BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Model interaksi mangsa pemangsa dengan fungsi respon Holling tipe II, adanya tambahan makanan dan anti predasi telah dikembangkan dengan memberi spesies mangsa baru yang memiliki sifat anti predasi dan mempertimbangkan adanya simbiosis mutualisme antar mangsa. Model ini mendeskripsikan bermacam-macam parameter yang dapat mempengaruhi dinamika populasi antar spesies dengan sistem persamaan diferensial biasa berikut :

$$\frac{dx}{dt} = r_1 x\left(1-\frac{x}{\kappa}\right) - \frac{cxz}{a+\alpha\eta A+x} + \beta_1 xy$$
$$\frac{dy}{dt} = r_2 y\left(1-\frac{y}{\kappa}\right) + \beta_2 xy - \delta_1 yz$$
$$\frac{dz}{dt} = \frac{B(x+\eta A)z}{a+\alpha\eta A+x} - \delta_2 yz - mz$$

2. Berdasarkan hasil analisis menggunakan matriks Jacobian dan kriteria Routh–Hurwitz, sistem memiliki beberapa titik kesetimbangan, yaitu titik kepunahan (E_0), titik batas (E_1 dan E_2), titik bebas pemangsa (E_3), titik bebas spesies kedua (E_4), dan titik koeksistensi (E_6 dan E_7). Dari hasil perhitungan, diperoleh bahwa titik kesetimbangan E_0, E_1, E_2, E_4, dan E_7 bersifat tidak stabil, sedangkan titik kesetimbangan bebas pemangsa E_3 dan koeksistensi E_6 dapat stabil asimtotik pada kondisi tertentu, yaitu ketika nilai parameter interaksi mutualisme memenuhi syarat kestabilan. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan simbiosis mutualisme dapat memperluas daerah kestabilan sistem dan memungkinkan ketiga spesies untuk hidup berdampingan secara seimbang.
3. Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa populasi setiap spesies berfluktuasi menuju keadaan stabil. Populasi mangsa meningkat karena efek mutualisme, sementara pemangsa tetap bertahan pada jumlah tertentu tanpa

menyebabkan kepunahan mangsa. Perubahan parameter θ_1 menunjukkan transisi dari transien teredam yang konvergen ke keseimbangan koeksistensi menjadi osilasi persisten seiring dengan peningkatan θ_1. Mengubah θ_2 menghasilkan sensitivitas yang berbeda, nilai θ_2 yang rendah menghasilkan osilasi yang berkelanjutan, nilai θ_2 yang sedang menstabilkan keseimbangan interior, dan nilai θ_2 yang cukup besar mendorong sistem ke keseimbangan batas yang ditandai dengan kepunahan predator. Dengan demikian, dari simulasi ini dapat digambarkan bahwa atraktor yang bergantung pada parameter (nodal stabil, *limit cycle*, atraktor batas) dan menggambarkan bagaimana mutualisme mempengaruhi dinamika global.

5.2. Saran

Kombinasi analisis analitis dan numerik terbukti efektif untuk mengidentifikasi daerah stabilitas. Penelitian selanjutnya sebaiknya:

1) Menambahkan parameter biologis lain.
2) Melakukan bifurkasi kontinuasi terhadap parameter θ_1 dan θ_2,
3) Memetakan diagram bifurkasi di bidang (θ_1, θ_2) untuk menghitung batas-batas daerah tipe bifurkasi, dan
4) Mempertimbangkan gangguan stokastik atau penundaan waktu untuk mengevaluasi ketahanan koeksistensi terhadap variabilitas lingkungan.

THE Character Building UNIVERSITY