adanya sifat kanibalisme pada mangsa dan pemangsa dengan bervariasi nilai-nilai parameter pada sistem. Parameter α dan γ dibuat tetap sedangkan parameter lainnya (β, δ, l, k) merupakan variabel bebas yang divariasikan berdasarkan jurnal Silva Humaira.

1.4 Tujuan Penelitian

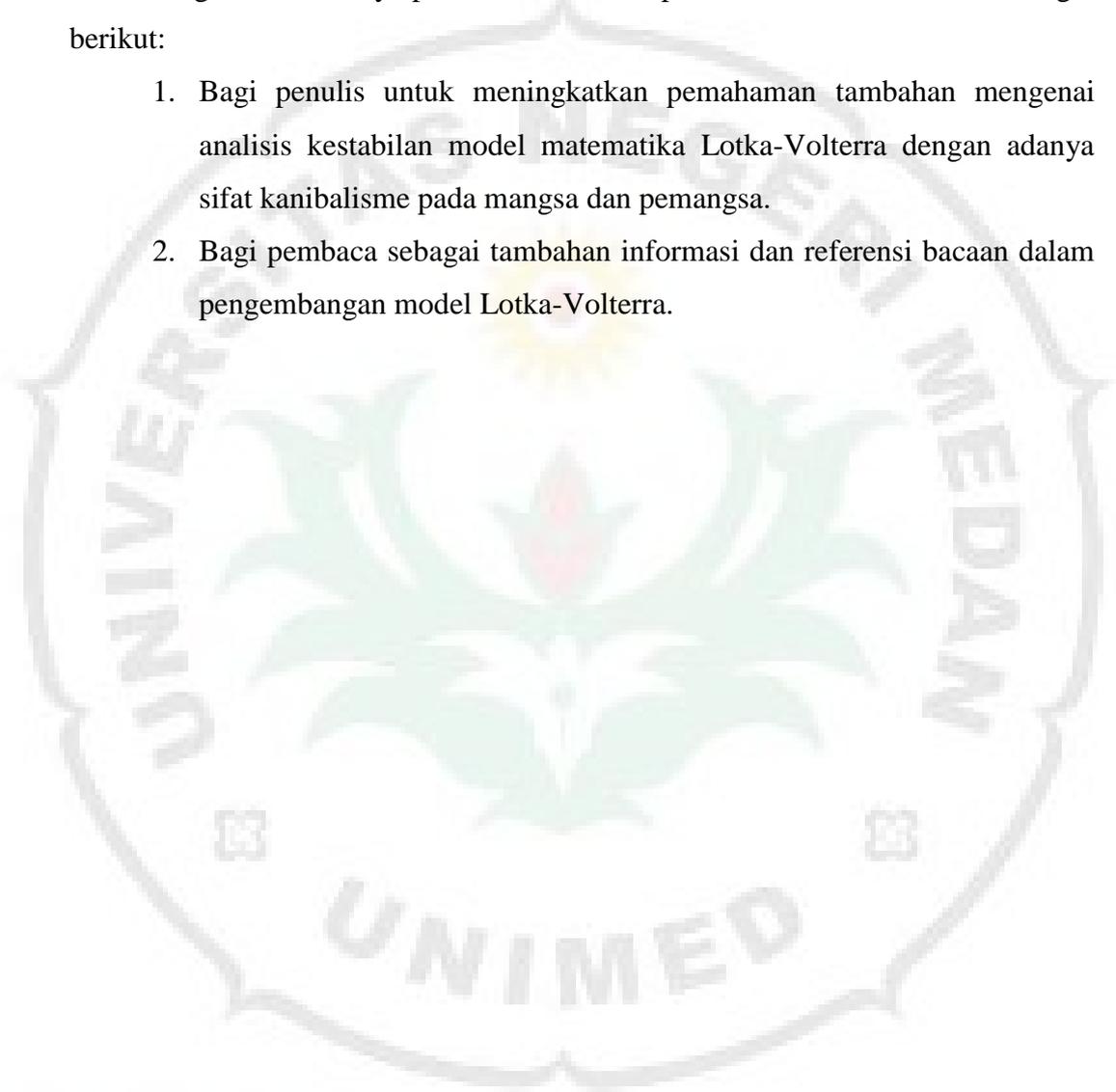
Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui analisis perilaku dinamik dan kestabilan model matematika Lotka-Volterra dengan adanya sifat kanibalisme pada mangsa dan pemangsa.
2. Menunjukkan simulasi numerik dari analisis kestabilan terhadap sistem dinamik oleh model matematika Lotka-Volterra dengan adanya sifat kanibalisme pada mangsa dan pemangsa dengan pendekatan numerik *Forward Euler*.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan diadakannya penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi penulis untuk meningkatkan pemahaman tambahan mengenai analisis kestabilan model matematika Lotka-Volterra dengan adanya sifat kanibalisme pada mangsa dan pemangsa.
2. Bagi pembaca sebagai tambahan informasi dan referensi bacaan dalam pengembangan model Lotka-Volterra.



THE
Character Building
UNIVERSITY