

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekologi merupakan ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antar makhluk hidup atau makhluk hidup dengan lingkungannya. Pada dasarnya, makhluk hidup bergantung pada makhluk hidup lain ataupun lingkungannya. Hal tersebut yang mengakibatkan adanya hubungan timbal balik. Dalam ekologi, ada yang dinamakan ekosistem, yaitu suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya (**Effendi dkk, 2018**). Hubungan timbal balik terwujudkan dalam rantai makanan serta jaring makanan yang pada setiap proses terjadi aliran energi dan siklus materi (**Soemarwoto, 1983**).

Rantai makanan merupakan urutan peristiwa makan dan dimakan berdasarkan jenis makanannya yang mengakibatkan perpindahan energi dari organisme pada suatu tingkat ke tingkat berikutnya (**Alcamo, 1995**). Pada rantai makanan terjadi sebuah interaksi dua atau lebih spesies yaitu interaksi antar spesies mangsa (*prey*) dengan pemangsa (*predator*). Interaksi mangsa-memangsa tersebut disebut predasi (**Pratikno dan Sunarsih, 2010**). Jika interaksi tersebut terjadi terus menerus dan jumlah *predator* lebih banyak daripada *prey* maka akan mengakibatkan *prey* mengalami kepunahan (**Lorca dan Hetchote, 1991**).

Pada saat *prey* mengalami kepunahan maka dapat memicu *predator* akan punah. Agar *predator* tidak mengalami kepunahan maka *predator* akan saling berkompetisi untuk mencari makanan. Kompetisi terjadi jika terdapat dua atau lebih populasi pada suatu wilayah yang memiliki kebutuhan hidup yang sama, sedangkan ketersediaan makanan terbatas. Adanya kompetisi pada populasi *predator* memungkinkan *predator* bersifat kanibal (**Aryulina, 2004**). Kanibalisme adalah tindakan satu individu dari satu spesies memakan semua atau sebagian tubuh individu lain dari spesies yang sama sebagai makanan (**Chakraborty, 2013**).

Interaksi antara *predator* dan *prey* dapat menyebabkan adanya perubahan jumlah populasi keduanya. Dengan demikian untuk mengontrol tingkat predasi agar

tidak menyebabkan terjadinya kepunahan pada kedua spesies, maka diberikan perlakuan terhadap populasi *prey* dan *predator* yaitu dengan memanen ketiga populasi secara teratur. Pemanenan dilakukan pada spesies yang mempunyai nilai jual atau nilai guna dan melibatkan manusia dalam prosesnya (**Chakraborty dkk, 2013**).

Kajian tentang model *predator-prey* telah mengalami perkembangan selama beberapa tahun terakhir. **Sanjaya dkk (2013)** mempelajari tentang model rantai makanan tiga spesies dengan fungsi respon Holling tipe III. **Cui dkk (2016)** mengkaji model matematika *predator-prey* diskrit dengan menggunakan fungsi respon Holling tipe IV. **Ghosh dkk (2018)** membahas tentang model rantai makanan tiga tingkat dengan adanya pemanenan menggunakan fungsi respon Holling tipe II. Model matematika tersebut terdapat tiga populasi, yakni populasi *prey*, *predator*, dan *top-predator*. **Xu dkk (2020)** mempelajari model matematika *predator-prey* dengan menggabungkan fungsi respon Leslie-Gower dan fungsi respon Holling tipe IV. **Liu dan Huang (2020)** mengkaji model matematika *predator prey* dengan fungsi respon Holling tipe IV dengan kedua spesies dapat ditangkap atau dipanen. **Mishra dkk (2021)** mengkaji model matematika *predator-prey* pada rantai makanan tiga tingkat dengan fungsi respon Monod-Haldane dan fungsi respon Holling tipe II dan membagi populasi menjadi tiga populasi, yaitu populasi *prey*, *predator* menengah dan *predator* atas. Model matematika tersebut juga mempertimbangkan tingkat kanibalisme pada populasi *predator* atas.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini dilakukan modifikasi model yang merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh **Mishra dkk (2021)**. Modifikasi yang dilakukan berupa perubahan fungsi respon Monod-Haldane menjadi fungsi respon Holling tipe IV pada interaksi populasi *prey* dan populasi *predator* menengah, perubahan fungsi respon Holling tipe II menjadi fungsi respon Holling tipe IV pada interaksi antara populasi *predator* menengah dan *predator* atas, dan dengan adanya penambahan pemanenan pada ketiga populasi. Hal yang mendasari modifikasi ini dikarenakan populasi *prey* memiliki kemampuan pertahanan diri untuk menghindari ancaman dari populasi *predator* menengah saat berinteraksi, begitupula dengan populasi *predator* menengah terhadap populasi *predator* atas,

sehingga lebih tepat jika interaksi tersebut digambarkan dalam fungsi respon Holling tipe IV. Penambahan pemanenan pada ketiga populasi bertujuan sebagai kontrol biologis untuk memungkinkan *prey* dan *predator* dapat hidup berdampingan. Kemudian akan dilakukan analisis kestabilan titik setimbang beserta simulasi numerik dan interpretasi hasil simulasi dari model tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dapat dibentuk rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis kestabilan titik setimbang pada model *predator-prey* dengan fungsi respon Holling tipe IV pada rantai makanan tiga tingkat dengan adanya pemanenan?
2. Bagaimana simulasi numerik dan interpretasinya pada model *predator-prey* dengan fungsi respon Holling tipe IV pada rantai makanan tiga tingkat dengan adanya pemanenan?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka diperoleh tujuan sebagai berikut:

1. Melakukan analisis kestabilan titik setimbang model *predator-prey* dengan fungsi respon Holling tipe IV pada rantai makanan tiga tingkat dengan adanya pemanenan.
2. Melakukan interpretasi hasil simulasi numerik model *predator-prey* dengan fungsi respon Holling tipe IV pada rantai makanan tiga tingkat dengan adanya pemanenan.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, penelitian ini bermanfaat sebagai sarana latihan untuk menambah pemahaman dan penguasaan materi dalam mengkaji suatu permasalahan atau fenomena alam dengan menggunakan ilmu matematika
2. Bagi pembaca, penelitian ini bermanfaat sebagai bahan bacaan dan sumber informasi tentang model *predator-prey* dengan fungsi respon Holling tipe IV pada rantai makanan tiga tingkat dengan adanya pemanenan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model matematika *predator-prey* dan nilai parameter yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada artikel yang ditulis **Mishra dkk (2021)** dengan judul “*On a cannibalistic predator-prey model with prey defense and diffusion*”.
2. Modifikasi yang dilakukan adalah berupa perubahan fungsi respon Monod-Haldane dan fungsi respon Holling tipe II menjadi fungsi respon Holling tipe IV dan dengan adanya penambahan pemanenan pada ketiga populasi.