

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. 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 disebut simbiosis mutualisme, berdampak negatif bagi keduanya disebut persaingan maupun berdampak negatif bagi salah satu spesies dan positif bagi spesies yang lain maka interaksi tersebut disebut dengan mangsa-pemangsa [1].

Model Lotka-Voltera merupakan model sederhana yang menggambarkan interaksi antara dua spesies yaitu mangsa dan pemangsa, diperkenalkan oleh Alfred Lotka pada tahun 1925 dan Vito Volterra pada tahun 1926 [2], salah satu komponen terpenting dalam hubungan mangsa dan pemangsa yaitu fungsi respon. Fungsi respon menggambarkan pola interaksi antara mangsa dan pemangsa yang menyatakan jumlah mangsa yang dikonsumsi oleh setiap pemangsa per satuan waktu [3]. Pada model tersebut waktu yang diperlukan pemangsa untuk mencari dan menangani mangsanya diabaikan.

Fungsi respons terdiri dari beberapa jenis, yaitu Holling tipe I-III, *ratio dependent*, Beddington-DeAngelis, Crowley-Martin, dan Hassel Varley [4]. Fungsi respon Holling tipe I-III merupakan fungsi respon yang bergantung pada mangsa, sedangkan *ratio dependent*, Bedding-DeAngelis, Crowley-Martin dan Hassel-Varley merupakan fungsi respon yang bergantung pada pemangsa.

Banyak peneliti yang mengembangkan model mangsa pemangsa ini dengan menambahkan beberapa asumsi, seperti modifikasi fungsi respon dengan memperhatikan waktu pemangsa menangani mangsanya [3], modifikasi model Lotka-Voltera menggunakan model pertumbuhan logistik dan fungsi respon tipe Monod-Haldane [5], adanya *stage-structure* pada pemangsa dengan

mempertimbangkan fungsi respon tipe Monod-Haldane [6] dan fungsi respon tipe Crowley-Martin [7], adanya *stage-structure* pada mangsa dengan mempertimbangkan fungsi respon Beddington-DeAngelis [8].

Pada suatu ekosistem banyak spesies yang mempunyai *life story* berbeda antara mangsa remaja dan dewasa, dalam beberapa kasus, mangsa remaja cenderung hidup di sangkarnya, sehingga tidak ada proses pemangsaan antara mangsa remaja dan pemangsa yang mengakibatkan mangsa dewasa merupakan satu-satunya sumber makanan bagi pemangsa. Mangsa dewasa (*adult prey*) memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan mangsa remaja (*juvenile prey*). Pada saat terjadi pemangsaan terhadap mangsa dewasa, biomas yang dihasilkan pun lebih besar sehingga pemangsa membutuhkan waktu untuk mencari dan menangani mangsanya. Pemangsa tidak hanya mengalokasikan waktu untuk mencari dan menangani mangsanya, tetapi juga menghabiskan waktu untuk bertemu dengan pemangsa yang lain, hal tersebut dianggap sebagai gangguan diantara pemangsa. Pemangsaan (predasi) akan berkurang karena kepadatan pemangsa tinggi akibat gangguan diantara pemangsa bahkan pada saat kepadatan mangsa tinggi. Sehingga fungsi respon yang sesuai dengan keadaan tersebut adalah fungsi respon tipe Crowley-Martin.

Berdasarkan uraian diatas penulis memodifikasi model mangsa pemangsa yang ada dalam [8] dengan mempertimbangkan *stage-structure* pada populasi mangsa yang artinya populasi mangsa dibagi menjadi dua subpopulasi yaitu mangsa remaja (*juvenile prey*) dan mangsa dewasa (*adult prey*). Diasumsikan bahwa populasi pemangsa hanya berinteraksi dengan mangsa dewasa (*adult prey*) dan interaksinya mengikuti fungsi respon tipe Crowley-Martin [7],[9]. Dari model yang telah dimodifikasi akan ditambahkan analisis kestabilan global dan analisis sensitivitas untuk mengetahui parameter yang lebih sensitif pada model. Sehingga penulis tertarik untuk menuliskan tugas akhir ini dengan judul **“Analisis Kestabilan Global Menggunakan Lyapunov Pada Model Mangsa Pemangsa dengan *Stage-Structure* dan Fungsi Respon Tipe Crowley-Martin”**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan dikaji pada tugas akhir ini adalah

