

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekologi merupakan salah satu cabang ilmu biologi yang mempelajari hubungan antara manusia, hewan, tumbuhan dengan lingkungannya (**Riberu, 2002**). Makhluk hidup berinteraksi bersama komponen-komponen yang terdiri dari abiotik (komponen tak hidup) dan biotik (komponen hidup) untuk membentuk suatu tatanan kesatuan secara utuh dan saling memberikan timbal balik secara kompleks antara makhluk hidup dan lingkungannya yang disebut ekosistem (**Tansley, 1935; Campbell, dkk, 2008**). Menurut **Taufiq dan Agustito (2018)** salah satu interaksi antar komponen biotik adalah predasi, yaitu hubungan *prey* dan *predator* atau kompetisi antar makhluk hidup. Interaksi ini terdapat dalam bentuk rantai makanan, yaitu perpindahan energi dari suatu tingkat di satu rantai makanan ke satu tingkat lainnya (**Hofbauer dan Sigmund, 1998**). **Connell (1961)** dan **Krohne (2001)** mengemukakan, bahwa dua spesies disebut berkompetisi jika peningkatan populasi spesies yang satu berakibat pada penurunan populasi spesies yang lain. Kompetisi dapat terjadi apabila terdapat dua atau lebih organisme yang hidup berdampingan namun membutuhkan faktor yang sama dan sangat terbatas persediaannya, sehingga tidak mencukupi untuk kebutuhan bersama. Kompetisi dalam ekosistem dibagi menjadi dua yaitu kompetisi intraspesifik dan interspesifik. Menurut **Caughley dan Sinclair (1994)**, kompetisi intraspesifik terjadi antar individu dari satu spesies yang sama sedangkan kompetisi interspesifik terjadi pada spesies yang berbeda.

Salah satu alat untuk memahami dinamika populasi adalah model matematika. Beberapa peneliti telah mempelajari bagaimana peran model matematika di dalam dinamika populasi interaksi predasi yang terjadi di ekosistem. Menurut **Edwards dan Penney (2008)**, untuk memodelkan perilaku *predator-prey* atau pemangsaan paling sederhana adalah model matematika pertumbuhan Lotka-

Volterra dengan asumsi pertumbuhan *prey* mengikuti pertumbuhan Malthus, yaitu pertumbuhan dengan populasi yang kian tumbuh secara tak terbatas seiring berjalannya waktu. Namun, model ini memiliki kelemahan karena adanya faktor-faktor yang menghambat pertumbuhan populasi, sehingga populasi tersebut tidak dapat terus menerus berkembang. Dengan demikian, model Lotka-Volterra dimodifikasi dengan mengasumsikan pertumbuhan mangsa (*prey*) mengikuti pertumbuhan logistik.

Model Lotka-Volterra hanya melibatkan masing-masing satu *prey* dan satu *predator* saja dengan asumsi keduanya merupakan spesies yang berbeda. Pada kenyataannya, dalam rantai makanan terdapat interaksi predasi yang melibatkan dua *predator* dengan satu *prey*. Dalam interaksi antar populasi tersebut, terdapat fungsi respon yang menyatakan suatu proses pemangsaan *predator* terhadap *prey*. Fungsi respon yang sering dijumpai dalam model matematika *predator-prey* adalah fungsi respon Holling. Sama seperti nama jenisnya, fungsi respon ini diperkenalkan oleh **Holling (1959)** yang mengasumsikan bahwa pemangsaan bergantung pada ketersediaan *prey* saja atau *prey-dependent*. Lalu, **Ivlev (1961)** juga memperkenalkan fungsi respon yang bergantung pada kapasitas maksimum *predator* dapat memangsa *prey* yang dibatasi. Selanjutnya, terdapat penelitian yang mengasumsikan bahwa pemangsaan bergantung pada rasio *prey* terhadap *predator* sehingga **Arditi dan Ginzburg (1989)** memperkenalkan fungsi respon *ratio-dependent*.

Kajian mengenai model *predator-prey* dengan ketiga fungsi respon di atas telah banyak dibahas oleh peneliti terdahulu. **Kooij dan Zegeling (1996)** membahas tentang model matematika satu *predator* dan satu *prey* menggunakan fungsi respon tipe Ivlev. **Zhang, dkk (2006)** membahas tentang model *predator-prey* dengan dua *predator* yang memangsa satu *prey* dengan fungsi respon *ratio-dependent* yang terdapat pada pemangsaan *predator* pertama terhadap *prey* dan pemangsaan *predator* kedua terhadap *prey*. **Wu dan Huang (2009)** membahas tentang model *predator-prey* dinamik satu *prey* dan multi *predator* dengan fungsi respon tipe Ivlev. **Upadhyay dan Raw (2011)** membahas model *predator-prey* tiga spesies pada rantai makanan. *Predator* kedua hanya memangsa *predator* pertama

dan terdapat interaksi intraspesifik pada populasi *prey*. Fungsi respon yang digunakan adalah fungsi respon Holling tipe IV yang terdapat di setiap pemangsaan. **Kumar dan Kumari (2021)** membahas model *predator-prey* tiga tingkat dengan fungsi respon *Ivlev-like nonmonotonic* pada pemangsaan *predator* pertama terhadap *prey*. **Arancibia, dkk (2021)** telah membahas model matematika *predator-prey* dua tingkat dengan adanya interaksi intraspesifik di dalam populasi *predator*. Fungsi respon yang digunakan dalam pemangsaan *predator* terhadap *prey* adalah fungsi respon tipe *ratio-dependent*.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk mengkaji ulang model matematika yang telah dikembangkan **Arancibia, dkk (2021)** dengan melakukan modifikasi penambahan satu populasi *predator* yang dapat memangsa *prey* dengan interaksi intraspesifik pada setiap populasi *predator* serta adanya perubahan fungsi respon dari tipe *ratio-dependent* menjadi tipe *Ivlev*. Kedua *predator* juga saling berkompetisi untuk memangsa *prey*, namun populasi *predator* tidak dapat memangsa satu sama lain.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis kestabilan titik setimbang model *predator-prey* intraspesifik dua pemangsa dengan fungsi respon tipe *Ivlev*?
2. Bagaimana simulasi numerik dan interpretasi model *predator-prey* intraspesifik dua pemangsa dengan fungsi respon tipe *Ivlev*?

1.3 Tujuan Penulisan

Berdasarkan rumusan permasalahan di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa kestabilan titik setimbang model *predator-prey* intraspesifik dua pemangsa dengan fungsi respon tipe Ivlev.
2. Melakukan simulasi numerik pada model *predator-prey* intraspesifik dua pemangsa dengan fungsi respon tipe Ivlev.

1.4 Manfaat Penulisan

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis, penelitian ini menjadi sarana belajar sekaligus menginterpretasikan ilmu pemodelan matematika dalam mengkaji suatu permasalahan atau fenomena alam.
2. Bagi pembaca, penelitian ini bermanfaat sebagai informasi mengenai kehidupan makhluk hidup dalam memperjuangkan habitat atau kehidupannya yang lain dalam kompetisi intraspesifik sehingga hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk mengontrol hidup makhluk hidup terlebih kehidupan biota air.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penulisan ini adalah:

1. Model matematika dengan satu *predator* yang digunakan dalam penulisan ini merujuk pada **Arancibia, dkk (2021)**.
2. Adanya interaksi intraspesifik dalam populasi *predator* dan fungsi respon tipe Ivlev.