1. Bagaimana konstruksi model mangsa-pemangsa dengan *stage-structure* dan fungsi respon tipe Crowley-Martin?
2. Bagaimana kestabilan model mangsa-pemangsa dengan *stage-structure* dan fungsi respon tipe Crowley-Martin?
3. Bagaimana analisis sensitivitas parameter untuk model mangsa-pemangsa dengan *stage-structure* dan fungsi respon tipe Crowley-Martin?
4. Bagaimana interpretasi dari model mangsa-pemangsa dengan *stage-structure* dan fungsi respon tipe Crowley-Martin?

1.3. Batasan Masalah

Dalam pembahasan masalah tersebut, terdapat beberapa batasan masalah diantaranya sebagai berikut:

1. Populasi yang dikaji bersifat tertutup.
2. Semua parameter bernilai positif.
3. Dibatasi hanya dua struktur usia.
4. Pada model yang akan dibentuk terdiri dari 3 kompartemen, yaitu x (mangsa remaja), y (mangsa dewasa) dan z (pemangsa).
5. Pemangsaan hanya terjadi pada mangsa dewasa (*adult prey*).
6. Menggunakan fungsi respon tipe Crowley-Martin.
7. Data akan diambil sebarang dan bersifat khusus untuk kasus ini, namun telah disesuaikan dengan syarat eksistensi ataupun syarat kestabilan yang diperoleh dari hasil analisis model tersebut.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Mengkonstruksi model matematika mangsa-pemangsa dengan *stage-structure* dan fungsi respon tipe Crowley-Martin.

2. Menentukan kestabilan dari model mangsa-pemangsa dengan *stage-structure* dan fungsi respon tipe Crowley-Martin.
3. Mengetahui sifat sensitivitas parameter untuk model mangsa-pemangsa dengan *stage-structure* dan fungsi respon tipe Crowley-Martin.
4. Mengetahui interpretasi dari model mangsa-pemangsa dengan *stage-structure* dan fungsi respon tipe Crowley-Martin.

1.5. Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam mengerjakan tugas akhir ini antara lain:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan dengan mencari referensi yang mendukung tugas akhir dan berkaitan dengan model mangsa pemangsa, fungsi respon, dan lainnya yang diperoleh dari buku-buku atau jurnal internasional.

2. Analisis

Pada tahap ini dilakukan penyederhanaan fakta-fakta yang sebenarnya terjadi dengan membuat asumsi sehingga dapat ditelusuri secara matematika yang akan membentuk suatu model matematika, selanjutnya model dianalisis dengan cara menentukan titik kesetimbangan, eksistensi, kestabilan lokal maupun global, dan analisis sensitivitas.

3. Simulasi Numerik dan Interpretasi

Pada tahap ini simulasi numerik dilakukan dengan menggunakan software maple dan kemudian hasilnya diinterpretasikan.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini menggunakan sistematika penulisan yang terdiri dari lima bab, masing-masing bab terdiri dari subbab sebagai berikut

Bab I PENDAHULUAN

Pada bab ini meliputi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hal-hal yang menjadi landasan dalam mendukung tugas akhir ini. Hal-hal tersebut meliputi persamaan diferensial, sistem persamaan diferensial biasa, titik kesetimbangan, analisis kestabilan titik kesetimbangan menggunakan matriks Jacobian dan fungsi Lyapunov, trace-determinan, kriteria Routh-Hurwitz, nilai Eigen dan vektor Eigen, jenis-jenis kestabilan, analisis model Lotka-Volterra, kompetisi, model pertumbuhan logistik, dan fungsi respon tipe Crowley-Martin.

Bab III PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dari masalah yang dikaji meliputi pembentukan model, penentuan titik kesetimbangan, dan analisis kestabilan setiap titik kesetimbangan.

Bab IV SIMULASI DAN INTERPRETASI

Pada bab ini akan dilakukan beberapa simulasi dengan data yang diberikan sesuai syarat eksis, kemudian akan ditetapkan suatu interpretasi.

Bab V PENUTUP

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dari pembahasan hasil penelitian dan saran untuk pengembangan tulisan dan analisis dari masalah yang dikaji dalam tugas akhir ini.